

РІВНЕНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ВИДАВНИЧИЙ ДІМ «ГЕЛЬВЕТІКА»

ISSN 2786-9113 (Online)

ISSN 2786-9105 (Print)

# ПРИРОДНИЧА ОСВІТА ТА НАУКА

Випуск 1, 2023



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2023

## УДК 50(37)

**Головний редактор:** Грицай Наталія Богданівна, доктор педагогічних наук, професор, Рівненський державний гуманітарний університет

### Члени редакційної колегії:

**Бєлікова 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 національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка

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

**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 НУВГП

**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

**Лико 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 ім. М.Г. Холодного НАН України

**Онїпко Валентина Володимирівна**, доктор педагогічних наук, професор, Полтавський державний аграрний університет

**Радослав Мушкеґа (Radoslaw Muszkieta)**, 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 (Šeiriėnė Vaida)**, доктор філософії (природничі науки), старший науковий співробітник, Центр природничих досліджень Інституту геології та географії, Вільнюс, Литва

Засновано у 2022 році. Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації: серія КВ № 25323-15263Р від 02.11.2022.

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 30.03.2023 р. № 3).

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.

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

## ЗМІСТ

**ПРИРОДНИЧА ОСВІТА****Освітні науки***Грицай Н. Б.*

ПРИРОДНИЧА ОСВІТА В УКРАЇНІ: РЕАЛІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ..... 5

*Павловська Т. С., Григор'єва Н. В., Паламар А. А.*ТЕСТОВЕ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ УЧНІВ ІЗ ТЕМАТИЧНОГО РОЗДІЛУ ШКІЛЬНОГО КУРСУ  
ГЕОГРАФІЇ 8-ГО КЛАСУ «ПРИРОДНІ УМОВИ Й РЕСУРСИ УКРАЇНИ».....11*Сяська І. О.*ОНОВЛЕННЯ ЗМІСТУ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ У ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ  
МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ НАУК.....20**Фізична культура і спорт***Кіндрат В. К., Семенович С. В., Кіндрат П. В.*ДИФЕРЕНЦІЙОВАНИЙ ВПЛИВ ЗАСОБІВ АТЛЕТИЧНОЇ ГІМНАСТИКИ НА РІВЕНЬ  
ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЮНАКІВ 15–17 РОКІВ.....26*Ярмошук О. О.*

ПАРАДИГМА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ІННОВАЦІЙ У СФЕРІ СПОРТУ..... 32

**ПРИРОДНИЧІ НАУКИ****Біологія і біохімія***Дмитроца О. Р., Коржик О. В., Супрунець А. М., Шевчук В. В.*ВПЛИВ ГАДЖЕТІВ НА ПОКАЗНИКИ ГОСТРОТИ ЗОРУ ПІДЛІТКІВ  
ПІД ЧАС ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ..... 38*Загоруйко Г. Є., Марциновський В. П., Цвентух Л. В., Козут О. І.*

ЗМІНИ УЛЬТРАСТРУКТУРИ МІОКАРДА ЛІВОГО ШЛУНОЧКА В ОНТОГЕНЕЗІ ЩУРІВ ВІСТАР...44

*Ойцюсь Л. В.*

АДВЕНТИВНІ ВИДИ У СКЛАДІ АБОРИГЕННОЇ ФЛОРИ ВОЛИНСЬКОГО ПОЛІССЯ..... 51

**Екологія***Ноівановуш Н. К.*

ENVIRONMENTAL MONITORING IN DRONOVUCH BY BIOINDICATION METHOD..... 57

*Федонюк В. В., Іванців В. В., Федонюк М. А., Ковальчук В. М.*

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЇ С. РАЧИН ДУБЕНСЬКОГО РАЙОНУ...63

**Географія***Іванов Є. А., Пилипович О. В., Щерба В. В.*ЕКОЛОГІЧНА ІНФРАСТРУКТУРА МІСТА КАМ'ЯНКА-БУЗЬКА: ПРОБЛЕМИ  
ТА ПЕРСПЕКТИВИ ОПТИМІЗАЦІЇ.....74*Калько А. Д., Басюк Т. О.*

ГЕОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ МОНИТОРИНГУ БАСЕЙНУ РІЧКИ ЗАХІДНИЙ БУГ..... 82

*Мартинюк В. О., Зубкович І. В.*ЛАНДШАФТНО-ЛІМНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЗЕРА ДОЛЬСЬКЕ  
ДЛЯ РЕКРЕАЦІЙНИХ ПОТРЕБ.....87

## CONTENTS

### NATURAL SCIENCES EDUCATION

#### Educational sciences

*Hrytsai N. B.*

SCIENCE EDUCATION IN UKRAINE: REALITIES AND PERSPECTIVES.....5

*Pavlovska T. S., Hryhorieva N. V., Palamar A. A.*

TEST ASSESSMENT OF STUDENTS' KNOWLEDGE FROM THE THEMATIC SECTION OF THE 8TH GRADE GEOGRAPHY SCHOOL COURSE "NATURE OF UKRAINE"..... 11

*Siaska I. O.*

UPDATING THE CONTENT OF ECOLOGICAL EDUCATION IN THE PROCESS OF PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE TEACHERS OF NATURAL SCIENCES..... 20

#### Physical culture and sports

*Kindrat V. K., Semenovych S. V., Kindrat P. V.*

THE DIFFERENTIATED IMPACT OF MEANS OF ATHLETIC GYMNASTICS ON THE LEVEL OF PHYSICAL WORKABILITY OF 15–17-YEAR OLD YOUNG MEN .....26

*Yarmoschuk O. O.*

THE PARADIGM OF TECHNOLOGICAL INNOVATIONS IN THE SPORTS INDUSTRY..... 32

### NATURAL SCIENCES RESEARCH

#### Biology and biochemistry

*Dmytrotsa O. R., Korzyk O. V., Suprunets A. M., Shevchuk V. V.*

THE INFLUENCE OF GADGETS ON VISUAL ACUITY INDICATORS OF TEENAGERS DURING DISTANCE LEARNING.....38

*Zahoruyko G. Ye., Martsynovskyi V. P., Tsventukh L. V., Kogut O. I.*

CHANGES IN THE ULTRASTRUCTURE OF THE LEFT VENTRICULAR MYOCARDIUM DURING THE ONTOGENESIS OF WISTAR RATS.....44

*Oitsius L. V.*

ADVENTIVE SPECIES IN THE ABORIGINAL FLORA OF THE VOLYN POLISSYA..... 51

#### Ecology

*Hoivanovych N. K.*

ENVIRONMENTAL MONITORING IN DROHOBYCH BY BIOINDICATION METHOD..... 57

*Fedoniuk V. V., Ivantsiv V. V., Fedoniuk M. A., Kovalchuk V. M.*

ANALYSIS OF THE CURRENT ECOLOGICAL STATE OF THE TERRITORY OF THE VILLAGE RACHYN OF THE DUBEN DISTRICT.....63

#### Geography

*Ivanov Ye. A., Pylypovych O. V., Scherba V. V.*

KAMIANKA-BUZKA ECOLOGICAL INFRASTRUCTURE: PROBLEMS AND PROSPECTS OF OPTIMIZATION..... 74

*Kalko A. D., Basiuk T. O.*

GEOGRAPHICAL ASPECTS OF MONITORING OF THE WESTERN BUG RIVER BASIN..... 82

*Martyniuk V. O., Zubkovych I. V.*

LANDSCAPE AND LIMNOLOGICAL FEATURES OF DOLSKJE LAKE FOR RECREATION NEEDS.....87

# ПРИРОДНИЧА ОСВІТА

## Освітні науки

DOI 10.32782/NSER/2023-1-1

УДК 37: 5 (477)

### ПРИРОДНИЧА ОСВІТА В УКРАЇНІ: РЕАЛІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

**Грицай Наталія Богданівна**

доктор педагогічних наук, професор,  
завідувач кафедри природничих наук з методиками навчання  
Рівненського державного гуманітарного університету  
ORCID ID: 0000-0002-6800-1160  
Scopus author ID: 57203817184  
Researcher ID: AAC-1067-2019

*У статті проаналізовано сучасний стан природничої освіти в Україні. Наголошено на тому, що кількість абітурієнтів, які обирають для вступу спеціальності, пов'язані з природничою галуззю, у нашій країні є недостатньою, що негативно впливає на розвиток природничих наук.*

*Крім того, опитування PISA показали, що рівень природничонаукової грамотності п'ятнадцятирічних українських школярів нижчий, ніж у середньому в Європі.*

*У статті проаналізовано й узагальнено зарубіжний досвід природничої освіти, який може бути корисним для українських реалій. Визначено основні тенденції в сучасній світовій природничій освіті: комп'ютеризація освітнього процесу, формування цілісних природничих знань під час вивчення інтегрованих курсів, реалізація дослідницько-орієнтованого навчання.*

*З'ясовано доцільність впровадження інтегрованих курсів природничої освітньої галузі в Новій українській школі. Проаналізовано модельні програми інтегрованих курсів «Природничі науки», «Пізнаємо природу», «Довкілля» для 5-6 класів закладів загальної середньої освіти.*

*Акцентовано на необхідності підготовки вчителів за спеціальністю 014.15 Середня освіта (Природничі науки). Вказано університети України, де проводиться така підготовка та особливості їхніх освітніх програм.*

*Окреслено основні напрями вдосконалення природничої освіти в Україні: впровадження компетентнісного навчання школярів (формування компетентностей з природничих наук через навчання у групах, виконання проєктів, формування критичного мислення тощо); реалізація дослідницького підходу в навчанні природничих предметів (дослідницько-орієнтоване навчання); комп'ютеризація освітнього процесу (мультимедійні дошки, електронні підручники, віртуальні лабораторії, віртуальні екскурсії, тренажери та ін.); інтеграція змісту природничих наук для формування цілісної природничо-наукової картини світу; налагодження співпраці загальної середньої та вищої школи.*

**Ключові слова:** природнича освіта, природничі знання, інновації, інтеграція, інтегровані курси, методика навчання природничих наук, дослідницький підхід.

#### **Hrytsai N. B. Science education in Ukraine: realities and perspectives**

*The article deals with the current state of science education in Ukraine. It is emphasized that the number of applicants who choose the specialties related to natural sciences in our country is insufficient, which negatively affects the development of natural sciences.*

*In addition, the PISA survey showed that the level of scientific literacy of Ukrainian fifteen-year-old schoolchildren is lower than the average in Europe.*

*The foreign experience of science education, which can be useful for Ukrainian realities, is analyzed and summarized in the article. The computerization of the educational process, the formation of cellular science knowledge during integrated courses, the implementation of research-oriented education are identified as the main trends in modern world science education.*

*The expediency of introducing integrated courses in the field of natural science education in the New Ukrainian School is depicted. The model programs of the integrated courses «Natural Sciences», «Learning about nature», «Environment» for 5-6 classes of general secondary education institutions were analyzed.*

*Emphasis is placed on the need to train teachers in the specialty 014.15 Secondary Education (Natural Sciences). The universities of Ukraine, where such training is provided, are stated and the peculiarities of their educational programs are featured.*

*The implementation of competence teaching of schoolchildren (formation of competences in natural sciences through groups studying, projects implementation, formation of critical thinking, etc.); implementation of the research approach in teaching natural science subjects (research-oriented teaching); computerization of the educational process (multimedia boards, electronic textbooks, virtual laboratories, virtual excursions, simulators, etc.); integration of the content of natural sciences for the formation of a holistic natural and scientific picture of the world; establishment of cooperation between general secondary and higher schools are outlined as the main areas of science education improvement in Ukraine.*

**Key words:** science education, science knowledge, innovations, integration, integrated courses, science teaching methodology, research approach.

**Вступ.** Українська освіта сьогодні переживає непрості часи. В умовах війни з російським агресором педагоги мають набагато більше завдань, ніж у мирний час. Насамперед це безпека учнів в освітньому процесі, мотивація пізнавальної діяльності школярів, використання різноманітних цифрових технологій під час проведення уроків онлайн та організації самостійної роботи учнів. Аналогічні завдання стоять перед викладачами закладів вищої освіти, закладів фахової передвищої освіти та ін.

Воєнні дії на території України стимулюють попит абітурієнтів на такі спеціальності, як психологія, терапія та реабілітація, соціальна робота тощо.

Проте природничі спеціальності, як і в попередні роки, на жаль, не є популярними серед випускників закладів загальної середньої освіти. Така ситуація може призвести до непоправних наслідків, які полягатимуть у нестачі фахівців з природничих наук, що унеможливить розвиток природничої галузі в Україні.

Над такою проблемою вже давно задумувалися в країнах Європи. Так, ще 2015 року в доповіді Європейської комісії «Природнича освіта для відповідальних громадян» констатовано: «Європа стикається з дефіцитом компетентних фахівців з природничих наук на всіх рівнях суспільства і економіки». Саме тому потрібно спрямувати всі зусилля на те, щоб «молоді люди прагнули до кар'єри у науці, техніці, інженерії та математиці», запроваджувати нові технології в освітньому процесі, стимулювати пізнавальний інтерес учнів до природничих наук [18].

Різними аспектами проблеми природничої освіти займається ціла когорта науковців: О. Грошовенко, Т. Засекіна, І. Коренева, М. Мартинюк, С. Науменко, Н. Подопрігора, М. Садовий, А. Степанюк, С. Рудишин та ін.

Розвиток природничої освіти в Україні досліджували Л. Гуцал, А. Коробченко, А. Мартін, Л. Никитюк, Я. Приступа тощо.

Природничу освіту в інших країнах вивчали Т. Бондар, О. Пинзеній (Норвегія), М. Граб, Н. Лалак (Данія, Норвегія), Т. Логвиненко (Данія, Норвегія, Швеція), Т. Олендр, А. Степанюк, Н. Щур (США) та ін.

За кордоном відомими є наукові праці з природничої освіти R. Michalak, U. Ostrowska (Польща),

J. Škoda, P. Doulik, D. Nezvalová (Чехія), С. Gabet, N. Hulin, В. Bilodeau (Франція) та ін.

**Мета статті** – проаналізувати реалії та перспективи природничої освіти в Україні.

**Матеріали та методи.** У статті проаналізовано наукову літературу та нормативні документи України в галузі природничої освіти, а також світовий досвід викладання природничих наук. Вивчено освітні програми закладів вищої освіти зі спеціальності 014.15 Середня освіта (Природничі науки). Зроблено узагальнення щодо пріоритетних напрямів розвитку та шляхів вдосконалення природничої освіти в Україні.

**Результати.** Для того, щоб підвищити якість природничої освіти потрібні кваліфіковані педагоги, готові до роботи в нових реаліях.

У цьому контексті варто зазначити, що 2016 року започатковано нову предметну спеціальність – 014.15 Середня освіта (Природничі науки), що дає можливість здобувачам вищої освіти отримати професійну кваліфікацію вчителя природничих наук, фізики, хімії і біології [4]. Таке поєднання розширить випускникам за цією спеціальністю можливості для працевлаштування в закладах загальної середньої освіти, а також у закладах фахової передвищої та вищої освіти [5].

Учителям природничих предметів потрібно особливу увагу звернути на формування у школярів природничої компетентності, тобто компетентності у природничих науках і технологіях: «наукове розуміння природи і сучасних технологій, а також здатність застосовувати його в практичній діяльності; уміння застосовувати науковий метод, спостерігати, аналізувати, формулювати гіпотези, збирати дані, проводити експерименти, аналізувати результати» [7, с. 11].

За останніми даними Міжнародної програми з оцінювання освітніх досягнень учнів PISA-2018 (англ. Programme for International Student Assessment), передові позиції у світі з розвитку природничо-наукової грамотності учнів займають Сингапур, Китай, Японія, Естонія, Фінляндія та ін. Проте, на жаль, досягнення цих країн у галузі природничої освіти на сьогодні є недостатньо вивченими в нашій країні. Україна в 2018 році теж узяла участь в опитуванні, показавши невисокі показники природничо-наукової грамотності (нижче за середнє значення по країнах ОЕСР) [15] (PISA, 2018).

Поняття природничо-наукової грамотності відповідно до PISA подібне до вищезазначеного визначення компетентності з природничих наук, наведеного у Концепції Нової української школи [7].

Ученими різних країн було зроблено спроби окреслити основні тенденції розвитку природничої освіти. Зокрема, Daniel Gil-Pérez [11], Jiří Škoda [19; 20], Jan Maršák [13] акцентували на необхідності зміни програм з природничих предметів відповідно до сучасного розвитку науки, розуміння навчального матеріалу та застосування його на практиці, інтеграції природничих знань, формування спеціальних компетентностей.

У контексті пропонованого наукового пошуку визначено основні тенденції в сучасній природничій освіті, які доцільно враховувати в Україні.

*Перша тенденція* – це комп'ютеризація освітнього процесу. Для вивчення природничих наук необхідним є впровадження комп'ютерних технологій, обладнання спеціалізованих кабінетів проєкторами, інтерактивними дошками, планшетами та іншими технологіями. Важливим є застосування цифрових застосунків (Genially, Learning-Apps, Classtime, Kahoot!, Wizer.me, Jamboard, Wordwall, WordArt та ін.).

Учні та студенти мають користуватися електронними підручниками та посібниками з гіперпосиланнями та інтерактивними додатками, виконувати лабораторні роботи у віртуальних лабораторіях, створювати мультимедійні презентації та відеофрагменти про власні дослідження, проходити тестування знань за допомогою комп'ютера тощо.

Шляхом комп'ютеризації пішла Естонія, яка вибилась у лідери з природничих наук [15].

Проте в Україні навіть сьогодні можливості застосування комп'ютерних технологій використовуються недостатньо, що підтвердили недоліки в організації дистанційного навчання в умовах пандемії COVID-19 та воєнного стану. Саме тому раціональну комп'ютеризацію вважаємо одним із основних напрямів удосконалення природничої освіти в Україні.

На сучасному етапі створені опорні школи, які краще забезпечені комп'ютерною технікою та іншим обладнанням, зокрема для проведення наукових досліджень з природничих предметів.

*Друга тенденція* – впровадження різноманітних інтегрованих курсів. Так, для 5–6 класів розроблено модельні програми інтегрованих курсів природничої освітньої галузі за вибором ЗЗСО – «Пізнаємо природу», «Природничі науки», «Довкілля», в яких поєднано фізичний, хімічний, біологічний, астрономічний та географічний складники [8]. Варто зазначити, що цей курс є логічним продовженням інтегрованого курсу «Я досліджую світ» у початковій школі (реалізація принципу наступності в освіті) [6].

Інтегрований курс у 5-6 класах призначений для формування загальних міжпредметних природничих знань, які будуть конкретизовані з 7 по 9 клас під час вивчення окремих навчальних предметів: «Біології», «Фізики», «Хімії», «Географії».

Цікавими є STEM- та STEAM-освіта, елементи яких впроваджують у сучасних закладах загальної середньої освіти.

У 10-11 класах учні можуть обрати вивчення інтегрованого курсу «Природничі науки», який є узагальнювальним і спрямований на формування у школярів цілісної наукової картини світу, де кожен із предметних складників взаємопов'язаний із іншими і становить єдину систему.

Інтегровані курси з природничих наук є не лише в Україні. Наприклад, у Франції вивчають інтегровані курси «Науки про життя та Землю» (біологію-геологію) та фізику-хімію. Курс «Біологія та геологія» є також в Іспанії. У багатьох країнах вивчають такий предмет, як «Природничі науки» (Science) – Сингапур, США, Канада, Ізраїль, Великобританія. У Польщі інтегрований курс називають «Природа і наука» (Przyroda i nauka) [3].

З огляду на наявність таких інтегрованих курсів у закладах вищої освіти стає необхідним підвищення кваліфікації вчителів-практиків, які викладали один із природничих предметів. Саме тому підготовка здобувачів вищої освіти за спеціальністю 014.15 Середня освіта (Природничі науки) стає надзвичайно актуальною в сучасних умовах.

Аналіз освітніх програм закладів вищої освіти України на 2022–2023 навчальний рік дав змогу визначити, що 15 з них провадить підготовку здобувачів бакалаврського рівня вищої освіти та 12 – здобувачів магістерського рівня вищої освіти за предметною спеціальністю 014.15 Середня освіта (Природничі науки).

Серед університетів, в яких підготовка майбутніх учителів природничих наук, фізики, хімії, біології здійснюється за двома рівнями вищої освіти, – Рівненський державний гуманітарний університет, Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К.Д. Ушинського, Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди та Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка.

У підготовці вчителів за цією спеціальністю важливо дотримуватися паритету щодо фахової підготовки вчителів фізики, хімії, біології, а також учителів інтегрованих курсів природничої освітньої

галузі. Важлива роль надається не лише фізичним, хімічним і біологічним дисциплінам, а й методиці навчання природничих предметів, інклюзивній освіті, психології освітньої діяльності.

*Третя тенденція* – це реалізація технологій дослідницького навчання, тобто навчання на основі досліджень. Пояснювально-ілюстративний підхід до повідомлення навчального матеріалу давно втратив свої позиції і замінюється дослідницьким. Дослідницько орієнтовані технології спрямовані на формування дослідницьких умінь здобувачів освіти, відкриття ними нових знань. Відкриття учнів є суб'єктивними, тобто вони не передбачають винайдення чогось нового в науці, а мають на увазі відкриття нового для самої дитини [1; 2].

Особливо цікавою є технологія (Inquiry-based science education – IBSE), запроваджена в США. В одних країнах термін IBSE використовують без перекладу, а в інших є свої відповідники (наприклад, у Франції – *d'enseignement des sciences fondé sur l'investigation* – ESFI) [10]. Українського відповідника поки що немає, тому можемо запропонувати термін ДОПО – дослідницько-орієнтована природнича освіта.

IBSE передбачає врахування дитиноцентрованого підходу до навчання і полягає в розв'язуванні дослідницьких завдань та навчальних проблем [9; 10; 11; 16].

Ця технологія полягає в тому, що учень проходить такі ж етапи дослідження, як і вчений: постановка проблеми, визначення мети і завдань роботи, формулювання гіпотези, виконання спостережень, експерименту, моделювання, аналіз результатів дослідження, перевірка гіпотези та формулювання висновків [14; 17].

Технологія навчання як дослідження особливо актуальна в 5-6 класах, тому що учнів в такому віці мають неабиякий інтерес до проведення досліджень і відкриття нового.

У цьому контексті варто згадати про світовий досвід впровадження дослідницького навчання, зокрема про фундацію «La main à la pâte (Lamap)» у Франції [12]. Ця лабораторія інноваційних ідей і практик функціонує протягом майже 30 років, співпрацюючи з учителями для покращення якості навчання природничих наук і технологій у закладах загальної середньої освіти.

Lamap пропонує проведення різноманітних дослідів та спостережень, лабораторних робіт, виконання проєктів під керівництвом науковців [12].

**Висновки.** З огляду на вищезазначене можна стверджувати, що природнича освіта України потребує модернізації та вдосконалення, збагачення новими підходами та технологіями.

На наш погляд, перспективи розвитку природничої освіти в Україні полягають у:

- впровадженні компетентнісно орієнтованого навчання школярів (формування компетентностей з природничих предметів через навчання у групах, виконання проєктів, формування критичного мислення, розв'язування компетентнісно орієнтованих завдань, ситуаційних задач тощо);

- реалізації дослідницького підходу в навчанні природничих предметів (технологія дослідницького навчання IBSE/ДОПО);

- комп'ютеризації освітнього процесу (мультимедійні дошки, ноутбуки, планшети, електронні підручники, віртуальні лабораторії, віртуальні екскурсії, тренажери, та інші цифрові застосунки);

- інтеграції змісту природничих предметів у спеціальних курсах для формування цілісної природничо-наукової картини світу;

- налагодженні співпраці закладів загальної середньої освіти та закладів вищої освіти.

Важливим є вивчення зарубіжного досвіду природничої освіти і використання кращих досягнень у школах України.

### Література:

1. Грицай Н. Дослідницько-орієнтоване навчання біології в сучасній загальноосвітній школі. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*: науковий журнал; редкол.: А. А. Сбруєва, М. А. Бойченко, О. Є. Антонова. Суми: Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2017. № 4(68). С. 177–189.
2. Грицай Н.Б. Стан та перспективи розвитку природничої освіти в сучасній українській школі. *Стан природничих ресурсів: перспективи їх збереження та відновлення у контексті сталого розвитку*: збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 80-річчю Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. Дрогобич : ДДПУ імені Івана Франка, 2020. С. 146–150.
3. Засекіна Т.М. Інтеграція в шкільній природничій освіті: теорія і практика: монографія. Київ : Педагогічна думка, 2020. 400 с.
4. Наказ МОН України від 12.05.2016 р. № 506 «Про затвердження Переліку предметних спеціальностей спеціальності 014 «Середня освіта (за предметними спеціальностями)», за якими здійснюється формування і розміщення державного замовлення та поєднання спеціальностей (предметних спеціальностей) в системі підготовки педагогічних кадрів». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0798-16#Text> (дата звернення: 05.01.2023).
5. Наказ МОН України від 11.11.2022 р. № 1006 «Деякі питання розміщення державного (регіонального) замовлення, поєднання спеціальностей (предметних спеціальностей), спеціалізацій та присвоєння професійних кваліфікацій педагогічних працівників закладами фахової передвищої, вищої освіти». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1669-22#Text> (дата звернення: 05.01.2023).
6. Науменко С. Наступність початкової та базової природничої освіти як умова розбудови Нової української школи. *Проблеми сучасного підручника*. 2021. Вип. 7. С. 144–160.



7. Нова українська школа: концептуальні засади реформування середньої школи (ухвалено рішенням колегії МОН 27.10.2016). URL: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/ua-sch-2016/konczepczija> (дата звернення: 05.01.2023).
8. Освітні програми. Модельні навчальні програми для 5–9 класів Нової української школи. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/modelni-navchalni-programi-dlya-5-9-klasiv-novoyi-ukrayinskoyi-shkoli-zaprovadzhuyutsya-poetapno-z-2022-roku>.
9. Dostál J. *Badatelsky orientovaná výuka: pojetí, podstata, význam a přínosy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. 151 s.
10. Enseignement des Sciences Fondé sur l'Investigation. URL: <https://fondation-lamap.org/documentation-pedagogique/boite-a-outils-esfi-enseignement-des-sciences-fonde-sur-l-investigation> (дата звернення: 10.01.2023).
11. Gil-Pérez D. New trends in science education. *International Journal of Science Education*. 1996. № 18. S. 889–901.
12. La main à la pâte. URL: <https://fondation-lamap.org/> (дата звернення: 10.01.2023).
13. Maršák J., Janoušková S. Trendy v přírodovědném vzdělávání (2006). URL: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/1055/trendy-v-prirodovednem-vzdelavani.html> (дата звернення: 12.12.2022).
14. O'Connell C. *Inquiry Based Science Education. Primer to the international AEMASE conference report*. Rome, 19-20 may 2014. P. 19–20.
15. PISA-2018. Результати. URL: [https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2020/02/PISA2018\\_Mizhnarodnyj-zvit\\_ukr.pdf](https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2020/02/PISA2018_Mizhnarodnyj-zvit_ukr.pdf) (дата звернення: 12.12.2022).
16. Riga F., Winterbottom M., Harris E., Newby L. *Inquiry-based science education*. Science education. Brill, 2017. P. 247–261.
17. Rundgren C. J. Implementation of inquiry-based science education in different countries: some reflections. *Cultural Studies of Science Education*. 2018. № 13. P. 607–615.
18. Science Education for Responsible Citizenship: report to the European Commission of the expert group on science education / Chairperson Ellen Hazelkorn. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2015. 86 p.
19. Škoda J. *Současné trendy v přírodovědném vzdělávání*. Ústí nad Labem : UJEP, 2005. 211 s.
20. Škoda J., Doulik P. Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*. 2009. № 19(3). S. 24–44.

#### References:

1. Hrytsai, N. B. (2017). Doslidnytsko-oriientovane navchannia biolohii v suchasni zahalnoosvitni shkoli [The Inquiry-Based Biology Education in the Modern Secondary School]. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnologii*. No 4 (68), P. 177–189. [in Ukrainian]
2. Hrytsai, N. B. (2020). Stan ta perspektyvy rozvytku pryrodnychoi osvity v suchasni ukrainskii shkoli [The state and prospects of the development of science education in modern Ukrainian schools]. *Stan pryrodnykh resursiv: perspektyvy yikh zberezhenia ta vidnovlennia u konteksti staloho rozvytku: zbirnyk materialiv IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoj 80-richchju Drohobytskoho derzhavnogo pedahohichnogo universytetu imeni Ivana Franka. Drohobych: DDPU imeni Ivana Franka, P. 146–150. [in Ukrainian]*
3. Zasiékina, T. M. (2020). Intehratsiia v shkilni pryrodnychii osviti: teoriia i praktyka [Integration in school science education: theory and practice]: monohrafiia. Kyiv: Pedahohichna dumk. 400 s. [in Ukrainian]
4. Nakaz MON Ukrainy vid 12.05.2016 r. № 506 «Pro zatverdzhennia Pereliku predmetnykh spetsialnosti spetsialnosti 014 «Serednia osvita (za predmetnymi spetsialnostiamy)», za yakymy zdiisniuietsia formuvannia i rozmishchennia derzhavnogo zamovlennia ta poiednannia spetsialnosti (predmetnykh spetsialnosti) v systemi pidhotovky pedahohichnykh kadrov». [Order of the Ministry of Education and Culture of Ukraine dated May 12, 2016 No. 506 "On approval of the List of subject specialties of specialty 014 "Secondary education (by subject specialties)", according to which the formation and placement of the state order and the combination of specialties (subject specialties) in the system of training of pedagogical personnel are carried out"]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0798-16#Text> [in Ukrainian]
5. Nakaz MON Ukrainy vid 11.11.2022 r. № 1006 «Deiaki pytannia rozmishchennia derzhavnogo (rehionalnogo) zamovlennia, poiednannia spetsialnosti (predmetnykh spetsialnosti), spetsializatsii ta prysvoiennia profesiinykh kvalifikatsii pedahohichnykh pratsivnykiv zakladamy fakhovoi peredvyshchoi, vyshchoi osvity». [Order of the Ministry of Education and Culture of Ukraine dated November 11, 2022 No. 1006 "Some issues of placement of state (regional) orders, combination of specialties (subject specialties), specializations and assignment of professional qualifications of pedagogical workers by institutions of professional pre-higher and higher education." ] URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1669-22#Text> [in Ukrainian]
6. Naumenko, S. (2021). Nastupnist pochatkovoї ta bazovoї pryrodnychoi osvity yak umova rozbudovy Novoi ukrainskoi shkoly [Continuity of primary and basic science education as a condition for the development of the New Ukrainian School]. *Problemy suchasnoho pidruchnyka*, (27), P. 144-160. [in Ukrainian]
7. Nova ukrainska shkola: kontseptualni zasady reformuvannia serednoi shkoly (ukhvaleno rishenniam kolehii MON 27.10.2016). [New Ukrainian school: conceptual foundations of secondary school reform (adopted by the decision of the board of the Ministry of Education and Culture on October 27, 2016)]. URL: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/ua-sch-2016/konczepczija> [in Ukrainian]
8. Modelni navchalni prohramy dlia 5–9 klasiv Novoi ukrainskoi shkoly. [Model curricula for grades 5–9 of the New Ukrainian School]. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/modelni-navchalni-programi-dlya-5-9-klasiv-novoyi-ukrayinskoyi-shkoli-zaprovadzhuyutsya-poetapno-z-2022-roku> [in Ukrainian]

9. Dostál, J. (2015). *Badatelsky orientovaná výuka : pojetí, podstata, význam a přínosy*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci. 151 s.
  10. Enseignement des Sciences Fondé sur l'Investigation. URL: <https://fondation-lamap.org/documentation-pedagogique/boite-a-outils-esfi-enseignement-des-sciences-fonde-sur-l-investigation> (дата звернення: 10.01.2023)
  11. Gil-Pérez, D. (1996)/ New trends in science education. *International Journal of Science Education*. No 18. S. 889–901.
  12. La main à la pâte. URL: <https://fondation-lamap.org/> (дата звернення: 10.01.2023)
  13. Maršák, J., Janoušková, S. (2006). Trendy v přírodovědném vzdělávání. URL: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/1055/trendy-v-prirodovednem-vzdelavani.html>
  14. O'Connell, C. (2014). Inquiry Based Science Education. *Primer to the international AEMASE conference report*. Rome. P. 19–20.
  15. PISA-2018. The results. URL: [https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2020/02/PISA2018\\_Mizhnarodnyj-zvit\\_ukr.pdf](https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2020/02/PISA2018_Mizhnarodnyj-zvit_ukr.pdf)
  16. Riga, F., Winterbottom, M., Harris, E., Newby, L. (2017). Inquiry-based science education. *Science education*. Brill. P. 247-261.
  17. Rundgren, C. J. Implementation of inquiry-based science education in different countries: some reflections. (2018). *Cultural Studies of Science Education*. No 13, P. 607-615.
  18. Science Education for Responsible Citizenship: report to the European Commission of the expert group on science education (2015) / Chairperson Ellen Hazelkorn. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 86 p.
  19. Škoda, J. (2005). Současné trendy v přírodovědném vzdělávání. Ústí nad Labem : UJEP. 211 s.
  20. Škoda, J., & Doulík, P. (2009). Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, No 19(3), P. 24-44.
-

DOI 10.32782/NSER/2023-1-2  
УДК 502(477)(073)

## ТЕСТОВЕ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ УЧНІВ ІЗ ТЕМАТИЧНОГО РОЗДІЛУ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ГЕОГРАФІЇ 8-ГО КЛАСУ «ПРИРОДНІ УМОВИ Й РЕСУРСИ УКРАЇНИ»

### Павловська Тетяна Сергіївна

кандидат географічних наук, доцент,  
доцент кафедри фізичної географії  
Волинського національного університету імені Лесі Українки  
ORCID ID: 0000-0003-4931-0803

### Григор'єва Наталія Володимирівна

завідувач відділу природничих дисциплін  
Волинського інституту післядипломної педагогічної освіти  
ORCID ID: 0000-0001-8790-2776

### Паламар Анжеліка Андріївна

магістр  
Волинського національного університету імені Лесі Українки  
ORCID ID: 0009-0002-8868-8104

*У статті розкрито методичні особливості створення й використання тестових завдань як інструменту засвоєння знань і перевірки навчальних досягнень учнів із тематичного розділу «Природні умови й ресурси України» шкільного курсу географії 8-го класу. Проаналізовано теоретико-методичну базу формування географічних компетентностей учнів і реалізації моніторингу навчальних досягнень останніх засобами тестового контролю. Запропоновано приклади тестових завдань різних типів і форм. У процесі апробації розроблених тестових завдань на уроках географії в закладах загальної середньої освіти м. Луцька й Боратинської територіальної громади, а також під час проведення семінарів і навчальних занять з вчителями області у Волинському інституті післядипломної педагогічної освіти було виявлено головні переваги та недоліки тестового контролю перед іншими способами перевірки навчальних досягнень учнів, виокремлено необхідні умови створення та застосування тестових завдань для підвищення ефективності освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти, зокрема при вивченні географії. Запропоновано бачення перспектив подальшого удосконалення процесів конструювання й використання тестових завдань у шкільному курсі географії 8-го класу, а саме створення тестів із: 1) відображення міжпредметних зв'язків географії, фізики, біології, астрономії, хімії тощо; 2) наявністю ілюстративного матеріалу; 3) передбаченою необхідністю редагування чи доповнення учнем наявного ілюстративного матеріалу. Формування банку таких завдань зменшить обсяг рутинної роботи педагога в організації навчального процесу, полегшить його підготовку до уроку й сприятиме активізації пізнавальної діяльності учнів.*

**Ключові слова:** географія, освітній процес, природні ресурси, природні умови, тест, тестове завдання, тестовий контроль, тестове оцінювання.

**Pavlovska T. S., Hryhorieva N. V., Palamar A. A. Test assessment of students' knowledge from the thematic section of the 8th grade geography school course "Nature of Ukraine"**

*The article reveals the methodological features of creating and using test tasks as a tool for assimilating knowledge and checking the educational achievements of students from the thematic section "Nature of Ukraine" of the 8th-grade school geography course. The theoretical and methodological basis of forming geographical competences of students and implementing monitoring of their educational achievements through test control has been analyzed. Examples of test tasks of various types and forms are provided. Dur-*

*ing the piloting of the developed test tasks in geography lessons in general secondary education institutions of Lutsk and Boratyn territorial community, as well as during seminars and training sessions with teachers of the region at the Volyn Institute of Postgraduate Pedagogical Education, the main advantages and disadvantages of test control compared to other methods of checking students' educational achievements, as well as the necessary conditions for the creation and application of test tasks to increase the efficiency of the educational process in general secondary education institutions, particularly when studying geography, are highlighted. A vision of the prospects for further improvement of the processes of construction and use of test tasks in the 8th grade school geography course is offered, namely, the creation of tests from: 1) reflection of intersubject relationships of geography, physics, biology, astronomy, chemistry, etc.; 2) the presence of illustrative material; 3) the foreseen necessity of editing or supplementing the available illustrative material by the student. The formation of a bank of such tasks will reduce the amount of routine work for teachers in organizing the educational process, facilitate lesson preparation, and promote the activation of students' cognitive activity.*

**Key words:** *geography, educational process, natural resources, natural conditions, test, test task, test control, test assessment.*

**Вступ.** Шкільний курс географії 8-го класу спрямований на формування науково-географічної картини своєї держави як складника світової спільноти держав на основі комплексного її вивчення [1, с. 8]. Однією зі складових частин цього курсу географії є тематичний розділ «Природні умови й ресурси України». Його зміст відображає: основні форми рельєфу України, їх походження та просторове поширення, рельєфоутворюючі чинники та процеси; тектонічні структури на території України та їхню геологічну будову, основні події геологічної історії України; корисні копалини країни, умови їх формування, залягання та видобутку; клімат, кліматичні ресурси, сезонні погодні умови України та несприятливі погодно-кліматичні явища; води суходолу, умови їх формування та функціонування, просторовий розподіл та використання в господарській діяльності, підземні води та їх географію; основні типи ґрунтів та їх поширення й використання; сучасний склад рослинності України, рідкісні та зникаючі види й напрями їх охорони та відтворення, різноманітність тваринного світу; районування природних ландшафтів України, особливості органічного світу й екологічні проблеми природних зон і морів нашої країни; природно-ресурсний потенціал держави, види й екологічні наслідки його господарського використання, напрями раціонального природокористування. Ефективне засвоєння знань із цього тематичного розділу є важливим базисом для розуміння проблем і перспектив розвитку господарства й розміщення населення України, усвідомлення місця й ролі нашої держави в економічній, політичній, соціальній та культурній організації світової спільноти.

Сьогодні в практиці вчителів-географів використовується багато різноманітних форм, методів, методик і засобів оцінювання результатів навчання учнів. Одним із найпопулярніших методів пере-

вірки знань школярів є тестові завдання. Тестове оцінювання рівня компетентності успішно себе зарекомендувало не тільки в повсякденній педагогічній діяльності вчителя, а й у проведенні національних вимірювань навчальних досягнень учнів. Однак, незважаючи на те, що використання тестової технології в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти має в Україні вже доволі тривалу історію (слід згадати праці таких науковців як Л. Ващенко [8], Л. Вішнікіна [2], А. Гривко [8], Ю. Жук [8], С. Науменко [7; 8], В. Попов [4] та ін.), методика складання й проведення тестів саме в навчанні географії потребує подальшого удосконалення. Це, насамперед, пов'язано із широким залученням сучасних технічних засобів та інструментів контролю знань в умовах офлайн- та онлайн-навчання, а також реалізації інтегративного підходу в освіті при вивченні школярами природничих наук [3].









**Матеріали та методи.** Теоретико-методичною основою дослідження слугували публікації науковців, вчителів і методистів щодо практики застосування тестових завдань у сучасній українській школі. Інформаційною базою створення тестів із указанного тематичного розділу шкільного курсу географії 8-го класу були Інтернет-ресурси, Атлас. Україна у світі: природа, населення. Географія 8 кл., підручники з географії для 8-го класу (автори: Г. Довгань, О. Стадник, С. Кобернік, Р. Коваленко, В. Пестушко, Г. Уварова).

**Результати.** Тест – метод виявлення конкретних якостей особистості й інтенсивності їх вираженості, обсягу та якості знань, навичок і вмінь людини за допомогою спеціально підготовлених питань, задач, ситуацій тощо [4, с. 6]. Існують різні класифікації й типізації тестових завдань за змістом і конструкцією. Пропонуємо приклади тестових завдань різних видів (табл. 1), які складено відповідно до змісту діючої та модельної навчальних програм [1; 6].

Таблиця 1

**Тестові завдання різних видів із тематичного розділу «Природні умови й ресурси України» шкільного курсу географії 8-го класу**

Різновиди тестів	Приклади тестових завдань
Тести-визначники з однією однозначно правильною відповіддю.	<p>1. Укажіть частку території України, яку займають гори.  <b>А. 5 %.</b>            Б. 25 %.            В. 75 %.            Г. 10 %.</p> <p>2. Укажіть найглибше озеро України.            А. Китай.            Б. Катлабуг.  <b>В. Світязь.</b>            Г. Сомин.</p> <p>3. Укажіть назву безлісої вершини Кримських гір.            А. Полонина.  <b>Б. Яйла.</b>            В. Плай.            Г. Кичера.</p> <p>4. Продовжіть. Різниця абсолютних висот витoku й гирла річки – це ...            А. Похил річки.  <b>Б. Падіння річки.</b>            В. Довжина річки.            Г. Довжина басейну.</p> <p>5. Укажіть перелік географічних характеристик зони широколистяних лісів України.            А. Значне заболочення, наявність льодовикових та еолових форм рельєфу, повсюдне поширення сосни й дуба, густа гідромережа.  <b>Б. Значне розчленування рельєфу, поширення карстових печер, сірих лісових і чорноземних ґрунтів, наявність мінеральних вод типу «Нафтуся».</b>            В. Наявність найглибшого озера України, надмірне зволоження, домінування болотної й лучної рослинності, поширення комахоїдних рослин.            Г. Домінування лісової рослинності, значні поклади торфу, поширення дерново-підзолистих ґрунтів, значні чисельність та видове різноманіття орнітофауни.</p>
Тести-визначники, де усі відповіді правильні.	<p>1. Укажіть регіони України, на території яких наявні родовища кам'яного вугілля.            А. Волинська область.            Б. Донецька область.            В. Львівська область.  <b>Г. Усі відповіді правильні.</b></p> <p>2. Укажіть форми рельєфу, які перетинає річкова система Південного Бугу:            А. Подільська височина.            Б. Придніпровська височина.            В. Причорноморська низовина.  <b>Г. Усі відповіді правильні.</b></p> <p>3. Укажіть річки, які впадають у Чорне море.            А. Дніпро.            Б. Південний Буг.            В. Дунай.  <b>Г. Усі відповіді правильні.</b></p>
Тести-визначники, що мають кілька правильних відповідей (кількість таких відповідей обов'язково вказана).	<p>1. Укажіть три тектонічні структури України, в геологічній будові яких головну роль відіграють породи мезозойського віку.            А. Український щит.            Б. Донецька складчаста споруда.  <b>В. Волино-Подільська плита.</b>  <b>Г. Кримська складчаста споруда.</b>  <b>Д. Галицько-Волинська западина.</b></p> <p>2. Укажіть три види корисних копалин, за запасами яких Україна належить до числа провідних країн світу.            А. Кухонна сіль.            Б. Алюмінієві руди.  <b>В. Залізні руди.</b>  <b>Г. Марганцеві руди.</b>  <b>Д. Графіт.</b></p> <p>3. Укажіть дві форми рельєфу України, які є головними бар'єрами на шляху переміщення повітряних мас.            А. Придніпровська височина.            Б. Поліська низовина.  <b>В. Українські Карпати.</b>  <b>Г. Кримські гори.</b>  <b>Д. Словечансько-Овруцький кряж.</b></p>

Різновиди тестів	Приклади тестових завдань
Тести-визначники, що мають кілька правильних відповідей, але їх кількість не вказана.	<p>1. Укажіть тектонічні структури України, в межах яких найімовірніший прояв землетрусів.</p> <p>А. Схили воронезького кристалічного масиву.  <b>Б. Карпатська складчаста область.</b>  <b>В. Кримська складчаста область.</b>  Г. Донецька складчаста споруда.  Д. Галицько-Волинська западина.</p> <p>2. Укажіть із указанного переліку докембрійські платформенні структури України.</p> <p>А. Донецька складчаста споруда.  <b>Б. Український щит.</b>  <b>В. Схили воронезького кристалічного масиву.</b>  Г. Причорноморська западина.  Д. Передкарпатський прогин.</p> <p>3. Укажіть адміністративні області України, узбережжя яких омиваються водами Чорного моря.</p> <p>А. Запорізька.  <b>Б. Миколаївська.</b>  <b>В. Одеська.</b>  Г. Донецька.  Д. Херсонська.</p> <p>4. Укажіть річки, які протікають в степовій зоні України.</p> <p><b>А. Південний Буг.</b>  Б. Західний Буг.  <b>В. Сіверський Донець.</b>  Г. Кальміус.  Д. Інгулець.</p>
Тести-визначники, в яких відповіді розміщуються зі збільшенням кількості об'єктів.	<p>1. Укажіть генетичні типи рельєфу, які представлені на Поліссі.</p> <p>А. Флювіальний (водно-ерозійний та водно-аккумулятивний).  Б. Флювіальний (водно-ерозійний та водно-аккумулятивний), соловий.  В. Флювіальний (водно-ерозійний та водно-аккумулятивний), соловий, карстовий.  <b>Г. Флювіальний (водно-ерозійний та водно-аккумулятивний), соловий, карстовий, льодовиковий.</b></p> <p>2. Укажіть річки України, які належать до басейну Чорного моря.</p> <p>А. Прип'ять, Десна.  Б. Прип'ять, Десна, Південний Буг.  В. Прип'ять, Десна, Південний Буг, Дунай.  <b>Г. Прип'ять, Десна, Південний Буг, Дунай, Дніпро.</b></p> <p>3. Укажіть повітряні маси, під впливом яких формуються погодно-кліматичні умови України.</p> <p>А. Морські помірні повітряні маси.  Б. Морські помірні повітряні маси, континентальні помірні повітряні маси.  В. Морські помірні повітряні маси, континентальні помірні повітряні маси, арктичні повітряні маси.  <b>Г. Морські помірні повітряні маси, континентальні помірні повітряні маси, арктичні повітряні маси, тропічні повітряні маси.</b></p>
Тести-визначники з використанням малюнків, графіків, схем, діаграм, умовних знаків.	<p>1. Укажіть схематичне зображення замкненої області атмосферного тиску, яка приносить в Україну відлигу взимку й опади влітку.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>А.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Б.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>В.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Г.</p> </div> </div> <p>2. Укажіть корисні копалини, характерні для Поліської низовини.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>А.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Б.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>В.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Г.</p> </div> </div>
Альтернативні тести	<p>1. Унікальною особливістю Азовського моря є наявність сірководню в нижньому шарі води.</p> <p>1. Так. 2. Ні.</p> <p>2. Найглибше озеро України утворилося внаслідок розчинення карбонатних порід поверхневими й підземними водами.</p> <p>1. Так. 2. Ні.</p> <p>3. Природні умови й природні ресурси України сприятливі для розвитку курортно-рекреаційного господарства.</p> <p>1. Так. 2. Ні.</p>

## Продовження таблиці 1

Різновиди тестів	Приклади тестових завдань																
Тести з визначенням об'єкта за короткою характеристикою.	<p>1. Упізнайте природну зону за описом: домінують дерново-підзолисті ґрунти, поширені бори, субори, болотна рослинність, мешкають лось, тетерук, бобер, вепр, дятел, сова, рись, переважаючи абсолютні відмітки поверхні – 150–180 м.  <b>А. Зона мішаних лісів.</b>  Б. Зона широколистяних лісів.  В. Степова зона.  Г. Лісостепова зона.</p> <p>2. Укажіть тип ґрунту, який сформувався під дубово-сосновими лісами з трав'яним покривом в умовах надмірно зволоження, має високу кислотність і водопроникність, містить 1,0–2,5 % гумусу.  <b>А. Дерново-підзолисті.</b>  Б. Чорноземи типові.  В. Коричневі.  Г. Солончаки.</p> <p>3. Упізнайте регіон України за описом: найнижчі значення сумарної сонячної радіації (рік), найбільші значення річних сум опадів, помітна зміна кліматичних характеристик з висотою.  <b>А. Українські Карпати.</b>  Б. Чорноморське узбережжя.  В. Волинське Полісся.  Г. Донбас.</p>																
Тести з визначенням об'єкта за короткою характеристикою, де відповідь треба записати самостійно.	<p>1. Укажіть підзону степу України з домінуванням каштанових ґрунтів. _____ (<i>сухостепова</i>).</p> <p>2. Укажіть епоху горотворення, в яку виникли Українські Карпати. _____ (<i>альпійська</i>).</p> <p>3. Укажіть найвищу абсолютну висоту рівнинної частини України _____ (<i>515 м</i>).</p> <p>4. Укажіть пору року в Україні, яка характеризується найбільш нестійкою погодою _____ (<i>весна</i>).</p>																
Визначення об'єкта за переліком географічних об'єктів із варіантами відповідей.	<p>1. Укажіть тип рослинності за переліком представників її видового складу: сфагнум, багно болотяне, журавлина, очерет, осока, хвоц.  <b>А. Болотна рослинність.</b>  Б. Лучна рослинність.  В. Водна рослинність.  Г. Лісова рослинність</p> <p>2. Укажіть природну зону за переліком представників видового складу її фауни: хом'як, байбак, ховрах, полівка, миші, дрохва, перепілка, куріпка.  <b>А. Лісостепова зона.</b>  <b>Б. Степова зона.</b>  В. Зона мішаних лісів.  Г. Зона широколистяних лісів.</p> <p>3. Укажіть річкову систему за переліком приток головної річки: Ворскла, Псел, Сула, Рось, Інгулець, Тетерів.  <b>А. Річкова система Дунаю.</b>  <b>Б. Річкова система Дніпра.</b>  В. Річкова система Дністра.  Г. Річкова система Сіверського Дінця.</p>																
Визначення об'єкта за переліком інших об'єктів без варіантів відповідей.	<p>1. Укажіть природну зону України за назвами річок, які в ній розміщені: Південний Буг, Сула, Рось, Псел.  Відповідь: _____ (<i>лісостепова зона</i>)</p> <p>2. Укажіть природну зону за переліком форм рельєфу, які в ній розміщені: Приазовська височина, Донецька височина, Причорноморська низовина, Північнокримська рівнина.  Відповідь: _____ (<i>степова зона</i>)</p> <p>3. Укажіть річку України, на якій споруджено такі водосховища: Київське, Канівське, Кременчуцьке, Кам'янське, Дніпровське.  Відповідь: _____ (<i>Дніпро</i>)</p>																
Знаходження відповідних правильних пар тестового завдання.	<p>1. Увідповідніть тектонічні структури України й форми рельєфу, які їм відповідають.</p> <table border="0"> <tr> <td>А. Український щит.</td> <td>1. Північнокримська низовина.</td> </tr> <tr> <td>Б. Волино-Подільська плита.</td> <td>2. Передкарпатська височина.</td> </tr> <tr> <td>В. Передкарпатський крайович прогин.</td> <td>3. Волино-Подільська височина.</td> </tr> <tr> <td>Г. Скіфська плита</td> <td>4. Приазовська височина</td> </tr> </table> <p>Відповідь: А – 4; Б – 3; В – 2; Г – 1.</p> <p>2. Увідповідніть генетичний тип і форми рельєфу України, які йому відповідають.</p> <table border="0"> <tr> <td>А. Водно-ерозійний.</td> <td>1. Великий Агаманський під.</td> </tr> <tr> <td>Б. Суфозійний.</td> <td>2. Печера Оптимістична.</td> </tr> <tr> <td>В. Карстовий.</td> <td>3. Волинське моренне пасмо.</td> </tr> <tr> <td>Г. Льодовиковий.</td> <td>4. Дністровський каньон.</td> </tr> </table> <p>Відповідь: А – 4; Б – 1; В – 2; Г – 3.</p>	А. Український щит.	1. Північнокримська низовина.	Б. Волино-Подільська плита.	2. Передкарпатська височина.	В. Передкарпатський крайович прогин.	3. Волино-Подільська височина.	Г. Скіфська плита	4. Приазовська височина	А. Водно-ерозійний.	1. Великий Агаманський під.	Б. Суфозійний.	2. Печера Оптимістична.	В. Карстовий.	3. Волинське моренне пасмо.	Г. Льодовиковий.	4. Дністровський каньон.
А. Український щит.	1. Північнокримська низовина.																
Б. Волино-Подільська плита.	2. Передкарпатська височина.																
В. Передкарпатський крайович прогин.	3. Волино-Подільська височина.																
Г. Скіфська плита	4. Приазовська височина																
А. Водно-ерозійний.	1. Великий Агаманський під.																
Б. Суфозійний.	2. Печера Оптимістична.																
В. Карстовий.	3. Волинське моренне пасмо.																
Г. Льодовиковий.	4. Дністровський каньон.																

Різновиди тестів	Приклади тестових завдань																																				
Знаходження відповідних пар правильних відповідей з одним зайвим варіантом у правому стовпчику.	<p>1. Увідповідність родовище корисної копалини та тектонічну структуру, до якої воно приурочене.</p> <table border="0"> <tr> <td>А. Сокальське родовище кам'яного вугілля.</td> <td>1. Український щит.</td> </tr> <tr> <td>Б. Прилуцьке родовище найти.</td> <td>2. Дніпровсько-Донецька западина.</td> </tr> <tr> <td>В. Гринівське родовище природного газу.</td> <td>3. Передкарпатський прогин.</td> </tr> <tr> <td>Г. Семенівсько-Олександрівське родовище бурого вугілля</td> <td>4. Галицько-Волинська западина.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5. Донецька складчаста споруда.</td> </tr> </table> <p><i>Відповідь: А – 4; Б – 2; В – 3; Г – 1.</i></p> <p>2. Увідповідність родовище мінеральних вод і регіон його місцезнаходження.</p> <table border="0"> <tr> <td>А. Миргородське</td> <td>1. Прикарпаття.</td> </tr> <tr> <td>Б. Трускавецьке.</td> <td>2. Поділля.</td> </tr> <tr> <td>В. Куяльницьке.</td> <td>3. Полтавщина.</td> </tr> <tr> <td>Г. Хмельницьке</td> <td>4. Буковина.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5. Північне Причорномор'я.</td> </tr> </table> <p><i>Відповідь: А – 3; Б – 1; В – 5; Г – 2.</i></p>	А. Сокальське родовище кам'яного вугілля.	1. Український щит.	Б. Прилуцьке родовище найти.	2. Дніпровсько-Донецька западина.	В. Гринівське родовище природного газу.	3. Передкарпатський прогин.	Г. Семенівсько-Олександрівське родовище бурого вугілля	4. Галицько-Волинська западина.		5. Донецька складчаста споруда.	А. Миргородське	1. Прикарпаття.	Б. Трускавецьке.	2. Поділля.	В. Куяльницьке.	3. Полтавщина.	Г. Хмельницьке	4. Буковина.		5. Північне Причорномор'я.																
А. Сокальське родовище кам'яного вугілля.	1. Український щит.																																				
Б. Прилуцьке родовище найти.	2. Дніпровсько-Донецька западина.																																				
В. Гринівське родовище природного газу.	3. Передкарпатський прогин.																																				
Г. Семенівсько-Олександрівське родовище бурого вугілля	4. Галицько-Волинська западина.																																				
	5. Донецька складчаста споруда.																																				
А. Миргородське	1. Прикарпаття.																																				
Б. Трускавецьке.	2. Поділля.																																				
В. Куяльницьке.	3. Полтавщина.																																				
Г. Хмельницьке	4. Буковина.																																				
	5. Північне Причорномор'я.																																				
Знаходження трьох відповідників із трьох колонок можливих відповідей.	<p>1. Увідповідність указані тектонічні структури України з відповідними їм формами рельєфу та найпоширенішими в їхніх межах корисними копалинами.</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th><i>Тектонічна структура</i></th> <th><i>Форма рельєфу</i></th> <th><i>Корисні копалини</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А. Український щит</td> <td>1. Донецька височина</td> <td>а) кам'яне вугілля, ртутні руди, вогнетривкі глини;</td> </tr> <tr> <td>Б. Донецька складчаста споруда</td> <td>2. Подільська низовина</td> <td>б) буре вугілля, торф, бурштин, титанові руди;</td> </tr> <tr> <td>В. Дніпровсько-Донецька западина</td> <td>3. Полтавська рівнина</td> <td>в) природний газ, лікувальні грязі, глина, вапняк;</td> </tr> <tr> <td>Г. Причорноморська западина</td> <td>4. Причорноморська низовина</td> <td>г) нафта, природний газ, кухонна сіль, торф;</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5. Приазовська височина</td> <td>д) свинцево-цинкові руди, озокерит, золото</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Відповідь: А – 2; Б – 1 – а; В – 3 0 г; Г – 40 в.</i></p> <p>2. Увідповідність природні зони, типові для них ґрунти та рослинність.</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th><i>Природна зона</i></th> <th><i>Ґрунти</i></th> <th><i>Природна рослинність</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А. Степова</td> <td>1. Дерново-підзолисті, торфово-болотні</td> <td>а) сосна, дуб, береза, вільха;</td> </tr> <tr> <td>Б. Лісостепова</td> <td>2. Чорноземи звичайні, чорноземи південні</td> <td>б) бук, дуб, граб, липа;</td> </tr> <tr> <td>В. Мішаних лісів</td> <td>3. Чорноземи типові, чорноземи опідзолені</td> <td>в) дуб, граб різнотрав'я;</td> </tr> <tr> <td>Г. Широколистяних лісів</td> <td>4. Сірі лісові, чорноземи опідзолені</td> <td>г) ковила, типчак, тонконог;</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5. Коричневі, бурі гірсько-лісові</td> <td>д) бук, ялівець, тис ягідний</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Відповідь: А – 2 – г; Б – 3 – в; В – 1 – а; Г – 4 – б.</i></p>	<i>Тектонічна структура</i>	<i>Форма рельєфу</i>	<i>Корисні копалини</i>	А. Український щит	1. Донецька височина	а) кам'яне вугілля, ртутні руди, вогнетривкі глини;	Б. Донецька складчаста споруда	2. Подільська низовина	б) буре вугілля, торф, бурштин, титанові руди;	В. Дніпровсько-Донецька западина	3. Полтавська рівнина	в) природний газ, лікувальні грязі, глина, вапняк;	Г. Причорноморська западина	4. Причорноморська низовина	г) нафта, природний газ, кухонна сіль, торф;		5. Приазовська височина	д) свинцево-цинкові руди, озокерит, золото	<i>Природна зона</i>	<i>Ґрунти</i>	<i>Природна рослинність</i>	А. Степова	1. Дерново-підзолисті, торфово-болотні	а) сосна, дуб, береза, вільха;	Б. Лісостепова	2. Чорноземи звичайні, чорноземи південні	б) бук, дуб, граб, липа;	В. Мішаних лісів	3. Чорноземи типові, чорноземи опідзолені	в) дуб, граб різнотрав'я;	Г. Широколистяних лісів	4. Сірі лісові, чорноземи опідзолені	г) ковила, типчак, тонконог;		5. Коричневі, бурі гірсько-лісові	д) бук, ялівець, тис ягідний
<i>Тектонічна структура</i>	<i>Форма рельєфу</i>	<i>Корисні копалини</i>																																			
А. Український щит	1. Донецька височина	а) кам'яне вугілля, ртутні руди, вогнетривкі глини;																																			
Б. Донецька складчаста споруда	2. Подільська низовина	б) буре вугілля, торф, бурштин, титанові руди;																																			
В. Дніпровсько-Донецька западина	3. Полтавська рівнина	в) природний газ, лікувальні грязі, глина, вапняк;																																			
Г. Причорноморська западина	4. Причорноморська низовина	г) нафта, природний газ, кухонна сіль, торф;																																			
	5. Приазовська височина	д) свинцево-цинкові руди, озокерит, золото																																			
<i>Природна зона</i>	<i>Ґрунти</i>	<i>Природна рослинність</i>																																			
А. Степова	1. Дерново-підзолисті, торфово-болотні	а) сосна, дуб, береза, вільха;																																			
Б. Лісостепова	2. Чорноземи звичайні, чорноземи південні	б) бук, дуб, граб, липа;																																			
В. Мішаних лісів	3. Чорноземи типові, чорноземи опідзолені	в) дуб, граб різнотрав'я;																																			
Г. Широколистяних лісів	4. Сірі лісові, чорноземи опідзолені	г) ковила, типчак, тонконог;																																			
	5. Коричневі, бурі гірсько-лісові	д) бук, ялівець, тис ягідний																																			
Відкриті (перспективні) тести з необхідністю вставити пропущені слова або дописати речення.	<p>1. Вставте пропущені слова. З нафтогазоносних регіонів України найбільш перспективним вважається _____ (Південний), а найбільш виснаженим – _____ (Західний).</p> <p>2. Продовжіть. Найвищою в Україні є гора _____ (Говерла).</p> <p>3. Вставте пропущене слово. Більша частина території України знаходиться в _____ (помірному) кліматичному поясі.</p>																																				
Тести з розрахунками й варіантами відповідей	<p>1. Визначте похил р. Південний Буг, якщо відомо, що річка бере свій початок на висоті 321 м над рівнем моря і має протяжність 806 км.</p> <p><b>А. 40 см/км.</b> Б. 4 м/км. В. 2,5 м/км. Г. 3, 21 м/км.</p> <p>2. Визначте річний стік річки Стохід на гідропосту Любешів, якщо середні витрати води у 2022 р. становили 9,13 м<sup>3</sup>/с.</p> <p><b>А. 0,3 км<sup>3</sup>/с.</b> Б. 3 м<sup>3</sup>/с. В. 3330 м<sup>3</sup>/с. Г. 300 км<sup>3</sup>/с.</p>																																				



## Закінчення таблиці 1

Різновиди тестів	Приклади тестових завдань
Тест-класифікатор із укаваною класифікацією (типізацією)	<p>1. Розташуйте корисні копалини за вказаними групами:  Паливні: _____.  Рудні: _____.  Нерудні: _____.  Крейда, буре вугілля, калійна сіль, титанова руда, марганцева руда, флюсові вапняки, бурштин, природний газ, торф, кобальтова руда, горючі сланці, ртутна руда.  <i>Відповідь. Паливні: буре вугілля, природний газ, торф, горючі сланці. Рудні: титанова руда, марганцева руда, кобальтова руда, ртутна руда. Нерудні: крейда, калійна сіль, флюсові вапняки, бурштин.</i></p> <p>2. Розташуйте форми рельєфу України відповідно до їх генетичного типу:  Водно-аккумулятивний і водно-ерозійний: _____.  Льодовиковий: _____.  Карстовий: _____.  Волинське моренне пасмо, Дністровський каньйон, печера Кришталева, улоговина оз. Світязь, Канівські гори, печера Озерна, ози біля смт Шацьк, острів Любичів, балка Байдиха.  <i>Відповідь. Водно-аккумулятивний і водно-ерозійний: Дністровський каньйон, острів Любичів, балка Байдиха. Льодовиковий: Волинське моренне пасмо, Канівські гори, ози біля смт Шацьк. Карстовий: печера Кришталева, печера Озерна, улоговина оз. Світязь.</i></p>
Тести з розміщенням відповідей у заданій послідовності	<p>1. Укажіть гірські вершини за порядком зростання їхніх абсолютних висот.  А. г. Берда.  Б. г. Ай-Петрі.  В. г. Камула.  Г. г. Піп Іван.  <i>Відповідь: В, А, Б, Г.</i></p> <p>2. Укажіть обласні центри України за порядком настання в них нової доби.  А. Харків.  Б. м. Кропивницький.  В. м. Вінниця.  Г. м. Ужгород.  <i>Відповідь: А, Б, В, Г.</i></p> <p>3. Укажіть тектонічні структури України в хронологічному порядку їх формування.  А. Українські Карпати.  Б. Донецька складчаста споруда.  В. Український щит.  Г. Волино-Подільська плита.  <i>Відповідь: В, Г, Б, А.</i></p>
Тести на знаходження зайвого об'єкта за певним критерієм	<p>1. Укажіть з переліку річку, що не впадає в Чорне море: а) Дунай; <b>б) Салгир</b>; в) Дніпро; г) Дністер; д) Західний Буг; е) Південний Буг.  2. Укажіть із переліку гірський масив, який не належить до Українських Карпат: а) Вулканічний хребет; <b>б) Бабуган-яйла</b>; в) Чивчини; г) Горгани; д) Рахівський масив; е) Вододільний хребет.</p>
Тести на знаходження зайвого об'єкта без критеріїв відбору	<p>1. Укажіть зайвий об'єкт із перелічених: а) торф; б) горючі сланці; <b>в) графіт</b>; г) нафта; д) буре вугілля; е) природний газ.  2. Укажіть зайвий об'єкт із перелічених: а) Дніпро; б) Дністер; в) Південний Буг; <b>г) Західний Буг</b>; д) Дунай; е) Прип'ять.</p>

**Висновки.** Досвід практичної педагогічної діяльності дозволяє стверджувати, що тестовий контроль має низку переваг перед іншими способами перевірки навчальних досягнень учнів: об'єктивність оцінювання; учні, які тестуються перебувають в рівних умовах; невелика витрата часу на тестування й перевірку його результатів; відсутній вплив орфографічної та стилістичної грамотності учнів на об'єктивність оцінювання географічних знань; різноманітність форм і видів тестових завдань, що дозволяє їх часто застосовувати на уроках без втрати інтересу до них з боку учнів; отримання швидкого й систематичного зворотного зв'язку у взаємодії вчитель – учень; можливість за відносно короткий проміжок часу встановити рівень знань учнів зі значного за обсягом вивченого

матеріалу. Варто також зауважити ще один позитивний аспект використання тестових завдань – вони є одним із інструментів переробки навчальної інформації. Адже відомо, що від активної смислової перебудови засвоюваного матеріалу залежить міцність і тривалість запам'ятовування. Інформація, яка не зазнає ніякої переробки, залишає лише короткочасний сенсорний слід. Інформація, яка просто повторюється, може бути відтворена протягом короткого часу. І лише інформація, яка зазнала більш суттєвої переробки, знаходить шлях до тривалої пам'яті, де вона і зберігається як у своєрідному сховищі [5, с. 17]. Перебудова й переробка інформації за допомогою тестів може відбуватися шляхом створення тестових завдань різних форм і рівнів складності, поєднанням змістового матеріалу різних тем, розділів,

шкільних курсів географії і навіть інших шкільних предметів, різними акцентами на взаємозв'язках географічних об'єктів, явищ і процесів тощо. Для покращення запам'ятовування учнями навчальної інформації та усвідомлення ними причин виникнення помилок при розв'язуванні тестових завдань вважаємо доцільним також проведення роботи над помилками. Учень повинен розуміти, де він її припустився і яка відповідь була правильною та чому саме вона.

Головними недоліками тестового контролю вважаємо: ймовірність випадкового вибору правильної відповіді; можливість легкого списування відповідей в інших учнів; неможливість простеження логіки міркувань школяра; відсутність розвитку усного й письмового мовлення учня.

Щоб проведення тестового контролю на уроках географії, і у 8-му класі зокрема, підвищувало ефективність освітнього процесу, вважаємо за необхідне дотримуватися певних умов створення й застосування тестових завдань: 1) відповідність змісту тестового завдання сучасній об'єктивній інформації, навчальному матеріалу й вимогам навчальної програми для загальноосвітніх навчальних закладів «Географія. 6–9 класи»; 2) використання в освітній діяльності різних типів (форм) і рівнів складності тестових завдань (для підсилення інтересу в учнів до роботи з такого роду завданнями та задіяння в них різних рівнів мислення (знання, розуміння, аналіз, синтез, оцінювання фактів та інформації тощо); 3) обов'язкове поєднання в системі тестових завдань навчальної, мотиваційно-орієнтуючої, розвиваючої, контролюючої функцій; 4) чітке й зрозуміле формулювання запитань і відповідей тестових завдань без двозначних тлумачень, некоректності та зайвих слів; 5) використання у тес-

тових завданнях географічних об'єктів із чіткими ознаками, характеристиками, які суттєво відрізняють їх від інших подібних об'єктів; 6) наявність чітких критеріїв оцінювання тестових завдань; 7) відображення в тестових завданнях взаємозв'язку викладеної інформації з навчальним матеріалом різних тем розділу (розділів, шкільних курсів географії та інших шкільних предметів); 8) складання тестового завдання з урахуванням збалансованого поєднання новизни викладеної інформації та достатнього рівня обізнаності учня, його вікових особливостей для виконання цього завдання; 9) формулювання запитань в позитивній формі (за можливості), починаючи з дієслова (спонукає мисленнєву діяльність); 10) конструювання й підбір тестових завдань для поточного чи підсумкового контролю повинне здійснюватися з урахуванням 12-бальної шкали оцінювання навчальних досягнень учнів й передбачати певний ліміт часу для виконання завдань відповідно до ступеня їх складності [2, с. 24; 4, с. 8; 7, с. 52].

Запропоновані тестові завдання можуть бути використані вчителями для складання контрольних тестів на різних платформах, у тому числі на платформі-конструкторі KAHOOT, у GOOGLE-формі на платформі CLASROOM.

У перспективі в напрямку удосконалення роботи й способів використання тестового контролю вважаємо доцільним розширення бази тестових завдань, які б: 1) відображали міжпредметні зв'язки географії, фізики, біології, астрономії, хімії тощо; 2) містили ілюстративний матеріал; 3) передбачали необхідність інформаційного доповнення учнем наявного ілюстративного матеріалу. Впевнені, що формування банку таких завдань полегшить підготовку педагога до уроку й сприятиме активізації пізнавальної діяльності учнів.

### Література:

1. Географія 6–9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Міністерство освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/2022/08/15/navchalna.programa-2022.geography-6-9.pdf>.
2. Засць Т.С., Вішнікіна Л.П. Тестове оцінювання знань учнів з географії. *Впровадження сучасних технологій навчання географії у шкільній, вищій, післядипломній освіті*: матеріали Всеукраїнського науково-практичного семінару. Полтава : ПОШПО, 2006. С. 22–32.
3. Засекіна Т. М. Інтеграція в шкільній природничій освіті: теорія і практика : монографія. Київ : Педагогічна думка, 2020. 400 с.
4. Збірник тестових завдань різних типологічних форм та рівнів складності з курсу «Загальна географія» 6 клас: збірник дидактично-методичних матеріалів за результатами роботи обласної творчої групи / упор. В.Д. Попов. Суми : НВВ КЗ СОШПО, 2018. 84 с.
5. Мащенко О.М. Технологія формування цілісних знань про географічні об'єкти. *Впровадження сучасних технологій навчання географії у шкільній, вищій, післядипломній освіті*: матеріали Всеукраїнського науково-практичного семінару. Полтава : ПОШПО, 2006. С. 17–22.
6. Модельна навчальна програма «Географія. 6–9 класи» для закладів загальної середньої освіти / Кобернік С.Г., Коваленко Р.Р., Гільберг Т.Г., Даценко Л.М. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2021/14.07/Model.navch.prohr.5-9.klas.NUSH-poetap.z.2022/Prirod.osv.galuz/Neohrafiya/Neohrafiya.6-9%20kl.Kobernik.ta.in.06.05.22.pdf>.

7. Науменко С. Тестові завдання з географії для зовнішнього незалежного оцінювання навчальних досягнень випускників загальноосвітніх навчальних закладів як інструментарій реалізації моніторингу навчальних досягнень учнів 6 і 7 класів з географії. *Наука і суспільство*. 2011. № 7-8. С. 48–57.
8. Тестові технології оцінювання компетентностей учнів : посібник / за ред. Ляшенка О.І., Жука Ю. Київ : Видавничий дім «Сам», 2017. 128 с.

#### References:

1. Heohrafiia 6–9 klasy. Navchalna prohrama dlia zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv (2022) [Curriculum «Geography. 6–9 grades» for institutions of general secondary education]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/2022/08/15/navchalna.programa-2022.geography-6-9.pdf>
2. Zaiets T. S., Vishnikina L. P. (2006). Testove otsiniuvannia znan uchniv z heohrafiï. [Test assessment of students' knowledge of geography]. *Vprovadzhennia suchasnykh tekhnolohii navchannia heohrafiï u shkilnii, vyshchii, pislidyplomnii osviti: materialy Vseukrainskoho naukovo-praktychnoho seminaru*. Poltava: POIPPO. S. 22–32. [in Ukrainian].
3. Zasiakina T. M. (2020). Intehratsiia v shkilnii pryrodnychii osviti: teoriia i praktyka: monohrafiia [Integration in school science education: theory and practice]. Kyiv: Pedagogichna dumka, 400 s. [in Ukrainian].
4. Zbirnyk testovykh zavdan riznykh typolohichnykh form ta rivniv skladnosti z kursu «Zahalna heohrafiia» 6 klas: zbirnyk dydaktychno-metodychnykh materialiv za rezultatamy roboty oblasnoi tvorchoi hrupy (2018). [Collection of test tasks of various typological forms and levels of complexity from the course «General Geography» 6th grade] / upor. V. D. Popov. Sumy: NVV KZ SOIPPO, 84 s.
5. Mashchenko O. M. (2006). Tekhnolohiia formuvannia tsilisnykh znan pro heohrafichni obiekty [Technology of formation of integral knowledge about geographical objects]. *Vprovadzhennia suchasnykh tekhnolohii navchannia heohrafiï u shkilnii, vyshchii, pislidyplomnii osviti: materialy Vseukrainskoho naukovo-praktychnoho seminaru*. Poltava: POIPPO, S. 17–22.
6. Modelna navchalna prohrama «Heohrafiia. 6–9 klasy» dlia zakladiv zahalnoi serednoi osvity (2022) [Model curriculum «Geography. 6–9 grades» for institutions of general secondary education] (avt.: Kobernik S. H., Kovalenko R. R., Hilberh T. H., Datsenko L. M.). URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2021/14.07/Model.navch.prohr.5-9.klas.NUSH-poetap.z.2022/Prirod.osv.galuz/Heohrafiya/Heohrafiya.6-9%20kl.Kobernik.ta.in.06.05.22.pdf>
7. Науменко С. (2011). Тестові завдання з географії для зовнішнього незалежного оцінювання навчальних досягнень випускників загальноосвітніх навчальних закладів як інструментарій реалізації моніторингу навчальних досягнень учнів 6 і 7 класів з географії [Test tasks in geography for external independent assessment of educational achievements of graduates of general educational institutions as a tool for monitoring the educational achievements of 6th and 7th grade students in geography]. *Наука і суспільство*. № 7–8. С. 48–57.
8. Тестові технології оцінювання компетентностей учнів: посібник / за ред. Ляшенка О. І., Жука Ю. О. Київ: Видавничий дім «Сам», 2017. 128 с.

## ОБНОВЛЕННЯ ЗМІСТУ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ У ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ НАУК

**Сяська Інна Олексіївна**

доктор педагогічних наук, доцент,  
професор кафедри біології, здоров'я людини та фізичної терапії  
Рівненського державного гуманітарного університету  
ORCID ID: 0000-0002-6096-1335

*У статті актуалізовано необхідність і доцільність побудови освітньої парадигми, заснованої на концепції коєволюції розвитку природи та сталого суспільства, як методологічного підґрунтя для впровадження екологічних цінностей, ноосферного мислення у зміст професійної підготовки майбутніх педагогів. Дослідження проведено на основі аналізу стану реалізації компетентнісно орієнтованої екологічної освіти й виховання у професійній підготовці майбутніх учителів природничих наук в теорії й освітній практиці закладів вищої освіти України. Визначено функції, які покладені на зміст екологічно спрямованої професійної підготовки майбутніх учителів природничих наук (методологічна, навчально-пізнавальна, міжпредметно-інтегративна, методична, практично-діяльнісна, особистісно-розвивальна, самооцінювальна) та схарактеризовано їхню сутність. На основі наведеного дидактичного підґрунтя та визначених функцій впроваджено оновлення змісту освітнього контенту професійної підготовки майбутніх учителів природничих наук у напрямі його екологізації. На підставі аналізу змісту дисциплін загального й професійного циклів освітнього контенту встановлено, що екологічно спрямована професійна підготовка майбутніх учителів природничих наук містить такі змістові компоненти: екологічний, природничо-науковий, педагогічний, культурологічний, соціально-економічний. До змісту екологічно спрямованої професійної підготовки майбутніх учителів природничих наук другого (магістерського) рівня вищої освіти впроваджено дисципліни «Концепція сталого розвитку» (як приклад інтеграційного поєднання зазначених компонентів), що входить до циклу загальної підготовки та «Теорія і практика екологічної освіти й виховання» – до циклу професійної підготовки. Розроблено детальний навчально-методичний супровід викладання курсу «Концепція сталого розвитку», зміст якого спрямований на підготовку здобувачів вищої педагогічної освіти різних предметних спеціалізацій.*

**Ключові слова:** вища педагогічна освіта, екологічно спрямована професійна підготовка, освіта для сталого розвитку, майбутній вчитель природничих наук, екологічна компетентність.

### *Siaska I. O. Updating the content of ecological education in the process of professional training of future teachers of natural sciences*

*The article updates the need and expediency of building an educational paradigm based on the concept of co-evolution of the development of nature and a sustainable society, as a methodological basis for the introduction of ecological values, noospheric thinking into the content of professional training of future teachers. The research was conducted on the basis of the analysis of the state of implementation of competence-oriented environmental education and training in the professional training of future teachers of natural sciences in the theory and educational practice of higher education institutions of Ukraine. The functions assigned to the content of the ecologically oriented professional training of future teachers of natural sciences (methodological, educational-cognitive, interdisciplinary-integrative, methodical, practical-active, personal-developmental, self-evaluation) are defined and their essence is characterized. On the basis of the given didactic background and defined functions, an update of the educational content of the professional training of future teachers of natural sciences in the direction of its environmentalization has been introduced. Based on the analysis of the content of the disciplines of the general and professional cycles of educational content, it was established that the ecologically oriented professional training of future teachers of natural sciences contains the following content components: ecological, natural-scientific, pedagogical, cultural, socio-economic. The disciplines «Concept of sustainable development» (as an example of an integrated combination of the specified components) included in the cycle of general training and «Theory and practice of environmental education and upbringing» have been introduced into the content of ecologically oriented professional training of future teachers of natural sciences at the second (master's) level of higher education - to the professional training cycle. Detailed educational and methodological support for teaching the «Concept of Sustainable Development» course has been developed, the content of which is aimed at training students of higher pedagogical education in various subject specializations.*

**Key words:** higher pedagogical education, ecologically oriented professional training, education for sustainable development, future teacher of natural sciences, ecological competency.

**Вступ.** Зважаючи на екологічну кризу сучасності з її світоглядним і соціально-економічним підґрунтям, постає очевидною доцільність побудови освітньої парадигми, заснованої на концепції коеволюції розвитку природи та сталого суспільства, як методологічного підґрунтя для впровадження екологічних цінностей, ноосферного мислення у зміст професійної підготовки майбутніх педагогів. Реалізація цієї концепції в ході освітньої діяльності передбачає врахування міжгалузевих процесів формування екологічної компетентності майбутніх учителів природничих наук, в коло професійних обов'язків яких входить реалізація екологічної освіти й виховання підростаючого покоління, а відтак – залучення відповідних підходів до конструювання змісту освітнього процесу професійної педагогічної підготовки.

Необхідність упровадження педагогічних інновацій: оновлення змісту, форм, технологій і засобів компетентісно орієнтованої екологічної освіти й виховання у професійній підготовці майбутніх учителів природничих наук підтверджується аналізом стану досліджуваної проблеми в теорії й освітній практиці закладів вищої освіти України (І.М. Коренева, Л.Б. Лук'янова, В.В. Оніпко, О.В. Плахотнік, Г.П. Пустовіт, С.Д. Рудишин, О.С. Сластьоніна, С.В. Совгіра та ін.) і нашими дослідженнями.

**Матеріали і методи.** У процесі проведених досліджень застосовувались методи аналізу філософської, екологічної, психолого-педагогічної літератури для обґрунтування методичних засад дослідження; узагальнення теоретичних основ організації професійної підготовки майбутніх учителів природничих наук з формування їхньої екологічної компетентності та порівняння й систематизація досвіду формування досліджуваного феномену в закладах вищої освіти України; аналіз, синтез, моделювання для розроблення педагогічної системи формування екологічної компетентності майбутніх педагогів. У дослідженні описано процес удосконалення змісту екологічної освіти у процесі професійної підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальностями 014.15 Середня освіта (Природничі науки) та 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) Рівненського державного гуманітарного університету.

**Результати.** У ході проведеного дослідження було визначено функції, які покладені на зміст екологічно спрямованої професійної підготовки майбутніх учителів природничих наук. До них віднесено:

– методологічну – пояснення процесів функціонування екологічних систем різних рівнів організації та взаємодії між ними й суспільними системами на засадах концепції сталого розвитку, уникнення антропоцентричного підходу в подачі інформації екологічного змісту;

– навчально-пізнавальну – формування системи екологічних знань як складової частини природничо-наукового пізнання світу, обґрунтування принципів взаємодії між навколишнім середовищем і живими системами, впливу діяльності людської цивілізації на кругообіг речовин у природі, проведення моніторингу стану довкілля й природоохоронних заходів;

– міжпредметно-інтегративну – зважаючи на те, що сучасна екологія – це конгломерат наукових дисциплін, який вивчає весь комплекс взаємодій суспільства й природи, ця функція полягає в актуалізації екологічного складника під час викладу дисциплін як природничо-математичного, так і соціогуманітарного циклів;

– методичну – здійснення методичної підготовки майбутніх учителів природничих наук до реалізації екологічної освіти й виховання школярів;

– практично-діяльнісну – набуття практичних екологічних умінь і навичок під час лабораторних робіт і практикумів, самостійної роботи, написання курсових проєктів та науково-дослідних робіт, проходження педагогічної практики в школі, участі в різноманітних акціях і заходах;

– особистісно-розвивальну – здійснення мотивувального впливу на екологоосвітню діяльність студентів шляхом активації їхніх ціннісних екологічних орієнтацій через застосування тренінгів та інших інноваційних технологій в освітньому процесі, проведення науково-дослідної і природоохоронної діяльності;

– самооцінювальну – рефлексивна самооцінка здобутих екологічних знань, умінь і навичок та набутого досвіду їх застосування у повсякденному житті й у подальшій професійній діяльності.

Реалізація зазначених функцій змісту екологічної підготовки майбутніх учителів природничих наук базується на виокремлених нами специфічних принципах екологічної освіти й виховання у вищій школі. Зокрема, нами вперше було обґрунтовано принципи: 1) єдності змісту й завдань екологічної освіти та виховання, що відображає цілісність спільної мети екологічної освіти й виховання, та форм, методів і засобів її реалізації в освітньому процесі закладу вищої освіти; 2) трансдисциплінарності екологічного знання, що актуалізує екологічний складник у змісті як природничих, так і соціогуманітарних дисциплін; 3) екологічної профілізації професійної підготовки вчителя, що забезпечує спрямованість освітнього процесу на формування екологічної компетентності майбутніх учителів природничих наук та його готовності до здійснення екологічної освіти й виховання підростаючого покоління [2].

Таким чином, на основі наведеного дидактичного підґрунтя та визначених функцій нами було впроваджено оновлення змісту освітнього контенту професійної підготовки майбутніх учителів

природничих наук у напрямі його екологізації. На підставі аналізу змісту дисциплін загального й професійного циклів освітнього контенту встановлено, що екологічно спрямована професійна підготовка майбутніх учителів природничих наук містить такі змістові компоненти: екологічний, природничо-науковий, педагогічний, культурологічний, соціально-економічний:

1) природничо-науковий компонент представлений дисциплінами біологічної, фізичної та хімічної галузей знань. Зокрема, біологічний компонент містить поняття про форми взаємодії живих організмів та їх адаптацію до змінних умов середовища існування; хімічний – про колообіг хімічних елементів у біосфері та інших оболонках земної кулі, забруднення довкілля штучно синтезованими речовинами; фізичний компонент містить поняття про фізичні закономірності перебігу природних явищ і процесів, фізичне забруднення довкілля (магнітне, вібраційне, шумове, радіаційне тощо), методи моніторингу стану екосистем;

2) педагогічний компонент включає педагогічні засади організації екологічної освіти й виховання та її вплив на розвиток особистості, культури й світогляду, методичної підготовки студентів до навчання екології і проведення виховної роботи в школі. Представлений дисциплінами «Загальна педагогіка», «Основи дидактики», «Теорія і методика виховання», «Педагогіка новітньої школи», «Методика навчання фізики (хімії, біології)»;

3) культурологічний компонент представлений уявленнями про роль розвитку людської цивілізації у формуванні взаємозв'язків у системі «природа – людина – суспільство» в історико-філософському аспектах та розглядається під час вивчення дисциплін «Філософія», «Історія української культури», «Філософія освіти», «Етика», «Філософія та методологія науки»;

4) соціально-економічний компонент містить поняття екологічного законодавства, розуміння впливу економічної діяльності суспільства на стан довкілля, соціально-економічних чинників виникнення екологічної кризи: вичерпування природних ресурсів, неконтрольоване зростання кількості населення планети, недосконалість правових і політичних механізмів світового співтовариства в її подоланні тощо. Реалізується в змісті дисциплін «Економіка», «Правознавство», «Соціологія», «Політологія»;

5) основне навантаження в здійсненні екологічно спрямованої професійної підготовки майбутніх учителів природничих наук припадає на екологічний змістовий компонент. Зокрема, в освітньо-професійних програмах (ОПП) підготовки зазначений зміст репрезентований переліком навчальних дисциплін екологічного спрямування, які умовно поділені нами на три групи: теоретичної і прикладної екології, методики еко-

логічної освіти й виховання (входять до циклу професійної підготовки) та дисципліни загального циклу підготовки, які визначають теоретичні основи формування екологічної культури й світогляду студентів.

Відтак до змісту екологічно спрямованої професійної підготовки майбутніх учителів природничих наук другого (магістерського) рівнів вищої освіти нами розроблено й упроваджено дисципліни «Концепція сталого розвитку» (як приклад інтеграційного поєднання зазначених компонентів) циклу загальної підготовки та «Теорія і практика екологічної освіти й виховання» – професійної. Остання дисципліна необхідна для забезпечення методичної підготовки майбутніх педагогів у здійсненні екологічної освіти й виховання учнів. Таким чином, «Концепція сталого розвитку» у своєму змісті обґрунтовує принципи екологічно збалансованого природокористування, що передбачають узгодження екологічних, економічних і соціальних чинників розвитку суспільства та розкривають роль освіти в подоланні екологічної кризи й розвитку суспільства. На вивчення кожної дисципліни було передбачено по 3 кредити ECTS – 90 академічних годин.

Для навчально-методичного забезпечення викладання зазначених дисциплін було розроблено комплекс матеріалів: робочу програму (мета, завдання, виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, обсяг та організаційні форми її вивчення, перелік компетентностей, які формуються в результаті вивчення дисципліни, програмні й очікувані результати навчання, порядок та критерії оцінювання, форми та засоби поточного й підсумкового контролю), лекційний курс з мультимедійними презентаціями, методичні рекомендації до виконання практичних робіт та до самостійної роботи здобувачів вищої освіти; питання, задачі, завдання або кейси для проміжного й підсумкового контролю знань.

Так, викладання дисципліни «Концепція сталого розвитку» мало на меті забезпечити формування знань щодо теоретичних аспектів сталого розвитку: про оптимізацію і гармонізацію взаємовідносин людини та довкілля, створення теоретично обґрунтованих заходів по стабілізації та поліпшенню екологічної ситуації в сучасних соціально-економічних умовах. Усебічне вивчення чинних проблем взаємовідносин людини із навколишнім середовищем повинні забезпечити стратегічні підходи до вирішення як нагальних, так і перспективних місцевих і регіональних екологічних проблем та здійснення відповідної просвітницької роботи серед населення, зокрема учнівської молоді. Основними завданнями вивчення дисципліни «Концепція сталого розвитку» є:

1) сформулювати у здобувачів вищої освіти стійкі знання про сталий розвиток;

2) навчити студентів комплексно підходити до вивчення актуальних проблем подолання екологічної кризи й сталого розвитку суспільства;

3) ознайомити студентів зі стратегіями впровадження принципів сталого розвитку в економічній і соціальній сферах суспільної діяльності та в збереженні довкілля;

4) розкрити роль освіти для сталого розвитку у формуванні системи компетентностей майбутнього вчителя та реалізації базових принципів Нової української школи.

Очікувані результати вивчення дисципліни: студенти повинні мати глибокі, міцні й системні знання з усього теоретичного курсу: знати історію формування концепції сталого розвитку, теоретичні засади та особливості її застосування, економічні, соціальні, екологічні аспекти та загрози сталого розвитку на різних ієрархічних рівнях: від глобального до локального. Уміти аналізувати актуальні проблеми сучасності в контексті сталого розвитку, встановлювати їх причинно-наслідкові зв'язки, визначати шляхи оптимізації природокористування певних територій. Застосовувати принципи сталого розвитку в екологічній освіті і вихованні школярів.

У робочій програмі дисципліни «Концепція сталого розвитку» навчальний контент поділений на два змістових модулі [1]:

*1. Теоретично-концептуальні засади та глобальні цілі сталого розвитку.* До його складу входять 5 тем, які проводилися у формі лекційних і практичних занять та самостійної роботи студентів.

– Тема «Формування концепції сталого розвитку. Основні поняття та визначення». Тема охоплює історичні передумови становлення концепції сталого розвитку; сутність понятійно-термінологічного апарату; обґрунтовується актуальність впровадження концепції сталого розвитку в економіку, освіту, політичний курс держави. Завдання для самостійної роботи студентів полягало в написанні есе на одну із тем на вибір з їх подальшим колективним обговоренням: «Доповідь «Римського клубу» та його роль у формуванні концепції сталого розвитку», «Значення конференції «Ріо-92» для впровадження концепції сталого розвитку», «Імплементация рішень «Порядку денного на XXI століття» на національному рівні».

– Тема «Глобальні, регіональні й локальні екологічні, соціальні та економічні проблеми», під час якої розглядаються основні екологічні проблеми й групуються за соціально-економічними наслідками, які виникли на рівні держави й усього світу. Під час викладу акцентується увага на локальних проблемах, оскільки вони знаходяться «перед очима», відчувається їхній щоденний вплив, що викликало емоційний відгук і мотивувало студентів до пошуку шляхів їх вирішення.

На самостійне опрацювання виносилися теми: «Глобальні зміни клімату та їх вплив на соціально-економічну ситуацію в нашому регіоні», «Збереження біорізноманіття та необхідність територіальної охорони в області», «Глобальні екологічні та економічні наслідки зменшення лісистості в Україні», «Забруднення малих річок області, прогнози на майбутнє», «Глобальні соціальні проблеми людства». Захист самостійної роботи передбачає підготовку студентами мультимедійних презентацій із зазначених тем.

– Тема «Цілі, завдання, напрями запровадження концепції сталого розвитку» присвячена ключовим складникам сталого розвитку: екологічна, соціальна, культурна, економічна та збалансованість їхнього функціонування як запоруки сталого розвитку суспільства. Розглядається концепція коеволюції людини й природи, за якої підтримується стабільність і рівновага в системі «природа – людина – суспільство». Наголошується на пріоритетних напрямках упровадження ідей сталого розвитку, а саме на розумінні необхідності збереження навколишнього середовища, його природних ресурсів та біорізноманіття; обмеження росту кількісного споживання природних багатств зі збереженням якості життя на основі збалансованого природокористування; удосконалення моделі природокористування промислових країн, оскільки їх діяльність веде до деградації біосфери; зміни традиційного споживацького ставлення до природи, що передусім передбачає трансформацію екологічного світогляду й свідомості людства загалом, та індивідуально кожної людини зокрема в напрямі посилення їх екоцентричних орієнтацій. Самостійна робота до цієї теми передбачала індивідуальне виконання мініпроєкту «Стратегія сталого розвитку нашого міста сьогодні». Завдання проєкту полягають у визначенні проблемних питань свого населеного пункту в соціальній, економічній, екологічній та освітньо-культурній сферах, які заважають виходу на рівень сталого розвитку.

– Тема «Фактори ризику сталого розвитку» – на ній розглядаються фактори нестабільного розвитку в трьох аспектах існування соціуму: суспільного життя, діяльності економіки та навколишнього середовища (війни, бідність, руйнування природного середовища, неконтрольоване зростання кількості населення, вичерпування мінеральних і біоресурсів, зміни клімату, забруднення довкілля та інші). Наводиться класифікація факторів ризику сталого розвитку: неантропогенні (космічні, тектонічні тощо), антропогенні (прямої дії – військові конфлікти, терористичні загрози, техногенні катастрофи; непрямої дії – відтерміновані в часі з дуже важко прогнозованими наслідками, тому є найбільш небезпечними). Під час лекції проводилися дискусії на тему «Чи можна

вважати політичну кризу фактором ризику сталого розвитку?», «Які приклади неантропогенних факторів непрямой дії Ви можете навести?». На самостійну роботу виноситься завдання: скласти опорно-логічну схему «Класифікація факторів ризику сталого розвитку».

– Тема «Принципи сталого розвитку та можливості їх запровадження на різних ієрархічних рівнях» – на ній обґрунтовуються 27 базових принципів концепції сталого розвитку, обговорюється можливість їх запровадження на рівні свого населеного пункту чи окремого регіону. Розглядаються показники, за якими можна здійснити оцінку рівня сталого розвитку держави. Оскільки зазначена тема є досить великою за обсягом інформації, її частина виносилася викладачем на самостійне опрацювання у вигляді написання реферату, який пізніше студенти захищали.

2. *Стратегічна роль освіти в реалізації концепції сталого розвитку.* До складу другого змістового модуля також входять 5 тем, які проводилися у формі лекційних і практичних занять та самостійної роботи студентів.

– Тема «Політика в галузі освіти в інтересах сталого розвитку». Розглядаються міжнародні акти та документи, що стосуються освіти для сталого розвитку, та законодавчі документи з питань освіти задля сталого розвитку, які діють в Україні. Наголошується на важливості неперервної екологічної освіти, яка орієнтована на збалансоване природокористування та досягнення освітньої мети: формування екологічних знань широких верств населення та мотивації до життя відповідно до принципів сталого розвитку. Для конкретної людини це означає виявляти вміння діяти для досягнення сталого розвитку, що має на увазі наявність відповідних знань, можливостей і мотивації. Звертається увага на документ «Стратегія освіти для сталого розвитку», прийнятий Європейською Економічною Комісією, де наголошується важливість професійної підготовки висококваліфікованих учителів, які здатні формувати екологічну компетентність у підростаючого покоління як запоруки виходу на сталий розвиток суспільства. Адже шкільна екологічна освіта спрямована на інтегрування питань охорони довкілля, обмеження антропогенного впливу й збалансованого природокористування в зміст усіх предметів природничого циклу, реалізуючи виховні функції у виробленні ціннісного ставлення школярів до довкілля. На самостійну роботу винесено творче проблемне завдання за темою «Проблеми запровадження принципів сталого розвитку в систему освіти на загальнодержавному рівні та у своєму регіоні», яке вимагало від студента прояву критичного мислення та застосування системно-синергетичного підходу в опрацюванні інформації.

– Тема «Основні напрями реалізації базових принципів сталого розвитку в освіті України».

Пояснюються підходи в розробленні змісту й методологічних засад освіти задля цілей сталого розвитку, оскільки у світовій практиці склалися два основних напрями її реалізації: в змісті традиційної екологічної освіти й виховання та в освіті для сталого розвитку. Ми поділяємо думку провідних науковців України з цього питання щодо неможливості ототожнення цих підходів, як це відбувається в деяких країнах [166, с. 82]. Зокрема, освіта для сталого розвитку спрямована на забезпечення підґрунтя для управлінських рішень у питаннях обмеження природоспоживання, що стосується окремих аспектів правової, економічної, соціальної сфер життя суспільства. Тоді як екологічна освіта орієнтована на формування екологічних цінностей, свідомості та культури людей, що є основою для їхньої екологічно доцільної поведінки й діяльності. Таким чином, викладач підводить слухачів до висновку, що освіта для сталого розвитку спрямована на розвиток можливостей людини й соціуму адаптуватися до необхідних економічних і соціальних обмежень природокористування та відповідно має впроваджуватися у всі галузі науки та освіти. Наголошується, що екологічна освіта зайняла свою нішу як окрема галузь знань і виконує важливі виховні соціальні функції, які утворюють цілісну синергетичну методологію, орієнтовану на сталий розвиток суспільства. У ході лекції разом студенти виконують проблемне завдання – складання порівняльної таблиці відмінностей між екологічною освітою й освітою для сталого розвитку, за результатами якого формулюють висновок про сутність і провідні завдання екологічної освіти й освіти для сталого розвитку.

– Тема «Роль освіти для сталого розвитку (ОСР) у формуванні системи компетентностей майбутнього вчителя» присвячена аналізу міжнародного і вітчизняного досвіду в організації педагогічної освіти задля сталого розвитку. Наголошується на змісті освіти відповідно до Програми ООН з навколишнього середовища, яка включає досягнення: 1) забезпечення наявності кваліфікованих фахівців у всіх основних секторах економіки; 2) забезпечення належного та загального доступу до освіти в інтересах здорового й продуктивного життя; 3) інтегрування питань охорони навколишнього середовища в освітні програми та програми інформування населення. Акцентується увага студентів на тому, що освіта в інтересах сталого розвитку може й повинна використовувати всі позитивні досягнення традиційної екологічної та природничо-наукової освіти, збагачуючи його соціальним, економічним і культурним контекстом з урахуванням місцевих особливостей. Студенти ознайомлюються з рекомендованими програмами навчальних курсів з питань ОСР для майбутніх вчителів в системі вищої педагогічної освіти. Самостійна робота передбачала опрацю-



вання питання щодо досвіду в організації освіти задля сталого розвитку в країнах Прибалтики шляхом підготовки реферату з подальшим його захистом.

– Тема «Реалізація ідей ОСР в концепції Нової української школи (НУШ)» присвячена розгляду концептуальних засад та наскрізних ліній НУШ як засобу інтеграції ключових і загальнопредметних компетентностей, навчальних предметів і предметних циклів. Зокрема, аналізується реалізація таких наскрізних ліній, як: «Екологічна безпека і сталий розвиток», «Громадянська відповідальність», «Здоров'я і безпека», «Підприємливість і фінансова грамотність» засобами освіти для сталого розвитку.

– Тема «Екологічна освіта й виховання як основа освіти задля сталого розвитку». У змісті лекції актуалізується роль екологічної освіти, яка сьогодні набуває статусу «інтегративного фактора освіти» як реальної передумови виходу на рівень сталого розвитку. Наголошується на стратегічних і тактичних завданнях неперервної екологічної освіти для сталого розвитку. Розкриваються завдання екологічної освіти на різних рівнях (дошкільної, шкільної, професійної, вищої, післядипломної) та формах (формальної і неформальної) із застосуванням інноваційних педагогічних технологій формування екологічної компетентності молоді як необхідної умови виходу на рівень сталого розвитку. На самостійне опрацювання виноситься тема «Соціальна екологія як галузь екологічної науки», яка здається у формі мультимедійної презентації. По завершенні вивчення змістового модуля студенти письмово проходили модульний контроль знань і вмінь.

Таким чином, у процесі вивчення курсу нами практикувалися лекційні заняття, які у логічній єдності відповідно до тематики підкріплювалися практичними і самостійними роботами. Використання різних форм проведення навчальних занять із застосуванням технологій проблемного

навчання, інтерактивних, ігрових, інформаційно-комунікаційних та проєктних технологій дало змогу реалізувати поставлені навчальні й виховні цілі, які сприяють підвищенню сформованості фахових компетентностей (у тому числі екологічної) майбутніх учителів природничих наук.

**Висновки.** Встановлення функцій екологічно спрямованої професійної підготовки майбутніх учителів природничих наук (методологічна, навчально-пізнавальна, міжпредметно-інтегративна, методична, практично-діяльнісна, особистісно-розвивальна, самооцінювальна), а також її змістових компонентів (екологічний, природничо-науковий, педагогічний, культурологічний, соціально-економічний) дало змогу визначити підходи до оновлення змісту професійної підготовки студентів у контексті формування їхньої екологічної компетентності.

Оновлення змісту екологічно спрямованої професійної підготовки студентів здійснено завдяки впровадженню в освітньо-професійні програми «Середня освіта (Природничі науки)» та «Середня освіта (Біологія і здоров'я людини)» навчальних дисциплін: «Концепція сталого розвитку» і «Теорія і практика екологічної освіти й виховання». Більше уваги надано розробленню навчально-методичного супроводу курсу «Концепція сталого розвитку», який вирізняється мультисуб'єктністю змісту і, на нашу думку, може бути рекомендованим до включення в перелік освітніх компонентів ОПП спеціальності Середня освіта будь-якої предметної спеціалізації. Оновлення змісту освітнього процесу відповідно до обґрунтованого нами принципу трансдисциплінарності екологічного знання з упровадженням дисципліни «Концепції сталого розвитку» для вивчення майбутніми вчителями природничих наук створює всі можливості для усвідомлення, розуміння та впровадження ними принципів сталого розвитку в повсякденне життя й у подальшу професійну діяльність.

### Література:

1. Сяська І.О. Робоча програма навчальної дисципліни «Концепція сталого розвитку» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти. URL: <https://drive.google.com/drive/folders/1MvPxumavhpa7goAzxAqhjkjgrIUKAXA1/> (дата звернення: 15.04.2023).
2. Сяська І. Специфічні принципи організації екологічної освіти і виховання в закладах вищої педагогічної освіти. *Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка*. Дрогобич, 2020. Вип. 27. Т. 4. С. 259–263.

### References:

1. Siaska, I.O. Robocha prohrama navchalnoi dystsypliny «Kontseptsiia staloho rozvytku» dlia zdobuvachiv druhoho (mahisterskoho) rivnia vyshchoi osvity [Work program of the study discipline «Concept of sustainable development» for applicants of the second (master's) level of higher education.]. URL: <https://drive.google.com/drive/folders/1MvPxumavhpa7goAzxAqhjkjgrIUKAXA1/> [in Ukrainian].
2. Siaska I. (2020). Spetsyfychni pryntsyipy orhanizatsii ekolohichnoi osvity i vykhovannia v zakladakh vyshchoi pedahohichnoi osvity. *Aktualni pytannia humanitarnykh nauk: mizhvuzivskyi zbirnyk naukovykh prats molodykh vchenykh Drohobyt'skoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Ivana Franka – Current issues of humanitarian sciences: interuniversity collection of scientific works of young scientists of Ivan Franko Drohobych State Pedagogical University*, issue 27, 4. P. 259–263 [in Ukrainian].

## Фізична культура і спорт

DOI 10.32782/NSER/2023-1-4  
УДК 796.4-044.332:378-053.67

### ДИФЕРЕНЦІЙОВАНИЙ ВПЛИВ ЗАСОБІВ АТЛЕТИЧНОЇ ГІМНАСТИКИ НА РІВЕНЬ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЮНАКІВ 15–17 РОКІВ

#### Кіндрат Вадим Кирилович

кандидат педагогічних наук, професор,  
завідувач кафедри теорії і практики фізичної культури і спорту  
Рівненського державного гуманітарного університету  
ORCID ID: 0000-0002-7475-3385

#### Семенович Сергій Васильович

доцент кафедри теорії і практики фізичної культури і спорту  
Рівненського державного гуманітарного університету  
ORCID ID: 0000-0001-8408-9898

#### Кіндрат Павло Вадимович

кандидат юридичних наук,  
доцент кафедри теорії і практики фізичної культури і спорту  
Рівненського державного гуманітарного університету  
ORCID ID: 0000-0003-0351-3349

*У статті на основі проведених теоретичних досліджень висвітлені актуальні питання процесу фізичного виховання засобами атлетичної гімнастики. Подані результати експериментально підтвердженого позитивного впливу засобів атлетичної гімнастики на рівень фізичної працездатності юнаків 15–17 років.*

*У роботі висвітлені актуальні питання процесу фізичного виховання юнаків старшої школи: підвищення ефективності, поліпшення рухової активності, індивідуального підходу, збереження і зміцнення здоров'я.*

*Завдання роботи: 1) розробити та апробувати програму диференційованого підходу в навчанні атлетичної гімнастики юнаків 15–17 років; 2) експериментально перевірити ефективність впливу розробленої методики на рівень фізичного здоров'я учнів старшої школи.*

*Для перевірки ефективності розробленої методики і змісту фізичного виховання проведено педагогічний експеримент з юнаками 15–17 років шкіль м. Рівне. Математична обробка результатів експерименту показала вірогідно ( $P < 0,05$ ) вищий рівень фізичного здоров'я юнаків старших класів експериментальних груп, що підтверджує позитивний вплив запропонованої методики.*

*У фізичному вихованні юнаків старшої школи ми застосовували методику поділу їх на групи за станом фізичного здоров'я, на основі чого здійснювався диференційований підхід у визначенні дозування обсягу та інтенсивності вправ відповідно до індивідуально-групових особливостей.*

**Ключові слова:** фізичне здоров'я, фізична працездатність, фізичне виховання, атлетична гімнастика, юнаки 15–17 років.

#### **Kindrat V. K., Semenovych S. V., Kindrat P. V. The differentiated impact of means of athletic gymnastics on the level of physical workability of 15–17-year old young men**

*The article, based on the conducted theoretical research, highlights the current issues of the process of physical education by means of athletic gymnastics. The results of the experimentally confirmed positive impact of the means of athletic gymnastics on the level of physical workability of young men aged 15–17 are presented.*

*The research highlights the topical problems of the process of physical education of high school boys: increasing of the efficiency, physical activity, individual approach, preservation and promotion of health.*

*The tasks of the work: 1) to develop and test a program of a differentiated approach in teaching 15–17-year-old young men athletic gymnastics; 2) experimentally check the effectiveness of the developed methods on the level of physical health of high school students.*

*To check the effectiveness of the developed methods and the content of physical education a pedagogical experiment was conducted with 15–17-year-old boys from Rivne schools. Mathematically processed results of the experiment showed a probably ( $P < 0.05$ ) higher level of physical health of high school boys from the experimental groups, which confirms the positive impact of the proposed methods.*

*In physical education of high school young men, we applied the method of dividing them into groups according to the state of physical health, based on which a differentiated approach was implemented concerning the dosage of the volume and intensity of exercises in accordance with individual and group characteristics.*

**Key words:** *physical health, physical workability, physical education, athletic gymnastics, 15–17-year old young men.*

**Постановка проблеми.** В Україні склалась критична ситуація зі станом здоров'я призовної молоді. Однією з причин цього є слабкий фізичний розвиток, зниження імунітету до захворювань. У системі підготовки юнаків фізичне виховання є важливим засобом формування у них здорового способу життя, розвитку й відновлення фізичних і духовних сил, реабілітації та корекції здоров'я. Результати наукових досліджень свідчать, що інтерес до фізичного виховання і спорту в юнаків не високий [1, с. 64]. Підвищення ефективності фізичного виховання, поліпшення рухової активності, збереження і зміцнення здоров'я, формування здорового способу життя учнівської молоді нині визнано найактуальнішими проблемами, що нагромадилися у загальноосвітніх навчальних закладах.

Розвиток атлетизму як чинник, що впливає на фізичне оздоровлення молоді, набуває в наш час великого значення як в Україні, так і в інших державах. У спеціальному науковому обґрунтуванні мають потребу організація і методика проведення уроку у школі із застосуванням засобів атлетичної гімнастики.

Великі перспективи для оптимізації фізичного виховання в школах має диференційований підхід, який дає змогу кожному учневі працювати в оптимальному режимі й забезпечує найкращий оздоровчий ефект.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Окремі аспекти використання диференційованого підходу в навчальному процесі школи подані у дослідженнях О. Безкопильного [2, с. 7]. У навчальній програмі з фізичної культури для загальноосвітніх навчальних закладів 10–11-х класів (\*Рівень стандарту) [3, с. 11] диференційований підхід розглядається як компонент управління навчанням, у якому під час розподілу учнів на групи пропонується враховувати не лише їхній рівень фізичного розвитку, а й психологічні особливості та функціональні можливості організму.

В окремому науковому дослідженні Т. Дейніченко [4, с. 9] диференційований підхід здійснюється відповідно до розвитку фізичних можливостей учнів. Основна мета цієї роботи полягає в оптимізації навчального процесу, в обґрунтуванні методики занять для розвитку провідних або відстаючих фізичних якостей.

Низка дослідників показали високу ефективність окремих форм урочних і позаурочних занять з фізичної культури, якими є, наприклад, засоби і методи атлетичної гімнастики [5, с. 95; 6, с. 143]. Отримані дані свідчать про позитивне ставлення юнаків до атлетизму і викликають потребу подальшої розробки науково-методичного обґрунтування уроків з атлетичної гімнастики у старших класах [5, с. 96]. Важливим у цей період є надання шкільному педагогічному процесу спрямованості на розвиток фізичного здоров'я юнаків з урахуванням принципу індивідуального підходу. У контексті такої проблеми велике значення мають дослідження таких науковців, як І. Глазирін та І. Гайдук [7, с. 145; 6, с. 217], які присвячені питанням диференційованого фізичного виховання.

Скелетні м'язи є основним природним біологічним регулятором рухової функції організму. Зміна їх біомеханічних властивостей, як правило, призводить до зміни всіх інших систем організму [8, с. 64].

Розвиток атлетизму як чинник, що впливає на фізичне оздоровлення молоді, набуває великого значення як в Україні, так і в інших державах. На сучасному етапі дуже актуальні дослідження, пов'язані з оздоровчою, виховною дією засобів атлетичної гімнастики на вікову категорію юнаків 15–17 років [1, с. 65; 6, с. 144; 9, с. 65; 10, с. 241].

У тренувальному процесі спортсменів, які займаються атлетизмом, головна увага науковців та тренерів-практиків приділяється розробленню базових тренувальних програм, що мають комплексне спрямування [11, с. 125]. Такі дослідження в основному спрямовані на спортсменів середнього і високого рівня підготовки.

Незважаючи на значну кількість спеціальної і методичної літератури, що висвітлює багато аспектів розвитку основних рухових здібностей учнів старшого шкільного віку, розглянута проблема ще далека від свого вирішення, а рівень фізичної підготовленості цієї групи молоді залишає бажати кращого. Не знижуючи досить високу цінність проведених наукових досліджень, потрібно зазначити, що вони не визначають кінцевої мети впровадження своїх розробок у поліпшення загального здоров'я учнів, не пояснюють принципи підбору засобів атлетичної гімнастики,

їх дозування на основі врахування рівня фізичного здоров'я юнаків. Значною мірою не вирішена проблема поділу юнаків однієї вікової групи відповідно до фізичного стану.

У спеціальному науковому обґрунтуванні мають потребу організація і методика проведення уроку із застосуванням засобів атлетизму, враховуючи індивідуальні особливості юнаків. Відзначаючи зростаючий інтерес молоді до атлетичної гімнастики, необхідно більш ретельно досліджувати питання, пов'язані з її застосуванням в урочній і позакласній роботі зі школярами, з огляду на їх індивідуальні морфологічні характеристики, а також функціональні і психологічні особливості.

Для практики інформація про вплив засобів атлетичної гімнастики на рівень фізичної працездатності юнаків 15–17 років у процесі фізичного виховання є надзвичайно важлива і це зумовлює дослідження в цьому напрямі.

**Мета дослідження** полягає в розробці й науковому обґрунтуванні методики фізичного виховання юнаків 15–17 років засобами атлетичної гімнастики.

**Завдання дослідження:** 1) розробити та апробувати програму оздоровчо-розвиваючого змісту уроків фізичної культури із застосуванням засобів атлетичної гімнастики для юнаків 15–17 років; 2) експериментально перевірити ефективність впливу засобів атлетичної гімнастики на рівень фізичної працездатності старшокласників.

**Організація та результати дослідження.** Комплексну оцінку індивідуального фізичного (соматичного) здоров'я юнаків ми здійснювали з урахуванням показників фізичного розвитку та функціонального стану систем організму за методикою, рекомендованою Г. Апанасенко у 1992 р. На сьогодні вона найбільш поширена серед спеціалістів.

Ми провели оцінку рівня соматичного здоров'я юнаків – низького, нижчого за середній, середнього, вищого за середній, високого з відповідним поділом на групи.

Наведена система оцінки дозволяє виділити групу ризику (середній рівень) дітей та проводити з ними спрямовані профілактико-оздоровчі заходи. Юнаки з низьким рівнем здоров'я, швидше за все, можуть мати різного роду патологічні процеси і повинні пройти поглиблене медичне обстеження.

На основі відомостей, представлених у науковій літературі, та зважаючи на особливості стану фізичного здоров'я юнаків 15–17 років, ми розробили методику дозування силових навантажень і програму занять атлетичною гімнастикою. Для перевірки ефективності розробленої методики і змісту фізичного виховання проводився педагогічний експеримент з юнаками 15–17 років (10–11 класів) шкіл м. Рівне. Всього було охоплено 114 учнів, з яких 63 учні становили експе-

риментальну і 51 – контрольну групи. В експериментальній групі у процесі фізичного виховання була апробована розроблена програма оздоровчорозвиваючого змісту, де широко застосовувалися засоби атлетичної гімнастики. Заняття в контрольній групі проводилися за традиційною програмою. Педагогічний експеримент тривав два роки.

**Методи дослідження:** теоретичний аналіз літературних джерел; антропометричні; фізіологічні; педагогічний експеримент; методи математичної статистики.

У нашій роботі для оцінки рівня фізичної працездатності застосовувався тест Руф'є (реакція серцево-судинної системи юнаків на 30 присідань за 45 секунд) [12, с. 58].

Тестування у спробі Руф'є: вимірювали ЧСС учня за 15 с у положенні сидячи після 5 хв. відпочинку (ЧСС<sub>1</sub>). Потім учень виконував 30 глибоких присідань з викиданням рук уперед за 45 с і відразу сідав на стілець. Підраховували ЧСС за перші 15 с після навантаження (ЧСС<sub>2</sub>), потім в останні 15 с 1-ої хвилини відпочинку після навантаження (ЧСС<sub>3</sub>).

Значення індексу Руф'є вираховувалось за формулою:

$$I.P. = \frac{4 \cdot (ЧСС_1 + ЧСС_2 + ЧСС_3) - 200}{10}$$

де ЧСС<sub>1</sub> – пульс спокою за 15 с, ЧСС<sub>2</sub> – пульс перших 15 с першої хвилини відновлення, ЧСС<sub>3</sub> – пульс останніх 15 с першої хвилини відновлення.

Оцінка рівня індексу Руф'є проводилась за таблицею 1.

Таблиця 1

## Шкала оцінки індексу Руф'є

Рівень фізичного стану	Значення індексу
Низький	14
Нижчий за середній	11–13
Середній	6–10
Вищий за середній	5–4
Високий	3

**Результати дослідження і їх обговорення.** Оцінка фізичної працездатності організму – важливий показник тренуваності, яка розвивається в результаті регулярних занять фізичними вправами, зумовлює можливість найбільш ефективного виконання конкретної м'язової діяльності і готовність до досягнення рухового результату. Функціональний стан – найважливіший об'єктивний і разом з тим найбільш лабільний його компонент, що відіграє вирішальну роль у регулюванні навантаження, тому що інші показники тренуваності меншою мірою змінюються в процесі життєдіяльності, ніж функції організму. При цьому треба мати на увазі, що добра фізична працездатність, незалежно від

результату рухової діяльності та інших критеріїв тренуваності, відображає відповідність використуваних навантажень.

Тісний взаємозв'язок між рівнем функціональних можливостей серцево-судинної і дихальної систем, з одного боку, і фізичною працездатністю – з іншого, дозволяють використовувати ці показники для оцінки адаптації організму до м'язової діяльності.

Порівнюючи результати, отримані в процесі дослідження, виявили, що до експерименту за середнім значенням індексу Руф'є юнаки контрольної групи мають вищі показники, ніж експериментальної. Темпи приросту показників індексу експериментальної групи перевищують показники контрольної групи (табл. 2).

Таблиця 2  
Порівняльні результати індексу Руф'є  
у юнаків 15–17 років

Показники	Вік, років	Групи	n	$\bar{X}$	$\delta$	m	t	p
індекс Руф'є	До експер.	Е	63	12,79	4,05	0,54	5,18	>
		К	51	9,84	3,77	0,53	0,05	
	10 класи	Е	63	10,08	3,42	0,43	0,34	<
		К	51	9,86	3,33	0,47	0,05	
	11 класи	Е	63	6,86	2,14	0,27	-7,04	<
		К	51	10,49	3,54	0,5	0,05	

Рівень індексу Руф'є юнаків контрольної та експериментальної груп до і після проведення педагогічного експерименту висвітлено на діаграмі (рис. 1). Її аналіз свідчить, що до початку експерименту контрольна група мала середній, а експериментальна – нижчий за середній рівень індексу Руф'є. При цьому значення рівня індексу Руф'є контрольної групи перевищувало значення експериментальної.

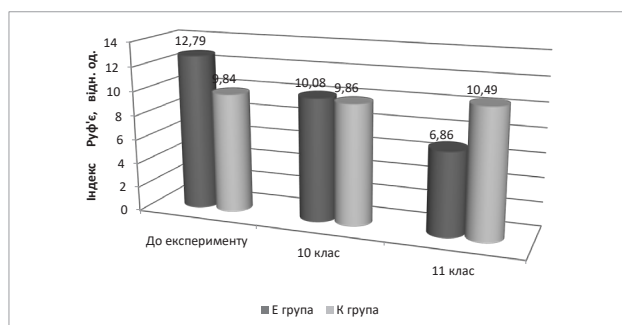


Рис. 1. Динаміка показників індексу Руф'є  
у юнаків 15–17 років

У ході експерименту у юнаків 10 класів експериментальної групи індекс Руф'є помітно піднявся до середнього рівня, а у контрольної групи він залишився незмінним. У юнаків

11 класів експериментальної групи індекс Руф'є помітно покращився, а в контрольній групі він змістився до нижчого за середній рівня. Результати, подані на діаграмі, показують, що у юнаків експериментальної групи порівняно з контрольною помітно значний приріст рівня індексу Руф'є. За час педагогічного експерименту темпи приросту рівня індексу Руф'є в експериментальній групі становлять 46,5%, а у контрольній групі цей показник знизився на 6%. Це свідчить про те, що юнаки, які займалися за розробленою програмою оздоровчо-розвиваючого змісту, де широко застосовувалися засоби атлетичної гімнастики, мають вищий рівень фізичного стану, ніж контрольної групи, які займалися за традиційною програмою.

Досліджуючи рівень фізичного стану у юнаків експериментальної групи, ми виявили позитивну реакцію систем організму досліджуваних на заняття з атлетичної гімнастики. Підвищення функціональних можливостей юнаків експериментальної групи пояснюється змістом навчальних занять.

Таким чином, педагогічний експеримент показав високу ефективність запропонованих засобів і методів фізичного виховання юнаків, які покращили фізичну працездатність старшокласників.

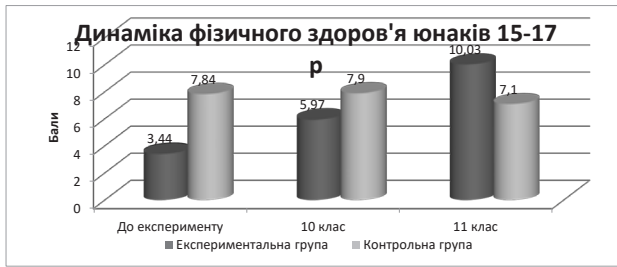
Аналіз показників індексу Руф'є у юнаків старших класів експериментальної і контрольної груп дозволив встановити, що регулярні заняття атлетичною гімнастикою сприяють розвитку більш високого рівня фізичного стану, сприятливо впливають на їхнє здоров'я.

Узагальнюючи результати педагогічного експерименту, необхідно констатувати тенденцію зниження середніх показників індексу Руф'є у юнаків 10–11 класів контрольної групи і підвищення у юнаків 10–11 класів експериментальної групи, що свідчить про оздоровчий ефект запропонованої методики.

Подані на рисунку 2 результати показують, що на початку дослідження рівень фізичного здоров'я юнаків експериментальної групи був нижчий, ніж у контрольній.

**Результати**, отримані в процесі дослідження, показали, що до початку експерименту юнаки експериментальної групи мають високий (0%), вищий за середній (0%), середній (28,57%), нижчий за середній (33,33%), низький рівень фізичного здоров'я (38,1%).

Після дев'яти місяців занять за розробленою методикою в експериментальній групі повторне тестування в 10-му класі показало тенденцію підвищення рівня фізичного здоров'я: високого рівня – на 4,76%, вищого за середній рівня – на 4,76%, середнього рівня – на 11,11%, нижчого за середній рівня – на 3,17% та зменшення юнаків низького рівня – на 23,81%.



**Рис. 2. Динаміка показників фізичного здоров'я у юнаків 15–17 років**

Повторне тестування експериментальної групи в 11-му класі теж показало підвищення рівня фізичного здоров'я юнаків: високого рівня – на 22,22%, вищого за середній рівня – на 23,81%, середнього рівня – на 14,25% і зменшення юнаків нижчого за середній рівня – на 26,98%, низького рівня – на 33,34%.

Разом із тим спостерігається тенденція зниження рівня фізичного здоров'я у юнаків 10–11 класів контрольної групи (рис. 2).

**Результати** проведеного педагогічного експерименту показали, що юнаки експериментальної групи мають вищий приріст рівня фізичного здоров'я, ніж контрольної. Експериментальна група навіть перебрала контрольну групу, що займалась за традиційною методикою.

**Результати**, подані в табл. 3, свідчать про достовірну перевагу юнаків експериментальних груп 11-го класу порівняно з юнаками відповідних контрольних груп ( $P < 0,05$ ). Підвищення рівня фізичного здоров'я юнаків експериментальної групи пояснюється змістом навчальних занять.

Особливу тривогу викликає той факт, що у юнаків контрольної групи сталося зниження рівня фізичного здоров'я.

Використання розробленого змісту і методики фізичного виховання юнаків дозволило підвищити їхню мотивацію до уроків, активність під час виконання фізичних вправ і загалом інтерес до фізичної культури.

Отже, педагогічний експеримент виявив високу ефективність розробленої методики диференціації засобів і методів у процесі навчання

юнаків старших класів атлетичної гімнастики. Є підстава говорити, що наша методика фізичного виховання юнаків 15–17 років ефективніша за традиційну. Це підтверджується підвищенням інтересу юнаків до занять фізичними вправами, покращенням рівня фізичного розвитку, фізичної підготовленості, фізичної працездатності, рівня фізичного здоров'я.

**Висновки.** Аналіз літературних джерел свідчить, що юнацький вік є найбільш сприятливим для розвитку силових здібностей, тому педагогічний вплив дає найбільший ефект, якщо їх цілеспрямовано застосовувати саме в цьому віці. У фізичному вихованні юнаків 15–17 років, які мають індивідуальні особливості, доцільно використовувати комплексний варіант оздоровчого тренування засобами атлетичної гімнастики, що спрямований на корекцію фізичного розвитку і поліпшення рухової підготовленості.

У процесі навчання атлетичної гімнастики ми застосовували методику поділу юнаків на групи за станом фізичного здоров'я, на основі чого здійснювався диференційований підхід у визначенні дозування обсягу й інтенсивності вправ, тривалість відпочинку з навантаженням відповідно до індивідуально-групових особливостей. У своїх дослідженнях ми довели, що застосування засобів атлетичної гімнастики, навантаження в яких адекватні можливостям юнаків, сприятливо впливають на їхнє здоров'я, поліпшують дієздатність органів і систем організму та підвищують рівень фізичної працездатності.

Педагогічний експеримент виявив високу ефективність запропонованої методики. Найвищі позитивні відмінності виявлено за показниками рівня фізичного здоров'я у юнаків 11 класів. Впровадження розробленої методики у процесі фізичного виховання юнаків експериментальної групи, вірогідно ( $P < 0,05$ ), підвищує рівень фізичного здоров'я, а також мотивацію до систематичних занять фізичними вправами.

**Подальші дослідження** передбачають розробку й апробацію програм оздоровчо-розвивального змісту із застосуванням засобів атлетичної гімнастики для здобувачів вищої освіти.

Таблиця 3

**Порівняльні результати фізичного здоров'я юнаків 15–17 років**

Показники	Вік, років	Групи	n	$\bar{X}$	$\delta$	m	t	p
Рівень фізичного здоров'я	До експер.	Е	63	3,44	3,21	0,4	-0,62 < 0,05	
		К	51	7,84	4,21	0,59		
	10 класи	Е	63	5,97	3,85	0,49	-2,68 < 0,05	
		К	51	7,90	3,77	0,53		
	11 класи	Е	63	10,03	3,63	0,46	4,06 > 0,05	
		К	51	7,10	3,99	0,56		

**Література:**

1. Захожий В. Ставлення юнаків 16–17 років до фізичного виховання та спорту. *Молода спортивна наука України* : збірник наукових праць з галузі фізичної культури та спорту. Вип. 10. У 4-х т. Львів : НВФ «Українські технології», 2006. Т. 4. С. 61–65.
2. Безкопильний О.О. Диференційований підхід при початковому навчанні плавання дітей з різними властивостями основних нервових процесів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. наук з фіз. вих. і спорту : 24.00.02. Харків, 2009. 23 с.
3. Навчальна програма з фізичної культури для загальноосвітніх навчальних закладів 10–11 класи (\*Рівень стандарту) : наказ МОН України № 451 від 22.03.2017р. / авт. М.В. Тимчик, Є.Ю. Алексеїчук, В.В. Деревянко, В.М. Єрмолова, В.О. Сілкова.
4. Дейніченко Т.І. Диференціація навчання в процесі групової форми його організації (на прикладі предметів природничо-математичного циклу) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.09. Харк. нац. пед. ун-т ім. Г.С. Сковороди. Харків, 2006. 21 с.
5. Сітовський А.М. Диференційований підхід у фізичному вихованні підлітків з різними темпами біологічного розвитку (на прикладі школярів 7-х класів) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. наук з фіз. виховання і спорту : 24.00.02. Львів. держ. ун-т фіз. культури. Львів, 2008. 20 с.
6. Гайдук І. Атлетична гімнастика в системі фізичного виховання дітей старшого шкільного віку. *Молода спортивна наука України* : збірник наукових праць з галузі фізичної культури та спорту. Вип. 10. У 4-х т. Львів : НВФ «Українські технології», 2006. Т. 1. С. 141–144.
7. Глазирін І.Д. Основи диференційного фізичного виховання. Черкаси : Відлуння-Плюс, 2003. 352 с.
8. Корягин В.М. Особенности измерения упруговязких свойств скелетных мышц человека. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту* : збірник наукових праць / за ред. С.С. Єрмакова. Харків : ХХІІІ, 2003. № 1. С. 61–65.
9. Олешко В.Г. Силові види спорту : підручник для студентів вузів фізичного виховання і спорту. Київ : Олімпійська література, 1999. 190 с.

**References:**

1. Zakhozhyj V. (2006) Stavlennya yunakiv 16–17 rokiv do fizychnogo vykhovannya ta sportu [Attitude of 16–17-year old boys towards physical education and sports]. *Moloda sportyvna nauka Ukrayiny: zbirnyk naukovykh pracj z fizychnoyi kultury i sportu*, 10, 61–65.
2. Bezcopyljnyy O. (2009) Dyferentsiyovanyy pidkhdid pry pochatkovomu navchannyyu plavannya ditey z riznymy vlastyvostryamy osnovnykh nervovykh protseciv [A differentiated approach to the initial swimming training of children with different properties of the main nervous processes]. Aftoreferat dysertaciyi na zdobuttya kandydata nauk z fizychnogo vykhovannya ta sportu. Kharkiv, 23.
3. Tymchuk M., Alekseychuk Ye. & others (2017). Navchaljna programa z fizychnoyi kyljtury dlya zagaljnoosvitnikh navchaljnykh zakladiv 10–11 klasy (Rivenj standartu) [Curriculum for physical culture for general educational institutions 10–11 class (Standard level)].
4. Deynichenko T. (2008) Dyferentsiatsia navchannia v protsesi grupovoyi formy yogo organizatsiyi (na prykladi predmetiv pryrodnycho-matematychnogo tsyклу) [Differentiation of learning in the process of the group form of its organization (on the example of subjects of the natural and mathematical cycle)]. Aftoreferat dysertaciyi na zdobuttya kandydata pedagogichnykh nauk. Kharkiv, 21.
5. Sitovskyy A. (2008) Dyferentsiyovanyy pidkhdid u fizychnomu vykhovanni pidlitkiv z riznymy tempamy biologichnogo rozvytky (na prykladi shkolyariv 7-kh klasiv) [A differentiated approach in the physical education of adolescents with different rates of biological development (on the schoolchildren of 7th classes)]. Aftoreferat dysertaciyi na zdobuttya kandydata nauk z fizychnogo vykhovannya ta sportu. Ljviv, 20.
6. Gayduk I. (2006) Atletychna gimnastyka v systemi fizychnogo vykhovannya ditey starshogo shkiljnogo viku [Athletic gymnastics in the system of physical education of children of high school age]. *Moloda sportyvna nauka Ukrayiny: zbirnyk naukovykh pracj z fizychnoyi kultury i sportu*, 10, 141–144.
7. Glazyrin I. (2003) Osnovy dyferentsiynogo fizychnogo vykhovannya [Basics of differential physical education]. Cherkasy: Vidlunnya, 352.
8. Koryagin V. (2003) Osobennosti izmereniya uprygovyazkikh svoystv skeletnykh myshts cheloveka [Features of measuring elastic-viscous properties of human skeletal muscles]. *Pedagogika, psykholohiya ta medyko-biologichni problemy fizychnogo vykhovannya i sportu: zbirnyk naukovykh pracj*, 1, 61–65.
9. Oleshko V. (1999) Sylovi vydy sporty [Strength sports]. Pidrychnyk dlya studentiv vuziv fizychnogo vykhovannya i sportu. Kyiv: Olimpijsjka literatura, 190.

DOI 10.32782/NSER/2023-1-5

УДК 796/799:005.591.6

## ПАРАДИГМА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ІННОВАЦІЙ У СФЕРІ СПОРТУ

**Ярмошук Олена Олександрівна**

кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент,  
доцент кафедри теорії і практики фізичної культури і спорту  
Рівненського державного гуманітарного університету  
ORCID ID: 0000-0002-3684-9714

*У статті розкривається актуальне питання застосування різних сучасних засобів, які сприяють швидкому перебігу процесів відновлення. Це допоможе у підготовці спортсмена і підвищуватиме ефективність тренувань.*

*У роботі проаналізовані інновації у сфері спорту: інвентар, спортивна екіпіровка, системи моніторингу, які повинні допомогти відстежувати фізичний стан і успіхи спортсменів під час тренувань і відновлення. Зокрема, акцентовано увагу на системах відеоаналітики та моніторингу фізичного стану, які застосовуються у спорті. На підставі звітів цих систем можна здійснювати оперативний контроль тренувального процесу, отримувати інформацію, яка дозволяє розробити рівень управлінських рішень під час підготовки спортсмена.*

*У статті підтверджено дані, що раціональне використання сучасних методів і засобів відновлення є важливим для ефективності тренувальних програм, попередженням перетренованості, створення оптимального часу відпочинку після фізичних вправ, що своєю чергою впливатиме на поліпшення підготовки спортсмена та досягнення високого результату.*

**Ключові слова:** інновації, спорт, Firstbeat, Catapult, Dartfish.

**Yarmoschuk O. O. The paradigm of technological innovations in the sports industry**

*The article explores the topical issue of utilizing various modern tools that contribute to the rapid progress of recovery processes. This will aid in athlete preparation and enhance training efficiency.*

*The study analyzes innovations in the sports industry, including equipment, sports gear, and monitoring systems, aimed at tracking athletes' physical condition and progress during training and recovery. Specifically, attention is focused on video analytics and physical monitoring systems used in sports. Based on the reports generated by these systems, real-time control over the training process can be maintained, providing information that enables the development of effective management decisions during athlete preparation.*

*The article confirms that the prudent use of modern recovery methods and resources is crucial for the effectiveness of training programs, preventing overtraining, and establishing optimal rest periods after physical exercises. Ultimately, this contributes to improving athlete preparation and achieving high-performance results.*

**Key words:** innovation, sports, Firstbeat, Catapult, Dartfish.

**Постановка проблеми.** Ефективність процесу підготовки спортсменів у сучасних умовах багато в чому зумовлена використанням засобів і методів комплексного контролю як інструментів управління, що дозволяє здійснювати зворотні зв'язки між тренером і спортсменом і на цій основі підвищувати рівень управлінських рішень під час їхньої підготовки.

Проблемі інновацій (нововведень) у спорті нині приділяється підвищена увага. Спортсменам і тренерам доводиться зараз працювати у ситуації постійних нововведень.

Теорія і практика фізичної культури впритуп пов'язані з інноваційною діяльністю. Це розробка нової концепції фізичного виховання, створення оновленої системи підготовки спортсменів, перехід від архаїчних методик до передових методів діяльності спортсменів на всіх етапах.

Інноваційні технології мають велике значення в теорії і практиці спорту. Прогрес не стоїть на місці

і з кожним днем з'являються різноманітні нововведення у спорті. Застосування цих технологій, з одного боку, розширяє можливості спортсмена і тренера, а з іншого боку, ставить нові завдання щодо впровадження останніх досягнень у практику, роботи над проблемами прогнозування спортивної успішності спортсмена, оптимізації методів спортивного менеджменту тощо.

**Метою статті** є ознайомлення з інноваційними розробками у сфері спорту.

**Методи дослідження:** аналіз навчальної літератури і теоретичних даних, інтернет-ресурсів.

**Виклад основного матеріалу.** Згідно із загальноприйнятим визначенням інноваційні технології – це сукупність засобів і методів, які розроблені на основі використання сучасних досягнень обчислювальної та телекомунікативної техніки, які забезпечують автоматичну обробку інформації та оптимізацію навчальної та виробничої діяльності людини [1].



Аналіз літературних джерел [1–4] та власний аналіз показав, що виділяють декілька груп використання інноваційних технологій у спорті. Розглянемо ці групи та наведемо деякі з найпоширеніших з технологій.

#### **Технології в побудові спортивних споруд.**

Міжнародні спортивні змагання все частіше проводяться на штучних покриттях; такий вибір зумовлений їх довговічністю, стійкістю до погодних умов та зручністю технічного обслуговування. М'язи і суглоби спортсменів виявляються найбільш повно захищеними в тих випадках, коли основою для покриттів служить еластичний базовий шар продукту Neopolen P – спеціального піно-матеріалу виробництва BASF.

#### **Прилади для фіксації спортивного результату.**

Автоматичні системи визначення взяття воріт (goal-line technology – GLT) **GoalRef** і **Hawk-Eye** пройшли ліцензування у ФІФА ще влітку 2012 року. З 2012 року футбольні функціонери зважилися впровадити технологію автоматичної фіксації взяття воріт. Вибір припав на британську тенісну систему, модифіковану для футболу, – **Hawk-Eye** («Яструбине око»). Нині є низка подібних систем, зокрема німецького виробника «Goal Control», яка добре зарекомендувала себе на Мундіалі 2014 року у Бразилії.

У плаванні точно визначити переможця теж допомагає електроніка. Спортсмен натискає на спеціальну панель, яка фіксує фініш.

У легкій атлетиці з недавніх пір використовують систему, яка фіксує фальстарт. До кожної пари стартових колодок підключається модуль з трьома датчиками, які фіксують рух спортсмена. Ще один сенсор реагує на звук пострілу.

**Екіпірування спортсменів, зокрема, сучасні спортивні гаджети.** Останніми роками з'являється все більше різних видів спортивного екіпірування, забезпечених датчиками, які повинні допомогти відстежувати фізичний стан і успіхи спортсменів під час тренувань і відновлення.

Нова технологія спортивного взуття **Shox** від фірми Nike дозволяє уникнути травми нижніх кінцівок і всього опорно-рухового апарату внаслідок надмірних ударних навантажень, надмірного підвиверту п'яти в підтаранному суглобі, надмірного скручування передньої частини стопи до задньої частини, нестійке положення стопи на опорі. Ця модель спортивного взуття має п'ять вставних циліндрів у задній частині підошви і призначена для того, щоб зберегти здоров'я користувача і підвищити ефективність бігу.

Щодо спортивного екіпірування, то за новими технологіями всі шви на одязі прибрали на спину, щоб зменшити опір вітру і повітря під час бігу. Також у спортивному одязі продумана система охолодження в проблемних місцях.

Іспанська компанія **Emxus** спільно з Європейським космічним агентством (ESA) розробила

пристрій **TrainGrid**, що являє собою «електронну майку» для тренувань. Пристрій відрізняється тим, що він не тільки вимірює і передає на комп'ютер основні параметри тіла і місце розташування спортсмена, але і фіксує удари, падіння і середню швидкість його рухів.

Футболки для біометричного моніторингу – **Hexoskin** [9]. Система **Hexoskin** – точний і надійний інструмент для визначення, аналізу даних про рівень фізичної підготовки, стану здоров'я, сну. **Hexoskin** оцінює об'єктивні показники: частоту серцевих скорочень – визначення частоти серцевих скорочень з максимальною точністю, в тому числі і в режимі реального часу; варіабельність серцевого ритму і RR-інтервали – для вимірювання рівня навантаження і втоми з метою попередження перевантажень і травм; частоту дихання – для управління своїми спортивними показниками; об'єм легень – для об'єктивного аналізу кожного виду тренувань; рівень активності (крокомір, каденс та лічильник калорій) – інформація в реальному часі щодо інтенсивності тренувань: кількість кроків, темп і т. п.; режим сну – для визначення якості сну: відстеження положення під час сну, дихання, ЧСС.

Додаток **Hexoskin** скачується і встановлюється на будь-який iOS і Android пристрій, у тому числі на мобільні телефони і «розумний» годинник. Завдяки мобільності і легкості пристроїв можна завжди бути в курсі свого фізичного стану – спостерігати за своїми показниками в режимі реального часу. Також дані завантажуються і обробляються на ПК (Windows або MacOS).

Одними з найбільш популярних інновацій у сфері спорту є такі винаходи.

Спортивні окуляри **Recon Jet**. **Recon Jet** – це інтерактивні окуляри, пристосовані насамперед для заняття спортом на відкритому повітрі. Окуляри **Recon Jet** можуть бути оснащені камерою, яка може знімати HD-відео з роздільною здатністю 720 p, 8 гігабайтами постійної флеш-пам'яті, 3D-акселератором, модулями бездротового зв'язку Wi-Fi і Bluetooth, а також портом провідного з'єднання Micro USB.

Спортивні окуляри з GPS-навігацією від компанії **Zeal Optic** [14]. Мають назву **Transcend**, вони не тільки захищають очі лижника від снігу та яскравого світла, але і виводять на дисплей інформацію про поточну швидкість, висоту, температуру, пройдено відстань, також є можливість використання секундоміра. Вся інформація відображається так, щоб бути в полі зору, але водночас не заважати спортсмену в процесі руху. Управління здійснюється з допомогою трьох кнопок, розташованих на правому боці окулярів.

**iPod Nano** – плеєр для спортсменів. Іноді не тільки технології впливають на спорт, але і спорт на технології. Один із самих яскравих прикладів

тому – поява мініатюрного аудіоплеєра iPod Nano, який компанія Apple створила спеціально для потреб людей, що займаються спортом. Адже їм потрібен був дуже компактний плеєр зі швидким і зручним доступом до музики у час тренувань.

*Гаджети* – фітнес-трекери (фітнес-браслети), смарт-годинники. У будь-якого фітнес-трекера кілька завдань, основні – це відстеження фізичної активності, контроль тренувань і облік витрачених калорій. Але є й оригінальні: так, невеликий браслет на руці може вести щоденник вашого харчування і маси тіла, а також контролювати сон та виконувати функцію «розумний будильник» – прораховувати, скільки саме годин потрібно спати саме вам, і будити вас у найоптимальніший час, у так званій правильній фазі сну. Результат – хороше самопочуття і підвищення щоденної активності.

Годинники працюють на операційній системі Android, до основного пристрою вони підключаються по Bluetooth 4.0. Також годинники обладнані акселерометром, гіроскопом, пульсометром.

Універсальний пристрій для спортсменів – Pargoos G-100 [16]. Компанія Pargoos анонсувала вихід портативного багатофункціонального пристрою Pargoos G-100, спеціально призначеного для людей, що займаються спортом. Новинка містить монохромний ЖК-дисплей з блакитною підсвіткою, а також вбудований GPS-приймач, завдяки якому можна отримувати інформацію про поточну швидкість, час і пройдений шлях.

Інтегрований mp3-плеєр з функцією Fm-радіо і 512 Мбайт пам'яті дозволяє створювати потрібний музичний фон під час проходження всієї дистанції. Крім цього, пристрій оснащений термометром і функцією підрахунку калорій, що було витрачено за час бігу.

Спеціальне програмне забезпечення дозволяє задавати дистанцію і швидкість пересування, що дає можливість зберігати темп під час бігу. Якщо швидкість буде нижча або вища заданої, пристрій починає вібрувати, попереджаючи про це власника. Після закінчення тренування на дисплей виводиться середня швидкість і дистанція. Всі ці вимірювання проводяться за допомогою вбудованого GPS-модуля.

**Тренувальні комплекси, зокрема інвентар та обладнання.** MiCoach Smart Ball – «розумний» футбольний м'яч. Уже кілька років існує футбольний м'яч, який в автоматичному режимі визначає, перетнув він лінію воріт чи ні. MiCoach Smart Ball від Adidas може виступити як особистий тренер для футболіста, допомагаючи йому удосконалити різноманітні удари (пенальті, штрафний, на дальність, кутовий і т. п.).

Зникаюча піна для футбольних арбітрів набула світової популярності на Мундіалі 2014 року. Цю піну арбітри застосовують під час штрафних ударів, щоб відзначити точку для м'яча і відміряти

відстань, на яку повинна відсунутися стінка. У балончику – спеціально підібрана суміш води, газу бутану і поверхнево-активних речовин, отже, піна зникає буквально за хвилину. Це технологічне нововведення дало несподіваний результат: кількість м'ячів, забитих прямими ударами зі штрафних, збільшилася майже на 20%.

Тренажер *FitLight Trainer* [8]. Фітлайт – це спортивна новинка – система для тренування уваги, спритності, координації, швидкості реакції, швидкості рухів, витривалості, проведення функціональних тренувань і розвитку інших спортивних якостей. Стандартний комплект FitLight Trainer складається з восьми датчиків і центрального контролера. Датчики загоряються по одному залежно від вибраних програм і відключаються за допомогою рук, ніг, голови, ракетки, ключки або будь-якого іншого інвентарю. Датчики програмуються на вимикання під час контакту з предметом або у разі наближення на задану відстань.

Вправи можна побудувати так, щоб наблизити тренування до реальних ігрових ситуацій, точно дозувати і вимірювати навантаження, стежити за дотриманням індивідуальної програми тренувань.

Для будь-якої вправи Фітлайт записує час спрацьовування датчиків. Таким чином можна тестувати швидкість виконання кожного елемента вправи. Ці дані дозволяють тренеру об'єктивно оцінювати динаміку тренувань, стежити за прогресом, проводити відбір спортсменів

**Медицинські технології, що застосовуються у спорті.** Лікувальні гаджети для спортсменів – *Light Force Therapy* [15]. Гаджет допомагає знімати біль і розслабляти перенапружені м'язи. Це невеликий прилад за допомогою LED лампочок виробляє інфрачервоне лазерне світло низьких частот, здатне прогрівати м'язи і тимчасово збільшувати кровообіг.

Прилад для фототерапії нового покоління – *HealthLight Anodyne Pro 8* [13], розробник американська компанія Bioremedi Therapeutic Systems Inc. Фотостимуляція світлодіодним пристроєм забезпечує помітну антистресорну дію і пластично регулює адаптивні можливості організму в межах їх фізіологічного діапазону.

Комплект складається з мініконтролера та випромінювальних елементів, виконаних у вигляді пов'язок різної конфігурації з липкими застібками, які можуть накладатися на різні ділянки тіла, найчастіше – на суглоби кінцівок. HealthLight може використовуватися безпосередньо на змаганнях. Основне призначення – зниження больового синдрому, зменшення набряку та запалення у разі травм і ударів.

**Системи відеоспостереження та відеоаналітики, що здійснюють моніторинг та моделювання.** Сучасний професійний спорт – це органічне поєднання медичних та електронних технологій.

Саме тут, як ніде, відчувається прагнення численних компаній-конкурентів до лідерства.

Що стосується командних спортивних змагань, то тут високі технології виявляють себе абсолютно особливим чином, адже такий показник, як результативність команди в процесі тренування і змагань, важко відпрацювати на тренажері. Далеко не завжди людська свідомість і увага вловить і зможе проаналізувати питання довгострокової статистики, визначити точне розміщення найактивніших ігрових зон, розташування пасивних майданчиків, співвідношення ігрової активності і т. п. Так, наприклад, «карта активності» руху демонструє статистику активності гравців за будь-який проміжок часу. Результатом такого аналізу стають дані, які дозволяють зробити висновок про успішність ігрової стратегії тієї чи іншої команди і ефективно вносити корективи в тактику і стратегію командної боротьби.

Сучасні системи відеоаналітики дозволяють комплексно або строго вибірково вирішувати питання аналізу інформації.

Таким чином, використання спеціалізованих програм відеоспостереження, як демонструє статистика, дає можливість у найкоротший термін докорінно змінити якість командної гри, а значить, наблизити команду до мети.

Система *HDShift* створена, щоб спростити роботу з технікою під час щоденних тренувань, має багато ракурсів відеозапису і відеоповторів.

Стационарно встановлені і підключені камери не вимагають обслуговування і настройки, а для управління тренер використовує простий пульт дистанційного керування. Для універсальних залів система може бути спроектована так, щоб легко переконафігурувати для роботи з декількома видами спорту.

Система для відеоаналізу *Dartfish* [10] – легке у використанні програмне забезпечення російською мовою для ретельного відеоаналізу. *Dartfish* може використовуватися всіма: тренерами, атлетами, вчителями, студентами, спортивними докторами і фізіотерапевтами. Програмне забезпечення використовує цифровий відеографік, щоб використовувати миттєвий зворотний візуальний зв'язок, не перериваючи тренування.

Програмне забезпечення *Dartfish* передбачає запис в автоматичному режимі і миттєвий перегляд вибраних певних моментів з подальшим аналізом, розбір матчу на моменти з наданням їм характеристик, ведення повної статистики по певних матчах, реєстрацію і обробку результатів тренувального процесу, відображення інформації під час тренувань у режимі online, можливість накладення відеозображення одного спортсмена на іншого, розкадрування рухів спортсмена, можливість порівняння 4 відеозаписів одночасно, виділення ключових моментів техніки (картинка

на зображенні), відеоаналіз тактико-технічних дій спортсменів, графічний інструментарій для аналізу техніки і тактики спортсмена тощо.

У 2001 році компанія *Dartfish* запропонувала для телевізійного ринку спецефекти *SimulCam™* і *StroMotion™*. Ці запатентовані технології добре себе зарекомендували і стали такою ж складовою частиною телепередач, як і уповільнений повтор.

*SimulCam™* – це спецефект, що відображає позицію руху двох спортсменів, яка відбулась у різний час, але на одному і тому ж місці. Спецефект формується як відеокліп з двома спортсменами. Під час перегляду цього відеокліпу можна порівняти швидкість, стиль, траєкторію і позицію одного спортсмена щодо іншого. При цьому телеглядач бачить, чому один спортсмен переміг іншого.

*SimulCam™* може бути використаний для різного типу змагань для порівняння стилю і візуалізації відносних траєкторій і швидкостей спортсменів.

Система *Catapult* [5] – це нова спортивна GPS / ГЛОНАСС технологія, яка дозволяє відстежувати і контролювати тренування спортсменів на відкритому повітрі і в приміщенні за допомогою повністю бездротового натільного сенсора *OptimEye S-5*.

Система *OptimEye* працює так: маленький сенсор-жучок прикріплюється на форму спортсмена у верхній частині спини, приблизно біля першого грудного хребця; цей сенсор відстежує рух атлета в 3D-просторі. Вимірювачі прискорень, магнітометри і гіроскопи не так уже відрізняються від тих, що можна знайти в iPhone: вони збирають дані про гравітаційні навантаження, відстані і напрямки руху. Але, на відміну від додатків смартфона, програма *Catapult Sports* обчислює дані за допомогою спеціальних фільтрів, щоб визначити точний напрям руху атлета для кожного прискорення або кроку. Якщо ігри проходять у приміщеннях, куди не проникає GPS-сигнал (баскетбол, хокей), то програма використовує внутрішні антени стадіону для збору даних зі спортсменів у режимі реального часу.

*OptimEye* для тренерів і медичного персоналу команди передає такі дані, як пройдена відстань за тренування, середня швидкість, високоінтенсивні навантаження (*Repeat High Intensity Efforts*), зіткнення, прискорення, уповільнення, загальне фізичне навантаження на гравця (*PlayerLoad*) і серцевий ритм. У змагальний період пристрій дозволяє ефективно заміряти будь-які можливі фізичні параметри професійного спортсмена під час змагання.

Для роботи в закритих приміщеннях розроблена спеціальна система позиціонування на місцевості *ClearSky*. При цьому не потрібно з'єднання зі супутниками як у традиційному модулі GPS, який представляє тільки позиційні дані в місцях, де немає дахів або інших перешкод

радіосигналу, – система ClearSky використовує триангуляцію, співпрацюючи із малими супутниками на самому стадіоні, які називають вузлами. Вузли знаходяться в компактних бездротових, портативних чорних корпусах, які легко встановлюються по периметру ігрової зони.

Унікальна технологія *Firstbeat* – це оперативне управління та контроль тренувального процесу [11].

Система *Firstbeat sports* надає об'єктивну оцінку фізичного навантаження, впливу позатренувальних навантажень; здійснює оцінку відновлення за допомогою нічних вимірювань показників варіабельності серцевого ритму, містить набір функціональних тестів для визначення підготовленості спортсмена. Використовуючи таку систему тренер або спортсмен отримує інформацію про стан організму і дозволяє вчасно вносити корективи в тренувальний процес.

Унікальність технології *Firstbeat* полягає в тому, що вона не тільки вимірює показники тренувального навантаження в реальному часі, але також збирає цілодобову інформацію про стан автономної нервової системи спортсменів (симпатична і парасимпатична системи).

Вона була розроблена під потреби професійних спортсменів, але зараз стає все більш популярною і серед звичайних любителів спорту. В її основі цілодобовий моніторинг варіабельності серцевого ритму. Після обробки отриманих даних будується графік, який дозволяє зрозуміти, коли навантаження на серце були особливо інтенсивними, і чи вдалося після них відновитися. Можливість стежити за реальним відновленням – унікальна функція, пропонується тільки *Firstbeat sports*, інші системи аналізують такий показник по умовних одиницях. Завдяки цьому система швидко набула популярності у найуспішніших спортсменів у всьому світі.

Подібна до системи *Firstbeat SPORTS* за своїми функціями та операціями – система *Smartspeed* [12].

*GPSports* – система моніторингу фізичного стану та працездатності на основі обробки даних GPS, пульсометрії, акселерометра. Дозволяє максимально використовувати потенціал своїх гравців і мінімізувати травми. Основний елемент роботи системи – нове покоління датчиків SPI HPU, які є найменшими і точними на ринку. Система аналізує обсяг, інтенсивність, швидкість роботи, метаболічну потужність, зіткнення і симетрію бігу.

Онлайн-дані про дистанції, швидкості, пульс і зіткнення дозволяють тренерському штабу вносити миттєві зміни в хід тренування або товариського матчу.

У *GPSports* застосовується унікальна технологія – виявлення дисбалансу кроків під час ходьби та/або бігу. Це важлива інформація для скринінгу спортсмена і реабілітації травм.

Слід зазначити, що використання таких технологій широко використовується в тренувальному процесі, а ось під час гри не всі футбольні асоціації мають єдину думку щодо їх впровадження. Американська футбольна ліга MLS, наприклад, дала схвалення на використання цих технологій, були розмови і про їх широке впровадження під час чемпіонату світу 2018 року. Водночас збірна Німеччини на чемпіонаті світу 2014 року використовувала GPS-технології моніторингу. Проте категорично заборонено використання даних моніторингу тренерським штабом під час гри.

У 2006 році організації з *Sports industry, Sports and R & D organisation* на всій території ЄС об'єдналися в європейському проєкті – *Innosport.eu* [17] – європейської платформи спортивних інновацій. Цей проєкт був створений у рамках Європейської програми (FP6) з метою вивчення тенденцій, потреб і пов'язаних з ними аспектів, таких як здоров'я і безпека в рамках європейської спортивної індустрії, з метою виявлення перспективних інноваційних можливостей.

Європейська платформа спортивних інновацій (EPSI) спрямована на якнайшвидше впровадження у спортивну діяльність досягнень високотехнологічних та інноваційних розробок. EPSI є представником спортивної індустрії з інновацій та досліджень у рамках Європейської комісії.

Основна мета EPSI полягає у стимулюванні взаємодії між високотехнологічними компаніями, малими та середніми підприємствами, університетами та дослідницькими організаціями.

У межах європейського проєкту «*InnoSport.EU*» розвивається платформа спортивних інновацій – компанія «Спортивні технології» [6], фахівці якої постійно відстежують технологічні новинки, проводять аналіз світових практик і вибирають тільки найкраще обладнання у своєму сегменті. Компанія ПП «Інтерспортсервіс» є представником компанії «Спортивні технології» в Україні.

**Висновки.** Сфера інновацій у спорті в Україні потребує значного розвитку. Індустрія спорту набуває все більшого значення для європейської спільноти – і не тільки тому, що приносить людям здоров'я і радість, а й тому, що тенденція верифікації значення спорту в економіці створює позитивний ефект для розбудови здорового, конкурентоспроможного суспільства.

#### Література:

1. Богіно В.І., Калиніченко О.М. Розробка інформаційних технологій супроводу процесу ефективного розвитку спорту вищих досягнень. *Теорія та методика фізичного виховання*. 2008. № 1 С. 37–46.
2. Лутфулін І.Я., Мавлієв Ф.А., Хадіулліна Р.Р. Основні напрямки використання інформаційних технологій у практиці спорту. *Вчені записки університету імені П.Ф. Лесгафта*. № 9 (91). 2012. С. 88–93.

3. Озолін Е.С., Шустін Б.М. Науково-дослідні інститути та центри підготовки спортсменів у зарубіжних країнах. *Вісник спортивної науки*. 2011. № 5. С. 3–8.
4. Павлова Ю., Виноградський Б. Відновлення у спорті : монографія. Львів : ЛДУФК, 2011. 204 с.
5. Система Catapult. URL: [http://gps-club.ru/gps\\_test/detail.php?ID=111124](http://gps-club.ru/gps_test/detail.php?ID=111124).
6. Черепок О.О., Волох Н.Г. Лікувальне застосування електричного струму, електричного та магнітного полів, електромагнітного випромінювання : навчальний посібник. Запоріжжя : ЗДМУ, 2016. 140 с.
7. ПП «Новаспорт». URL: <http://novasport.by/>.
8. Тренажер FitLight Trainer. URL: <http://sporttech.biz/fitlight/>.
9. Hexoskin. URL: <http://www.hexoskin.com/>.
10. Система для відеоаналізу Dartfish. URL: <http://www.dartfish.com>.
11. Технологія Firstbeat. URL: <Http://www.firstbeat.pro/system>.
12. Система Smartspeed. URL: <http://www.fusionsport.com/products/smartspeed-timing-gates-system>.
13. HealthLight Anodyne Pro 8. URL: <http://www.newsguide.us/>.
14. Zeal Optic. URL: <http://www.zealoptics.com/transcend/>.
15. Light Force Therapy. URL: <http://www.lightfortherapy.com>.
16. Пристрій Paroos G-100. URL: <http://www.thg.ru, hpc.ru>.
17. Innosport. URL: [www.innosport.eu](http://www.innosport.eu).

### References:

1. Bohino V.I., Kalinichenko O.M. Rozrobka informatsiynykh tekhnolohiy suprovodu protsesu efektyvnoho rozvytku sportu vyshcheykh dosiahnen. *Teoriya ta metodyka fizychnoho vykhovannya*. 2008. № 1. S. 37–46.
2. Lutfullin I.Ya., Mavliiev F.A., Khadiullina R.R. Osnovni napriamky vykorystannia informatsiynykh tekhnolohii u praktytsi sportu. *Vcheni zapysky universytetu imeni P.F. Leshafta*, № 9 (91). 2012. S. 88–93.
3. Ozolin E.S., Shustin B.M. Naukovo-doslidni instytuty ta tsentry pidhotovky sportsmeniv u zarubizhnykh krainakh. *Visnyk sportyvnoi nauky*. 2011. № 5. S. 3–8.
4. Pavlova Yu., Vinogradsky B. Vidnovlennya u sporti: monographiya. Lviv: LDUFK, 2011. 204 s.
5. Sistema Catapult. Retrieved from: [http://gps-club.ru/gps\\_test/detail.php?ID=111124/](http://gps-club.ru/gps_test/detail.php?ID=111124/)
6. Cherepok O.O., Volokh N.G. Likovalne zastosuvannya elektrychnoho strumu, elektrychnoho ta magnitnoho poliv, elektromahnitnoho vyprominyuvannya: navchalniy posibnyk. ZDMU, 2016.140 s.
7. PP “Novasport”. Retrieved from: <http://novasport.by/>.
8. Trenazher FitLight Trainer. Retrieved from: <http://sporttech.biz/fitlight/>.
9. Hexoskin. Retrieved from: <http://www.hexoskin.com/>.
10. Sistema dlya videoanalizu Dartfish. Retrieved from: <Http://www.dartfish.com>.
11. Tekhnolohiya Firstbeat. Retrieved from: <Http://www.firstbeat.pro/system>.
12. Sistema Smartspeed. Retrieved from: <http://www.fusionsport.com/products/smartspeed-timing-gates-system>.
13. HealthLight Anodyne Pro 8. Retrieved from: <http://www.newsguide.us/>.
14. Zeal Optic. Retrieved from: <http://www.zealoptics.com/transcend/>.
15. Light Force Therapy. Retrieved from: <http://www.lightfortherapy.com>.
16. Paroos G-100 device. Retrieved from: <http://www.thg.ru, hpc.ru>.
17. Innosport. Retrieved from: [www.innosport.eu](http://www.innosport.eu).

# ПРИРОДНИЧІ НАУКИ

## Біологія і біохімія

DOI 10.32782/NSER/2023-1-6  
УДК 617.751.6-053.2/.6:37.018.43

### ВПЛИВ ГАДЖЕТІВ НА ПОКАЗНИКИ ГОСТРОТИ ЗОРУ ПІДЛІТКІВ ПІД ЧАС ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

#### Дмитроца Олена Романівна

кандидат біологічних наук,  
доцент кафедри фізіології людини і тварин  
Волинського національного університету імені Лесі Українки  
ORCID ID: 0000-0002-8127-6396  
Scopus author ID: 57022031800

#### Коржик Ольга Василівна

кандидат біологічних наук,  
старший викладач кафедри фізіології людини і тварин  
Волинського національного університету імені Лесі Українки  
ORCID ID: 0000-0002-2526-8877  
Scopus author ID: 5721102435

#### Супрунець Анна Михайлівна

учитель біології  
Піддубцівського ліцею Підгайцівської сільської ради Волинської області

#### Шевчук Вікторія Василівна

учениця 11 класу  
Піддубцівського ліцею Підгайцівської сільської ради Волинської області

*У наукових публікаціях уже є відомості щодо дослідження змін життєдіяльності дітей та впливу на них дистанційного навчання, зокрема щодо рухової активності, рівня тривожності, психоемоційного стану. Проте велике навантаження в умовах дистанційних занять здійснюється і на ограні зору учнів, оскільки часто доводиться займатися в умовах, що не завжди відповідають усім нормам та вимогам до занять з використанням комп'ютерної техніки. Це й визначає актуальність та мету дослідження – вивчення впливу гаджетів в умовах дистанційного навчання на показники гостроти зору школярів.*

*Дослідження проведено на 140 школярах 13–14 років (обох статей), котрих розділяли на дві групи (по 70 осіб): I – учні, котрі мають дистанційне навчання (експериментальна група (ЕГр)), II група – учні, котрі навчаються у звичайному режимі (контрольна група (КГр)). Обстеження школярів проведено у I семестрі 2022–2023 н.р. на базі закладів загальної середньої освіти. Для виявлення впливу гаджетів на зорові функції нами було проведено анкетування щодо тривалості екранного часу та суб'єктивних відчуттів стану обстежуваних школярів-підлітків. Показники гостроти зору (VIS, ум. од.) та їх оцінку вимірювали за загальноприйнятою методикою з використанням таблиць Сивцева-Головіна. Під час обробки отриманих даних використовувались методи варіаційної статистики з оцінкою t-критерія Стьюдента.*

*У результаті дослідження встановлено, що під час дистанційного навчання учні у 62% випадків використовують мобільні телефони; під час очного навчання переважно діти використовують комп'ютери (43%). Школярі, що мають дистанційне навчання, характеризувалися вищою часткою осіб зі зниженими показниками гостроти зору (50%). Школярі, котрі навчаються у звичайному режимі, здебільшого мають нормативні показники гостроти зору (54,29%), а частка осіб зі зниженими його показниками є нижчою (24,28%) порівняно з експериментальною групою обстежуваних.*

**Ключові слова:** учні-підлітки, дистанційне навчання, гаджети, гострота зору.

**Dmytrotsa O. R., Korzyk O. V., Suprunets A. M., Shevchuk V. V. The influence of gadgets on visual acuity indicators of teenagers during distance learning**

*Scientific publications already contain information on the study of changes in children's life activities and the impact of distance learning on them, in particular, on motor activity, anxiety level, and psycho-emotional state. However, a large load in terms of remote classes is also carried out on the students' eyes, since they often have to study in conditions that do not always meet all the norms and requirements for classes using computer equipment. It determines the relevance and the purpose of the research – to study the impact of gadgets in terms of distance learning on the visual acuity of schoolchildren.*

*140 schoolchildren participated in the research, 13–14 years old (both sexes). They have been divided into two groups (70 people each): I – students who have distance learning (experimental group (EGR), II group – students who study in regular mode (control group (CGR)). The examination of schoolchildren has been carried out in the 1<sup>st</sup> semester of 2022–2023 on the basis of general secondary education institutions. We conducted a questionnaire regarding the duration of screen time and subjective feelings of the state examined teenage schoolchildren in order to identify the impact of gadgets on visual functions. Visual acuity indicators (VIS, visual acuity) and their evaluation have been measured according to the generally accepted method using the Golovin-Syvtsev tables. During the obtained data processing, methods of variational statistics have been used with the evaluation of the Student's t-test.*

*As a result of the study, it has been established that during distance learning students use mobile phones in 62% of cases; during face-to-face education, mostly children use computers (43%). Distance learning schoolchildren have been characterized by a higher proportion of persons with reduced visual acuity (50%). Schoolchildren who study in the regular mode mostly have standard indicators of visual acuity (54.29%), and the share of people with reduced visual acuity is lower (24.28%), compared to the experimental group.*

**Key words:** *teenage students, distance learning, gadgets, visual acuity.*

**Вступ.** Дистанційні заходи, спрямовані на зупинення пандемії COVID-19 та збереження здоров'я в умовах воєнного стану, викликали низку суттєвих змін у способі життя школярів [6, с. 97]. У наше повсякденне життя активно увійшла дистанційна освіта з гнучкими методами дистанційного навчання (ДН), що передбачають індивідуальний підхід до кожного учня та дають можливість істотно підвищити якість освітнього процесу [1, с. 7; 3, с. 55; 7, с. 56]. ДН, що потребує використання сучасних освітніх платформ, характеризується певними труднощами, пов'язаними з технічним забезпеченням освітнього процесу: кожен 5-ий учень має проблеми з Інтернетом, 14% дітей використовують батьківські гаджети, ще майже 50% школярів ділять гаджети з братами чи сестрами, лише у третині родин є окремий ноутбук або комп'ютер для дітей [6, с. 98]. Головним дозвіллям під час жорсткого карантину є: комп'ютерні ігри (44%), фільми чи аніме (37%), читання вибирають 28% школярів, проте, як правило, з екрана. Цікавими є дані, що 15% батьків обмежують час дітей в Інтернеті, проте на локалі 47% родин взагалі не обмежували користування гаджетами [6, с. 98].

У низці наукових публікацій відзначено вплив ДН на зміни життєдіяльності дітей, зокрема щодо рухової активності, рівня тривожності, психоемоційного стану [2, с. 223; 5, с. 16; 8, с. 280]. Визначено керовані фактори ризику щодо психічних зрушень у дітей (постійне перебування у замкненому просторі (у приміщенні), обмеження онлайн-спілкування з учителем і однокласниками, переважання сидячої поведінки (низький рівень рухової активності) [5, с. 16; 10, с. 364]. Практична оптимі-

зація цих аспектів життя позитивно позначиться на збереженні та зміцненні здоров'я дітей.

Здоров'я школярів є одним з пріоритетів системи охорони здоров'я та системи освіти. Від розкладу уроків до меблів у школі – усе відповідає віковим потребам дітей з метою сприяння всебічному розвитку дитини. Проте статистика свідчить, що упродовж шкільних років у школярів знижується рівень здоров'я. Так, зниження гостроти слуху та зору, порушення постави фіксується збільшенням від моменту вступу дитини до школи (у віці 6 років) до її переходу до старших класів (9–11 клас) приблизно вдвічі; за сколіозом – показник зростає у 4,5 рази. У науковій літературі відзначено, що за період з 2005 до 2015 року частка учнів 5–9 класів із сильною втомою зросла удвічі (з 22,2% до 52,6%), частка дітей з дефіцитом сну зросла на 7%, а тривалість виконання домашніх завдань понад 2,5 години на день зросла на 12,5% [5, с. 14; 6, с. 97; 9, с. 59]. Серед молодших школярів 73,5% осіб проводять перед екраном менше 2 годин на день, тоді як 53% підлітків та 72% старшокласників мають екранний час тривалістю понад 4 години на добу [5, с. 14; 6, с. 97; 8, с. 280]. Такі відомості, звичайно, стануть ще більш тривожними у період дистанційного навчання, особливо якщо враховувати те, що підлітковий шкільний вік є важливим та переломним етапом у житті людини. Оскільки навчальна діяльність для учнів є провідною, то за умов ДН учні, вчителі та батьки повинні пам'ятати про формування фізичного та психічного здоров'я, правильної постави, базових рухових умінь, оздоровлення та дотримання санітарно-гігієнічних вимог до використання комп'ютера чи гаджета

[12, с. 231]. В нинішніх умовах дистанційного та змішаного навчання актуальною темою є збереження функціонального стану зорового аналізатора, що пов'язано з використанням гаджетів під час навчання, що не завжди відповідає всім нормам та вимогам до занять з використанням комп'ютерної техніки [4, с. 48; 1, с. 61]. Такий спосіб навчання несе ризики здоров'ю, пов'язані з перевтомою, нервовим виснаженням, зниженням фізичної та розумової працездатності. Це й визначає актуальність дослідження впливу ДН на функціональний стан зорового аналізатора у школярів-підлітків. Тому метою нашого дослідження є вивчення впливу гаджетів в умовах дистанційного навчання на показники гостроти зору школярів під час воєнного стану.

**Матеріали та методи.** Дослідження проведено на 140 школярах 13–14 років (7–8 класи) обох статей, здорових, праворуких. Обстеження школярів проведено у I семестрі 2022–2023 н. р. на базі закладів загальної середньої освіти Підгайцівської сільської ради Волинської області. Усіх обстежуваних розділяли на дві групи (по 70 осіб): I група – учні, котрі мають дистанційне навчання (експериментальна група (ЕГр), Піддубцівський ліцей), II група – учні, котрі навчаються у звичайному режимі (контрольна група (КГр), Підгайцівський ліцей). Усі обстежувані проходили анкетування, за яким визначали екранний час (ЕЧ (гігієнічна норма – 2 год.) – тривалість використання часу, проведеного за пристроєм з екраном смартфона, комп'ютера, телевізора чи відеогри) та деякі суб'єктивні ознаки учнів в умовах ДН (погіршення самопочуття, поява симптомів зорової втоми, головні болі, нудота тощо).

Для визначення гостроти зору (VIS) обстежуваних використовували загальноприйнятну методику – таблиці Сивцева-Головіна; результати обстеження VIS (ум. од.) оцінювали відповідно до критеріїв: 1 – норма; 0,9 і нижче – знижена; 1,1–1,4 – підвищена; 1,5–2,0 – висока; менше 0,1 – надто низька [7; 9]. Показники VIS у підлітків вимірювались за однакових умов (відсутності будь-яких емоційних чи фізичних перенапружень) за участі шкільного медичного працівника з урахуванням біомедичних норм та за згоди батьків. Усі обстежувані є добровольцями.

Для обробки отриманих даних використовувалися методи варіаційної статистики з визначенням середнього значення показника (M), величини середньої похибки (m). Різницю між двома середніми величинами вважали достовірною при значеннях  $p \leq 0,05$ .

**Результати.** Аналіз результатів проведеного нами анкетування щодо особливостей використання гаджетів школярами-підлітками показав, що обстежувані в умовах традиційного навчання (контрольна група, КГр) здебільшого викорис-

товують ноутбуки (23% осіб) та комп'ютери (43% осіб). За технічними характеристиками ця комп'ютерна техніка має великий екран (ним можна регулювати кут нахилу для комфорту очей під час роботи), наявність клавіатури та мишки (що дозволяє швидше друкувати тексти, створювати графіки, презентації, швидко редагувати документи). Зазначимо, що 25% осіб такої групи використовують мобільні телефони та ще 9% – планшети.

Обстежувані в умовах дистанційного навчання (експериментальна група, ЕГр) у 62% випадків для навчання використовували переважно мобільні телефони як найбільш доступний і комфортний гаджет сучасності (характеризується маленьким екраном, яскравим світлом, миготінням маленьких об'єктів). Нами встановлено, що 18% осіб такої групи використовують ноутбуки та 6% планшети для відвідування онлайн-уроків і виконання домашнього завдання.

За результатами анкетування також відзначимо високу частку осіб (59,5%) серед обстежуваних підлітків ЕГр з тривалим екранним часом (ЕЧ) – понад 12 годин на добу. Так, найдовше учні перебувають перед екранами під час онлайн-уроків (близько 6 год. (25 %)), ще близько 3 год. (12,5%) – відпочивають, граючи в комп'ютерні ігри; лише 6% часу припадає на соціальні мережі. Тоді як для обстежуваних КГр тривалість ЕЧ становить 7 год. на добу (приблизно 32,5% осіб); таке навантаження пов'язане з особливостями традиційного навчання.

Через тривалий ЕЧ, що призводить до напруженої роботи, обстежувані ЕГр відзначають такі ознаки, як: слезоточивість, відчуття «порошинки» в оці, порушення фокусування (знесиленням очних м'язів), сухість рогики ока, що супроводжується болями та розвитку захворювань ока.

Порівняльний аналіз показників гостроти зору (VIS, ум. од.) в обстежуваних, залежно від форми навчання (дистанційної та очної), дозволив виявити такі особливості. В обстежуваних ЕГр показники VIS коливались від 0,5 (знижений рівень) до 1,8 (високий рівень) за усередненого групового значення  $0,92 \pm 0,05$  ум. од. для правого ока та від 0,4 (знижений рівень) до 2,0 (високий рівень) за усередненого значення  $0,9 \pm 0,06$  ум. од. – для лівого ока (табл. 1).

У групі обстежуваних, що мали очне навчання, показники VIS становили: для правого ока – 1,02 ум. од. (коливались від 0,7 (знижений рівень) до 1,8 (високий рівень)), для лівого –  $1,03 \pm 0,05$  ум. од. (межі від нижчого до вищого показників аналогічні) (див. табл. 1).

Аналіз показників VIS для обох очей (VIS бінокулярно) виявив подібну тенденцію (враховуючи показники правого та лівого очей): у ЕГр підлітків функціональний стан зорового аналізатора вказує на знижені його показники відносно норми,



Таблиця 1

Показники гостроти зору (VIS, ум. од.) обстежуваних підлітків залежно від умов ( $M \pm m$ ,  $n=70$ )

$M \pm m$	Експериментальна група			Контрольна група		
	VIS Od, ум. од.	VIS Os, ум. од.	VIS Od, ум. од.	VIS Os, ум. од.	VIS Od, ум. од.	VIS Os, ум. од.
	$0,92 \pm 0,05$	$0,9 \pm 0,06$	$0,93 \pm 0,05$	$1,02 \pm 0,04$	$1,03 \pm 0,05^{**}$	$1,03 \pm 0,04$

Примітки: VIS Od – гострота зору (умовні одиниці) правого ока, VIS Os – гострота зору лівого ока, VIS – гострота зору обох очей. Вказано середні значення та похибку середнього ( $M \pm m$ ), а також статистично значущі відмінності ( $p < 0,05$ ) між значеннями гостроти зору лівого (\*\*\*) ока залежно від умов навчання

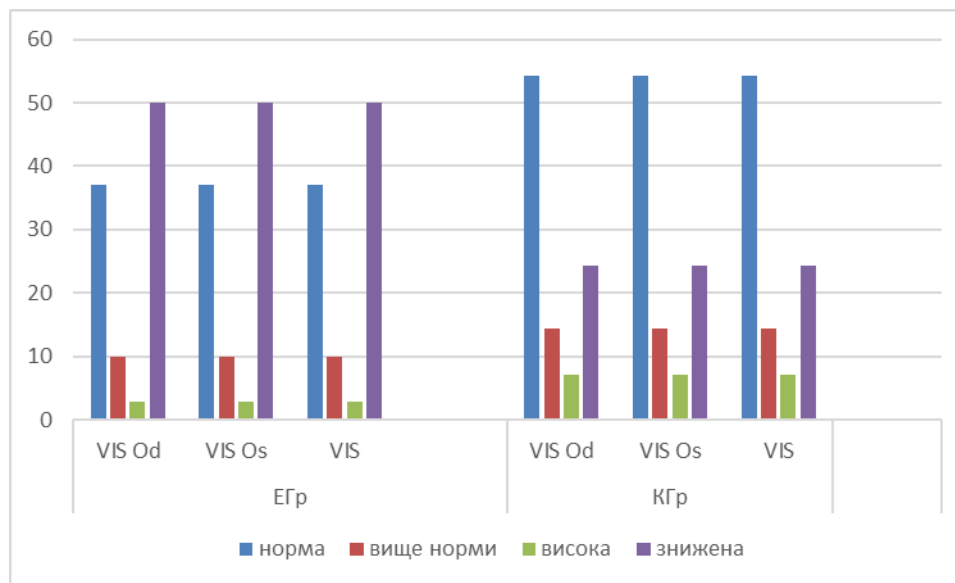


Рис. 1. Розподіл обстежуваних (у %) експериментальної (ЕГр) та контрольної (КГр) груп за рівнями показників гостроти зору

що становили  $0,93 \pm 0,05$  ум. од.; в обстежуваних очної форми навчання – нормативні показники ( $1,03 \pm 0,04$  ум. од.) (див. табл. 1).

Отже, обстежувані, котрі перебували на дистанційному навчанні, характеризуються нижчими показниками VIS (що вказують на знижений рівень гостроти зору) порівняно з групою обстежуваних, що мали звичайне навчання (гострота зору відповідає нормі); достовірні відмінності за показниками VIS між групами обстежуваних встановлено для лівого ока.

За визначеними показниками VIS обстежуваних нами встановлено певні особливості щодо розподілу школярів за рівнями показників гостроти зору відносно критеріїв оцінювання. Нами зафіксовано, що серед обстежуваних, котрі перебували на дистанційному навчанні, частка осіб з нормальною VIS становить 37,15% (рис. 1); тоді як частка осіб зі зниженим рівнем VIS становить 50% (див. рис. 1). Слід зазначити, що саме серед обстежуваних вказаної групи зафіксовано випадки (2,85% осіб) з показниками VIS, що коливались від 1,6 (праве око) до 2,0 (ліве око) ум. од.

Встановлені нами особливості щодо розподілу рівня VIS для обох очей є аналогічними до розподілу школярів з різними його значеннями для лівого чи правого ока.

У групі обстежуваних підлітків, котрі під час воєнного стану перебували на очному навчанні, частка осіб з нормативними величинами показників VIS підвищилась до 54,29% (див. рис. 1); відповідно, частка осіб зі зниженим рівнем VIS знизилась до 24,28% випадків. Зазначимо, що обстежувані такої групи характеризувалися вищою часткою осіб з показниками VIS, що відповідали рівневі «вище норми» (14,28% осіб) та «високий» (7,14%); при цьому значенні показників VIS коливались від (1,1 до 1,8 ум. од.) (див. рис. 1).

Таким чином, вплив дистанційного навчання на функціональний стан зорового аналізатора характеризується вищою часткою осіб зі зниженими показниками гостроти зору (50%) порівняно із традиційною формою навчання. Проте серед школярів експериментальної групи нами виявлено осіб із високим рівнем гостроти зору (2,0 ум. од. – для лівого ока).

Варто відзначити, що зорові розлади сучасних школярів пов'язані не лише з умовами зорової роботи, але й з іншими широкими соціальними й побутовими умовами. Це такі фактори, як харчування, зокрема вітамінна недостатність, природні умови, клімат, емоційні навантаження [4, с. 48]. Установлено зв'язок між порушеннями зору і станом здоров'я. Має значення зріст і розвиток самого органу зору, спадкоємна схильність, стан нервової системи тощо. Отже, не можна виділити один який-небудь фактор, що впливає на розвиток порушень зору школяра. Можна тільки думати про переважне значення того або іншого фактора в конкретних умовах. Виходячи із цього положення, треба розглядати порушення зору в дітей як більшу, складну проблему, особливо в умовах дистанційного навчання.

**Висновки.** За результатами опитування обстежуваних учнів підліткового віку під час дистанційного навчання у 62% випадків використовують мобільні телефони (лише 18% осіб – ноутбуки); очне навчання характеризується переважним використанням ноутбуків (23%) чи комп'ютерів (43%). Поширене застосування мобільних телефонів обстежувани пояснюють можливостями

слухати онлайн-уроки у різних позах (лежачи, сидячи).

Показники гостроти зору є вищими ( $1,03 \pm 0,04$  ум. од., норма) в обстежуваних контрольній групі порівняно з показниками в осіб експериментальної групи ( $0,93 \pm 0,95$  ум. од., наближено до зниженого рівня); достовірні відмінності між групами обстежуваних встановлено для лівого ока.

Школярі, котрі перебувають на дистанційному навчанні, характеризувалися вищою часткою осіб зі зниженими показниками гостроти зору (50%); проте виявлено і частку осіб з підвищеними показниками (12,85%).

Школярі, котрі навчаються у звичайному режимі, здебільшого мають нормативні показники гостроти зору (54,29%), а частка осіб зі зниженими його показниками є нижчою (24,28%) порівняно з експериментальною групою обстежуваних.

Перспективи подальших наукових пошуків вбачаємо у визначенні комплексного впливу освітніх факторів на показники гостроти зору школярів в умовах сучасних викликів та пошуку засобів, які б підвищували функціональний стан зорового аналізатора учнівської молоді.

#### Література:

- Андрусенко Н. Дистанційне навчання в Україні. *Дистанційне навчання як сучасна освітня технологія* : матеріали міжвузівського вебінару (м. Вінниця, 31 березня 2017 року) / відп. ред. Л. Ліщинська. Вінниця : ВТЕІ КНТЕУ. 2017. С. 7–9.
- Березуєва Т.С. Дослідження фізичної активності студентів в умовах дистанційного навчання і самоізоляції. *Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка*. № 3 (351). 2022. С. 225.
- Белков Т.О., Малахова Ж.В., Якушевський В.О., Лосік В.Г. Теоретичні аспекти дистанційного навчання з дисципліни «Фізичне виховання». *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школі*. 2021 р. № 75. Т. 1. С. 55.
- Вадзюк С.Н., Ульяницька Н.Я., Белікова Н.О., Индика С.Я., Сопіга М.О. Порушення зорових функцій у підлітків з еметропічною рефракцією при візуальному комп'ютерному навантаженні та їх відновлення. *Фізіол. журн.*, 2018, Т. 64. № 5. С. 47.
- Гозак С., Єлізарова О., Парац А., Дюба Н., Станкевич Т. Особливості дистанційного навчання школярів 1–11 класів під час пандемії COVID-19. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія «Педагогічні науки»*. Випуск № 3. 2020. С. 14.
- Дмитроца О., Коржик О., Мотузюк О. Вплив дистанційного навчання на показники гостроти зору школярів. *Нотатки сучасної біології*. 2022. Вип. 2(4). С. 95.
- Дрібас С., Пінська О., Даценко О. Особливості організації викладацько-студентської взаємодії в умовах дистанційного навчання. *Психологія: реальність і перспективи* : збірник наукових праць Рівненського державного гуманітарного університету. 2021. № 16. С. 56–62.
- Землянська О.В., Третьякова Л.Д., Праховнік Н.А., Семененко Р.Ю. Вплив дистанційної форми навчання на психічне та фізичне здоров'я студента. *Енергозбереження та промислова безпека: виклики та перспективи: наук.-техн. зб.* : матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. Київ : Основа, 2020. С. 280–286.
- Маслова О.В., Шахліна Л.Я-Г., Богданович Л.В., Коломієць Т.В., Гопей М.М. Реактивність організму школярів в умовах дистанційної форми навчання як ендоекологічний показник рівня їхнього здоров'я. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. № 2, 2022. С. 59–64.
- Сироватко З.В., Євremenко В.М. Вплив дистанційного навчання на рухову активність студентів. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова*. Випуск 3К (147). 2022. С. 363.
- Табалюк Т.А., Вавришук А.С., Гукалюк І.О., Табалюк А.М. Вплив віртуального тренування Vivid Vision (США) на зорові функції школярів з міопією слабкого ступеня. *Архів офтальмології України*. Том 10, № 3, 2022. С. 61–64.
- Харченко Л.Б., Плиська О.І., Груша М.М., Шкробанець І.Д. Визначення гостроти зору та контрастної чутливості в різних вікових групах школярів. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2020. Том 5, № 1 (23). С. 230.

**References:**

1. Andrusenko N. Dystantsiine navchannia v Ukraini. Dystantsiine navchannia yak suchasna osvittnia tekhnolohiia [Distance learning in Ukraine. Distance learning as a modern educational technology]: materialy mizhvuzivskoho vebinaru (*Vinnytsia, 31 bereznia 2017 roku*) / vidp. red. L. Lishchynska. Vinnytsia: VTEI KNTEU. 2017. S. 7–9. [in Ukrainian].
2. Berezuieva T.S. Doslidzhennia fizychnoi aktyvnosti studentiv v umovakh dystantsiinoho navchannia i samoizoliatsii [Study of physical activity of students in conditions of distance learning and self-isolation]. *Visnyk LNU imeni Tarasa Shevchenka*. № 3 (351), 2022. S. 225. [in Ukrainian].
3. Bielkov T.O., Malakhova Zh.V., Yakushevskiy V.O., Losik V.H. Teoretychni aspekty dystantsiinoho navchannia z dystsypliny «Fizyчне vykhovannia» [Theoretical aspects of distance learning in the discipline “Physical education”]. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii i zahalnoosvitnii shkoli*. 2021 r. № 75, T. 1. S. 55. [in Ukrainian].
4. Vadziuk S.N., Ulianytska N.Ia., Bielikova N.O., Indyka S.Ia., Sopiha M.O. Porushennia zorovykh funkt sii u pidlitkiv z emetropichnoiu refraktsiieiu pry vizualnomu kompiuternomu navantazhenni ta yikh vidnovlennia [Violation of visual functions in adolescents with emmetropic refraction during visual computer load and their recovery]. *Fiziol. zhurn.*, 2018, T. 64. № 5. S. 47. [in Ukrainian].
5. Hozak S.V., Yelizarova O., Parats A., Diuba N., Stankevych T. Osoblyvosti dystantsiinoho navchannia shkoliariv 1–11 klasiv pid chas pandemii COVID-19 [Peculiarities of distance learning of schoolchildren 1–11 classes during the COVID-19 pandemic]. *Visnyk Cherkaskoho natsionalnogo universytetu imeni Bohdana Khmelnytskoho. Serii a “Pedahohichni nauky”*. Vypusk № 3. 2020. S. 14. [in Ukrainian].
6. Dmytrotsa O., Korzhyk O., Motuziuk O. Vplyv dystantsiinoho navchannia na pokaznyky hostroty zoru shkoliariv [The influence of distance learning on the visual acuity indicators of schoolchildren]. *Notatky suchasnoi biolohii*. 2022. Vyp. 2(4). S. 95. [in Ukrainian].
7. Dribas S., Pinska O., Datsenko O. Osoblyvosti orhanizatsii vykladatsko-studentskoi vzaiemodii v umovakh dystantsiinoho navchannia [Peculiarities of the organization of teacher-student interaction in the conditions of distance learning]. *Psykholohiia: realnist i perspektyvy. Zbirnyk naukovykh prats Rivnenskoho derzhavnogo humanitarnoho universytetu*. 2021. № 16. S. 56–62. [in Ukrainian].
8. Zemlianska O.V., Tretiakova L.D., Prakhovnik N.A., Semenenko R.Yu. Vplyv dystantsiinoi formy navchannia na psykhične ta fizyčne zdorov'ia studenta [The influence of distance education on the mental and physical health of the student]. *Enerhozberezhennia ta promyslova bezpeka: vyklyky ta perspektyvy: nauk.-tekhn. zb.: materialy III Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Kyiv: Osnova, 2020. S. 280–286. [in Ukrainian].*
9. Maslova O.V., Shakhlina L.Ya-H., Bohdanovych L.V., Kolomiiets T.V., Hopei M.M. Reaktyvnist orhanizmu shkoliariv v umovakh dystantsiinoi formy navchannia yak endoekolohichni pokaznyk rivnia yikhnoho zdorovia [The reactivity of the body of schoolchildren in the conditions of distance education as an endoecological indicator of their health level]. *Sportyvna medytsyna, fizychna terapiia ta erhoterapiia*. № 2, 2022. S. 59–64. [in Ukrainian].
10. Syrovatko Z.V., Yevremenko V.M. Vplyv dystantsiinoho navchannia na rukhovu aktyvnist studentiv [The effect of distance learning on students' motor activity]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M.P. Drahomanova. Vypusk 3K (147)*. 2022. S. 363. [in Ukrainian].
11. Tabaliuk T.A., Vavryshchuk A.S., Hukaliuk I.O., Tabaliuk A.M. Vplyv virtualnogo trenuvannia Vivid Vision (SShA) na zorovi funkt sii shkoliariv z miopiieiu slabkoho stupenia [The effect of virtual training Vivid Vision (USA) on the visual functions of schoolchildren with mild myopia]. *Arkhiv oftalmolohii Ukrainy*. Tom 10, № 3, 2022. S. 61–64. [in Ukrainian].
12. Kharchenko L.B., Plyska O.I., Hrusha M.M., Shkrobanets I.D. Vyznachennia hostroty zoru ta kontrastnoi chutlyvosti v riznykh vikovykh hrupakh shkoliariv [Determination of visual acuity and contrast sensitivity in different age groups of schoolchildren]. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu*. 2020. Tom 5, № 1 (23). S. 230. [in Ukrainian].

DOI 10.32782/NSER/2023-1-7

УДК 591.412:591.3:599.323.4

## ЗМІНИ УЛЬТРАСТРУКТУРИ МІОКАРДА ЛІВОГО ШЛУНОЧКА В ОНТОГЕНЕЗІ ЩУРІВ ВІСТАР

### Загоруйко Геннадій Євгенович

доктор біологічних наук, професор,  
професор кафедри біології, здоров'я людини та фізичної терапії  
Рівненського державного гуманітарного університету  
ORCID ID: 00001-0001-0016462

### Марциновський Віталій Петрович

кандидат біологічних наук, професор,  
завідувач кафедри біології, здоров'я людини та фізичної терапії  
Рівненського державного гуманітарного університету  
ORCID ID: 00002-0002-0010946

### Цвентух Лініалла Володимирівна

магістрантка кафедри біології, здоров'я людини та фізичної терапії  
Рівненського державного гуманітарного університету  
ORCID ID: 0000-5000-5001-4256

### Когут Олександр Ігорович

магістрант кафедри біології, здоров'я людини та фізичної терапії  
Рівненського державного гуманітарного університету  
ORCID ID: 0000-4000-5001-4158

*Проведені дослідження демонструють суттєві зміни ультраструктури кардіоміоцитів міокарда лівого шлуночка у процесі пізнього ембріонального і раннього постнатального розвитку щурів Вістар. Серія зображень ультраструктури скоротливих міоцитів щурів різного хронологічного віку дозволила отримати морфологічну інформацію про поступове ускладнення просторової організації і насиченості саркоплазми міофібрилами і мітохондріями – комплексу органел, які відповідають за скоротливу функцію міокарда. Досліджена роль позиційної інформації у взаємодії структурних елементів комплексу (міофібрили + мітохондрії). Виявлено і досліджено морфологічні прояви розвитку фізіологічного апоптозу кардіоміоцитів у процесі пре- і постнатального розвитку міокарда щурів Вістар. У процесі постнатального дозрівання КМЦ відбувається безперервне зростання відносних об'ємів МФ та МХ. За 45 днів відносний об'єм МФ збільшується від 33% до 40%, а відносний об'єм МХ – від 21% до 40%. Паренхіма міокарда новонароджених щурят утворена трьома нерівнозначними популяціями КМЦ. Перша популяція – одноядерні дегідратовані міоцити, що утворюють резерв КМЦ і перебувають у стані функціонального спокою. Друга популяція – одноядерні оптично світлі міоцити, які володіють скоротливою, проліферативною функціями і піддаються фізіологічній гіпертрофії. Третя популяція – двоядерні кардіоміоцити (2я-КМЦ), кількість яких збільшується протягом 15 днів після народження щурів. У процесі раннього постнатального розвитку щурів у паренхімі міокарда між взаємодіючими трьома популяціями КМЦ є така послідовність перетворень: 1я т-КМЦ → 1я с-КМЦ → 2я-КМЦ. Поява в паренхімі міокарда деформованих ядер КМЦ зумовлена короточасними контактами «ядро + органели» та імпульсними механічними тисками на ядра з боку міофібрил і мітохондрій у процесі безперервно повторюваних циклів (скорочення ↔ розслаблення) КМЦ.*

**Ключові слова:** онтогенез, міокард, кардіоміоцит, ультраструктура.

### **Zahoruyko G. Ye., Martsynovskyi V. P., Tsvetukh L. V., Kogut O. I. Changes in the ultrastructure of the left ventricular myocardium during the ontogenesis of Wistar rats**

*The conducted studies demonstrate significant changes in the ultrastructure of cardiomyocytes of the myocardium of the left ventricle during the late embryonic and early postnatal development of Wistar rats. A series of images of the ultrastructure of contractile myocytes of rats of different chronological ages made it possible to obtain morphological information about the gradual complication of the spatial organization and saturation of the sarcoplasm with myofibrils and mitochondria – a complex of organelles responsible for the contractile function of the myocardium. The role of positional information in the interaction of structural ele-*

ments of the complex (myofibrils + mitochondria) has been investigated. Morphological manifestations of the development of physiological apoptosis of cardiomyocytes in the process of pre- and postnatal development of the myocardium of Wistar rats were identified and investigated. In the process of postnatal maturation of the CMC, there is a continuous increase in the relative volumes of MF and MH. In 45 days, the relative volume of MF increases from 33% to 40%, and the relative volume of MH increases from 21% to 40%. The parenchyma of the myocardium of newborn rats is formed by three unequal populations of CMCs. The first population is mononuclear dehydrated myocytes that form a reserve of CMCs and are in a state of functional rest. The second population is mononuclear optically bright myocytes, which have contractile and proliferative functions and are subject to physiological hypertrophy. The third population is binucleated cardiomyocytes (2a-CMC), the number of which increases within 15 days after the birth of rats. In the process of early postnatal development of rats, in the parenchyma of the myocardium between the three interacting populations of CMCs, there is the following sequence of transformations: 1a t-CMCs  $\rightarrow$  1a c-CMCs  $\rightarrow$  2a-CMCs. The appearance of deformed CMC nuclei in the myocardial parenchyma is caused by short-term "nucleus + organelle" contacts and pulsed mechanical pressures on the nuclei from the side of myofibrils and mitochondria in the process of continuously repeating cycles (contraction  $\leftrightarrow$  relaxation) of CMC.

**Key words:** ontogenesis, myocardium, cardiomyocyte, ultrastructure.

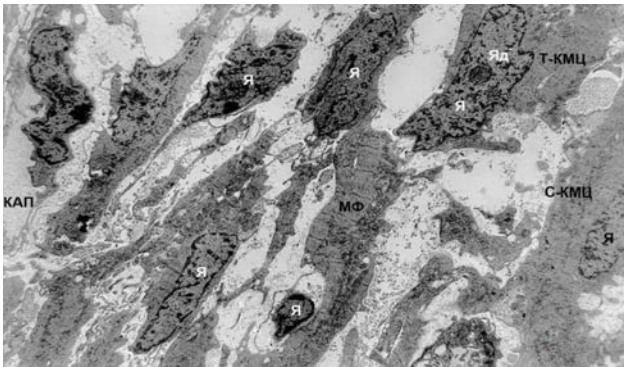
**Вступ.** Щури лінії Вістар є поширеним видом лабораторних тварин, яких використовують для дослідження механізмів ембріо- та постнатального розвитку серця [1; 2], у разі дослідження загальних біологічних механізмів старіння організму [3; 4], а також у разі розробки експериментальних шляхів подовження життя [5]. Щури лінії Вістар мають відносно коротку тривалість життя ( $\leq 3$  роки), швидко розмножуються, у тварин короткий термін вагітності, вони мають високу плідність (10–12 новонароджених у посліді) та низьку частоту вроджених вад серця [6]. Щури генетичної лінії Вістар протягом багатьох років розведення у стандартних умовах віварію мають відносно постійні темпи зростання маси тіла та внутрішніх органів. Цих тварин часто використовують як лабораторну модель онтогенезу людини. Для цього розроблені еквіваленти віку і біологічних стадій онтогенезу людини і білих щурів. Варто відзначити, що результати проведених досліджень свідчать про принципову схожість будови і функцій серця у щурів та людини [7; 8]. Морфогенез серця на пренатальному етапі розвитку щурів докладно описано у низці публікацій [9; 10]. Але відомостей у фаховій літературі про ранній постнатальний морфогенез серця [9; 11] вкрай не досить для визначення закономірностей розвитку ультраструктури міофібрил (МФ) і мітохондрій (МХ) кардіоміоцитів (КМЦ) щурів Вістар.

**Матеріали та методи.** У роботі використані щури лінії Вістар віком: ембріони 15 і 20 діб, новонароджені (н/р), 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 та 45-добові тварини. Всього 12 вікових груп. Вибір 5-добового інтервалу між віковими групами щурят зумовлений необхідністю отримати найбільш докладну послідовність розвитку ультраструктур КМЦ паренхіми міокарда серця тварин. Крім того, в цей період постнатального онтогенезу (н/р – 45-а доба) відбувається статеве дозрівання щурів, завершуються процеси диференціації, проліферації і дозрівання КМЦ.

Щури з розплідника НДІ біології при ХНУ (м. Харків) утримувалися у стандартних умовах віварію. У кожній віковій групі було по 5–10 особин здебільшого з одного посліду. Для подальшої роботи відбирали щурів, маса тіла яких поміж собою у групі не відрізнялася більше як на 10–15%. У роботі зі щурами керувалися засадами біоетики, викладеними у Законі України «Про захист тварин від жорсткого поводження» (№ 1759 від 15.12.2009 р.). Після проведення наркозу у щурів видаляли серце, яке поміщали у фільтри на лід для зупинки серцевої діяльності. Для зменшення ймовірності появи помилок під час вимірювання маси серця та його компонентів проводили ретельні анатомічні маніпуляції з ізольованими серцями. Обрізали екстраорганно розташовані кровоносні судини, камери серця звільняли від згустків крові. Серця зважували. Видаляли правий шлуночок та передсердя. В кожній віковій групі щурів шматочки комплексів (лівий шлуночок + міжшлуночкова перетинка) фіксували послідовно в розчинах глутарового альдегіду і чотирьохокису осмію. Шматочки серцевого м'яза зневоднювали, укладали в капсули і просочували сумішшю епоксидних смол. Капсули зі шматочками серцевого м'яза заливали свіжою сумішшю епоксидних смол і полімеризували у термостаті за  $+70^{\circ}\text{C}$  протягом 24 годин. Ультратонкі зрізи міокарда виготовляли на ультрамікромомі УМТП-6 (Україна), контрастували послідовно розчинами ураніацетату і цитрату свинцю. Ультраструктурні дослідження зрізів міокарда проводили за допомогою електронного мікроскопа ЕМВ-100ЛІМ (Україна). Зображення міокарда щурів різного віку фіксували на фотоплівку ФТ-41 розміром 6,5 x 9 см за різних збільшень мікроскопа ЕМВ-100ЛІМ. Для кожної вікової групи тварин фотографували 50–60 зображень різних ділянок серцевого м'яза.

**Результати.** Відомо, що чотирикамерне серце формується протягом перших 15 діб пренатального розвитку щурів лінії Wistar [9]. У цей період у субепікардіальній зоні стінки ембріонального

серця виявляється кілька рядків рихло розташованих складної форми з відростками *однойдерних темних* (1я т-КМЦ) і *світлих* (1я с-КМЦ) кардіоміоцитів, поодинокі капіляри (рис. 1).

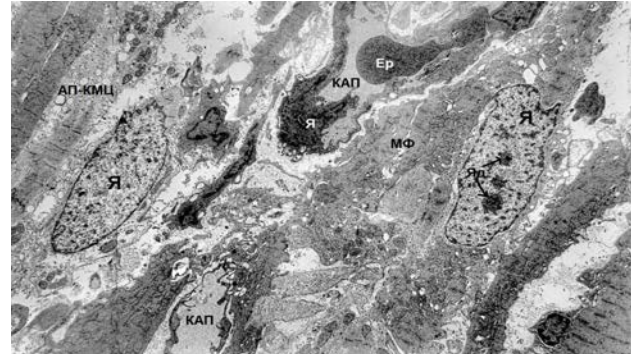


**Рис. 1.** Ультраструктура міокарда 15-добових ембріонів шурів. кап – капіляр; с-КМЦ – світлий кардіоміоцит; т-КМЦ – темний кардіоміоцит; МХ – мітохондрії; МФ – міофібрили; Я – ядро клітин; ЯД – ядришко. Зб. 5000<sup>x</sup>

У саркоплазмі ембріональних КМЦ виявляються протяжні ядра складної форми, які орієнтовані вздовж більшої сторони серцевих клітин. З одного боку нуклеолема на значній протяжності контактує із сарколемою, інший бік каріолеми контактує з міофібрилами. Ядерна оболонка утворює невеликі інвагінації та поодинокі випинання у саркоплазму. Форма ядер здебільшого повторює форму КМЦ. У саркоплазмі виявляються міофібрили і невеликі скупчення дрібних округлих мітохондрій. У *кардіогелі* виявляються поодинокі ендотеліоподібні клітини з довгими витонченими звивистими відростками і дрібні тонкі колагенові волокна. Починаючи з 16-ї доби у стінці серця ембріонів шурів визначаються *три оболонки: епікард, міокард та ендокард*. За  $t > 15$  діб у міокарді поступово зростає кількість 1я-КМЦ та зменшується об'єм кардіогеля. Виявляються малодиференційовані фібробласти, відростки яких з одного боку контактують із клітинами епікарда, з іншого – з клітинами ендокарда. Зростає кількість ендотеліоподібних клітин і протяжність кровоносних капілярів. Між 1я-КМЦ збільшується кількість невеликих за розмірами пучків колагенових волокон. Окремі волокна контактують з поверхнею КМЦ і ендотеліоцитами судин мікроциркуляторного руслу. Малодиференційовані фібробласти, тяжі ендотеліоподібних клітин та мережа колагенових волокон утворюють у стінці ембріонального серця відносно міцний та пружний каркас – «скелет», занурений у кардіогель. Клітинно-волоконистий каркас забезпечує пружність і цілісність форми, надає біомеханічних властивостей стінці серця

ембріонів, утворює в міокарді компартменти, в яких накопичуються КМЦ.

За нашими даними, у міокарді *пізніх* ембріонів (20 діб) спостерігається *гетероморфність* КМЦ і кровоносних капілярів. Виявляються окремі скупчення КМЦ, що перебувають на різних стадіях фізіологічного *апоптозу* (рис. 2).



**Рис. 2.** Ультраструктура міокарда 20-добових ембріонів шурів. КАП – капіляр; ап КМЦ – кардіоміоцит у стані апоптозу; ЕР – еритроцит; МФ – міофібрили; Я – ядро. Зб. 7000<sup>x</sup>

*Ліворуч* розташований КМЦ з явно вираженими морфологічними проявами *апоптозу*. Ядро має правильну еліптичну форму, що свідчить про відсутність механічних впливів з боку органел та елементів цитоскелету. Хроматин перебуває у стані тотальної фрагментації з утворенням дрібнодисперсних частинок, які у великій кількості дифузно розташовані в нуклеоплазмі. *Ліворуч* від ядра спостерігаються численні оптично світлі пухирці різного розміру та електроннощільні апоптичні тільця. *Праворуч* від ядра виявляється повністю зруйнована сарколема. У *правому нижньому кутку* електронограми розташований КМЦ, ядро якого разом із сарколемою утворює *випинання* в інтерстицій. У стромі міокарда визначається клітинний детрит (продукти розпаду органел КМЦ) і макрофаг, відростки якого захоплюють залишки клітинних фрагментів. У верхній частині електронограми спостерігається прекапіляр, у просвіті якого виявляється пружно-деформований еритроцит.

На 20-у добу у стінки лівого шлуночка серця ембріонів шурів *субепікардіально* визначаються скупчення 1-я с-КМЦ, які утворюють між собою локальні *контакти* і формують доволі щільний *компактний шар* паренхіми міокарда (рис. 3).

Ці 1я с-КМЦ виконують *скорочувальну* функцію, забезпечуючи ритмічну пульсацію серцю ембріона. Серед світлих функціонально активних м'язових клітин розташовані темні дегідратовані 1я т-КМЦ, що перебувають у стані функціонального спокою. Виявляються поодинокі 2-я КМЦ. За даними [11] 1-я с-КМЦ, що утворюють компактний шар міокарда, звернений до ендокарда, виконують

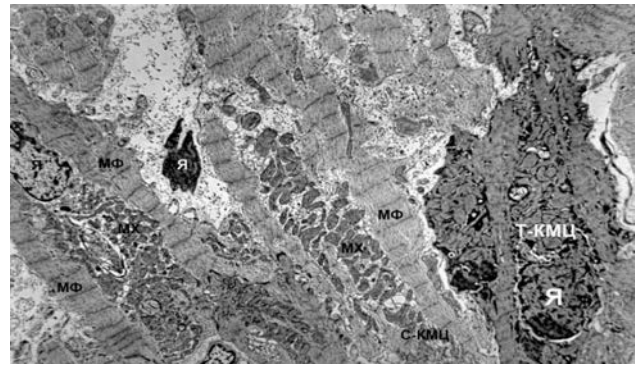
переважно *проліферативну* функцію. Після *цитокінезу* новостворені 1-я с-КМЦ «вбудовуються» в паренхіму компактного шару міокарда і забезпечують збільшення кількості м'язових шарів у стінці серця ембріонів. Інші (дочірні) КМЦ змінюють свою форму, подовжуються, утворюють провідний полюс та мігрують до ендокарда. Мігруючи, 1я с-КМЦ поступово накопичуються у компартментах субендокардіальної зони і формують паренхіму *губчастого* та *трабекулярного* шарів міокарда. У саркоплазмі ембріональних КМЦ збільшується кількість гранул глікогену. Багато новостворених 1я с-КМЦ піддаються процесу дегідратації (с-КМЦ → т-КМЦ), відбувається ущільнення та компактизація ультраструктур м'язових клітин. Дегідратовані міоцити переходять у стан *функціонального спокою* і не піддаються проліферації. Про це свідчить відсутність мітотичної активності ядер т-КМЦ, що розташовані у субендокардіальній зоні стінки серця ембріонів. В інтервалі часу (15–20) діб ембріогенезу, у трабекулярному та губчастому шарах міокарду накопичується певна кількість 1-я т-КМЦ. За даними морфометрії, відносний об'єм 1я т-КМЦ у міокарді ембріонів збільшується від 20,5% (15-а доба) до 42,0% (20-а доба) [11]. У компартментах ембріонального міокарда накопичуються 1я т-КМЦ і формують *резерв* міоцитів, які після народження шурят набувають скоротливої функції.



**Рис. 3. Ультраструктура міокарда 20-добового ембріона щура. Компактний шар с-КМЦ і т-КМЦ; КАП – капіляр; МФ – міофібрили; Я – ядро клітин. Зб. 5000<sup>x</sup>**

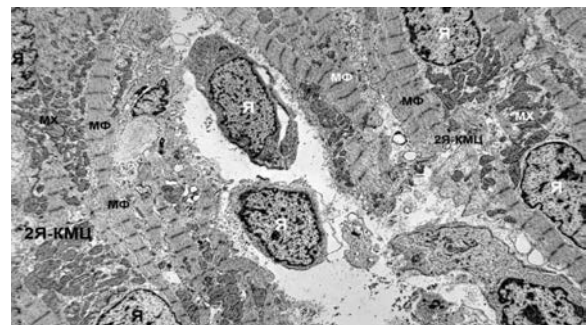
На відміну від внутрішньоутробного розвитку, в організмі *новонароджених* шурят відбувається суттєва активізація різних фізіологічних процесів, у тому числі харчування та дихання. Новонароджені тварини годуються молоком матері, дихання відбувається за допомогою легень. Визначається інтенсивне зростання маси органів серцево-судинної системи та організму загалом.

У міокарді *новонароджених* шурят спостерігаються активні процеси проліферації, диференціації і фізіологічної гіпертрофії 1я с-КМЦ (рис. 4).



**Рис. 4. Ультраструктура міокарда новонароджених шурят. С- КМЦ – світлий і т-КМЦ – темний кардіоміоцити; МФ – міофібрили; МХ – мітохондрії; Я – ядро т-КМЦ. Зб. 5000<sup>x</sup>**

Електронно-мікроскопічні дослідження свідчать, що у новонароджених шурят міокард утворений *трьома* різними за кількістю *популяціями* серцевих міоцитів. Популяції КМЦ відрізняються за структурними та функціональними характеристиками клітин, чисельністю і місцем локалізації у стінці лівого шлуночка серця. *Перша* популяція складається з 1-я т-КМЦ, що перебувають у стані функціонального спокою (рис. 4). Ця популяція формує *резерв* КМЦ, які необхідні для подальшого постнатального розвитку трабекулярного і губчастого шарів міокарда. Активація «резервних» т-КМЦ відбувається після народження шурят у відповідь на збільшення функціонального навантаження на серце новонароджених та зростання периферичного опору руху крові судинами великого кола кровообігу. В інтервалі часу (н/р – 5 діб) постнатального кардіоміогенезу у паренхімі міокарда поступово зменшується кількість т-КМЦ, які переходять у стан функціональної (скоротливої) активності. *Друга* популяція складається з 1-я с-КМЦ, які виконують *скорочувальну* та *проліферативну* функції (рис. 4). Фізіологічна гіпертрофія 1я с-КМЦ супроводжується збільшенням відносного та абсолютного обсягів скоротливого (МФ) і мітохондріального (МХ) апаратів у саркоплазмі м'язових клітин. *Третю* популяцію становлять 2-я с-КМЦ, чисельність яких значно збільшується після народження шурят (рис. 5).

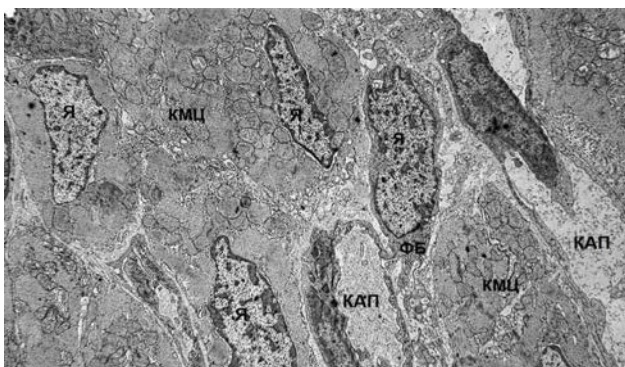


**Рис. 5. Ультраструктура міокарда новонароджених шурят. Функціонально активні 2я КМЦ; МФ – міофібрили; МХ – мітохондрії; Я – ядро клітин. Зб. 5000<sup>x</sup>**

Отже, після народження шурят процес кардіоміогенезу забезпечується узгодженою та скоординованою у часі і просторі динамічною взаємодією трьох популяцій КМЦ. Характерною особливістю ультраструктури 2я-КМЦ є те, що після закінчення мітозу між полюсами сестринських ядер виявляються спочатку везикули, потім поступово з'являються і накопичуються скупчення мітохондрій. Ці МХ мають невеликі розміри округлої форми. По обидві боки «дуплету» ядер визначаються протяжні міофібрили. Таке розташування МФ і МХ у саркоплазмі 2я КМЦ є оптимальним для виконання скоротливої функції та фізіологічної гіпертрофії – збільшення поздовжнього розміру м'язових клітин і МФ. Крім 1я т- і 1я с-КМЦ, у міокарді новонароджених шурят виявляються перехідні форми міоцитів (т → с), у яких відбувається процес поступової гідратації саркоплазми, ядра, МХ та релаксація МФ. В процесі раннього постнатального кардіоміогенезу у саркоплазмі 2я КМЦ відбувається збільшення відстані між сестринськими ядрами. Отже, логічно припустити, що розмір відстані між ядрами у 2я КМЦ корелює з часом, що минув після мітотичного поділу материнського ядра. У КМЦ

новонароджених шурят відносний сумарний об'єм комплексу «МФ + МХ» становить  $\approx 54\%$ . На долю МФ доводиться приблизно 33%, а відносний об'єм МХ дорівнює 21% об'єму КМЦ. Співвідношення МФ : МХ = 1,62 : 1.

Як сказано вище, протягом 5 діб після народження шурів у міокарді ЛШ значно зменшується кількість т-КМЦ, які переходять від стану фізіологічного спокою до активних ритмічних скорочень. Особливістю розвитку міокарда 5-добових шурят є суттєве збільшення кількості і протяжності судин гемомікроциркуляторного русла (рис. 6).

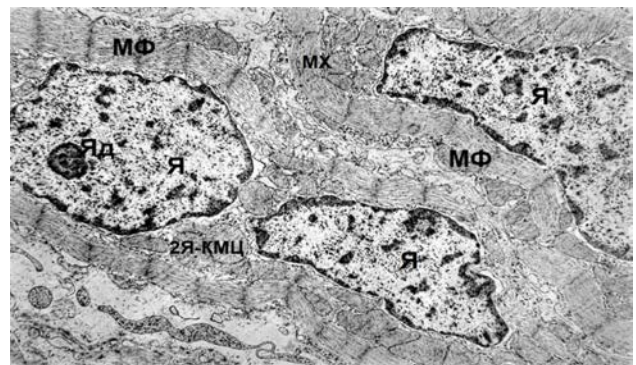


**Рис. 6.** Ультраструктура міокарда на 5-у добу після народження шура. Збільшення кількості і протяжності судин мікроциркуляторного русла; КАП – капіляр; КМЦ – кардіоміоцит; ФБ – фібробласт; Я – ядро клітин. 36.7000 $\times$

У стромальному компоненті міокарда зростає кількість функціонуючих фібробластів, у цито-

плазмі яких відбувається синтез колагенових білків. У міжклітинному просторі збільшується вміст колагенових волокон, які утворюють компактні скупчення у вигляді пучків, що розташовані вздовж КМЦ і судин мікроциркуляторного русла. Необхідно відзначити, що периферичні ділянки ендотелію капілярів витончені і досить часто на значній протяжності контактують із сарколемою кардіоміоцитів (рис. 6). З точки зору мікрологістики вище наведені дані свідчать про те, що у разі близького розташування маргінальних ділянок ендотеліоцитів капілярів до сарколеми КМЦ реалізується найбільш короткий шлях дифузії та активного транспорту інформаційних і пластичних речовин з кровеносних капілярів у саркоплазму КМЦ.

На 10-у добу після народження шурів у паренхімі міокарда відсутні 1я т-КМЦ і збільшується кількість 2я-КМЦ (рис. 7).



**Рис. 7.** Ультраструктура міокарда на 10-у добу після народження шура. Ядра у саркоплазмі 2я-КМЦ різного розміру. 36.10000 $\times$

У паренхімі міокарда виявляються 2я-КМЦ з різною відстанню між полюсами сестринських ядер. Коротка відстань свідчить про те, що мітотичний поділ материнського ядра стався нещодавно. На електроннограмі міокарда (рис. 7) зображено три ядра, які мають різну форму контуру і площу перерізу. Праворуч розташоване ядро 1я с-КМЦ, площа контуру перерізу якого найбільша. Ліворуч зображено 2я-КМЦ, в якому поділ ядра стався нещодавно. Це припущення підтверджується тим, що між полюсами сестринських ядер більшого та меншого розмірів розташований один рядок МХ та невелика кількість гранул глікогену. Присутність зрізів ядер різної площі узгоджується з даними роботи [9; 11], в якій встановлено, що в інтервалі часу 10–15 діб після народження шурів у саркоплазмі КМЦ виявляються ядра об'ємів: 151 мкм<sup>3</sup>, 126 мкм<sup>3</sup> і 90 мкм<sup>3</sup>.

Отже, логічно припустити, що, *по-перше*, різні розміри площі перерізів ядер свідчать про присутність у паренхімі міокарда ядер КМЦ різного обсягу, *по-друге*, збільшення обсягу ядра корелює



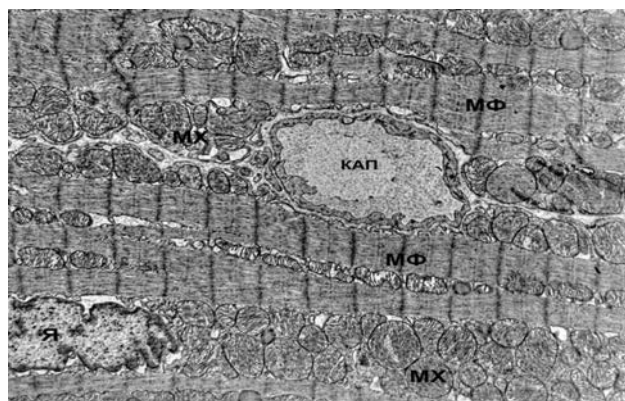
зі збільшенням площі перерізу ядра та з підвищенням метаболічних та фізіологічних можливостей м'язової клітини.

Останніми роками в наукових публікаціях дискутуються питання про причини та біологічне значення для функціонування соматичних клітин і КМЦ таких явищ, як *міграція ядер*, *зміна їх локації* та *форми* [12; 13]. Це складні питання, відповіді на які вимагають проведення додаткових спеціальних морфологічних, біохімічних, молекулярних та генетичних досліджень. У цій статті ми хочемо звернути увагу тільки на те, що, на відміну від малорухливих соматичних клітин, КМЦ упродовж усього життя хребетних організмів безперервно перебувають у стані активної динамічної рухливості. У процесі серцевого циклу відбувається ротація, скручування та повороти серця. Структурною основою цих складно організованих рухів серця у порожнині серцевої сумки є спіральна орієнтація м'язових волокон у паренхімі міокарда. Природно припустити, що у процесі безперервно повторюваних циклів (*скорочення* ↔ *розслаблення*) КМЦ відбуваються *короткочасні* контакти та імпульсні механічні тиски на ядро з боку міофібрил та мітохондрій. У момент скорочення міофібрил відбувається контактна взаємодія «ядро + органели», що приводить до *деформації* ядра та його ядерної оболонки (зміна їх форми). Під час електронно-мікроскопічного дослідження міокарда щурів на електроннограмах фіксуються морфологічні стани безлічі КМЦ, які утворилися у момент зупинки серцевої діяльності. При цьому скорочувальна функція КМЦ зупиняється на різних послідовних етапах серцевого циклу. Саме цим пояснюється поява на електроннограмах міокарда деформованих ядер КМЦ різної форми.

Раніше нами було встановлено, що протягом 45 діб після народження щурів у паренхімі міокарда відбувається постнатальне *дозрівання* КМЦ [9; 11].

На рис. 8 представлена ультраструктура міокарда на 45-у добу після народження щурів. У саркоплазмі КМЦ визначається *пошарове* розташування компонентів міофібрилярного та мітохондріального апаратів. З обох полюсів ядер КМЦ виявляються значні скупчення мітохондрій, що мають *великі* розміри та опуклу форму. У цих мітохондріях містяться численні прямі і спіралеподібні кристи. Деякі шари МФ відокремлені тонким шаром *дрібних* подовжених МХ, у матриксі яких визначаються короткі прямі кристи, що розташовані переважно поперек органел. На периферії КМЦ визначаються МФ, між якими локалізовані округлі мітохондрії *середніх* розмірів. Отримані дані дозволяють стверджувати, що мітохондріальний апарат 45-добових щурів складається з *трьох* популяцій енергопродуруючих органел, які відрізняються розмірами, місцем розташування, кількістю і формою крист. *Перша* популя-

ція МХ – це органели відносно великого розміру, їх скупчення виявляються з обох полюсів ядер КМЦ.



**Рис. 8. Ультраструктура міокарда на 45-у добу після народження щура. Пошарове розташування міофібрил (МФ) і мітохондрій (МХ) у саркоплазмі КМЦ**

Ці мітохондрії мають у матриксі багато протяжних крист і утворюють між собою *МХ-контакти*. Виходячи з постулату «*структура і функції органел взаємопов'язані*», логічно припустити, що *перша* популяція мітохондрій володіє значним потенціалом енергопродуктивності, яка необхідна для метаболічних і біосинтетичних процесів утворення структурних елементів МФ і МХ. *Друга* популяція МХ – це органели *середнього* розміру, які локалізовані між МФ, що мають у своєму складі багато *товстих* саркомерів. Такі МХ забезпечують енергією скоротливу функцію чисельних *товстих* саркомерів і, ймовірно, депонують деяку кількість  $Ca^{2+}$ . *Третя* популяція МХ – це дрібні органели, що виявляються в зонах *розщеплення* МФ. Функції дрібних МХ мало відомі. На нашу думку, дрібні МХ, заповнюючи щілини між розщепленими МФ, поступово збільшуються у розмірах і деформують саркомери, чим сприяють процесу поширення поздовжнього розщеплення міофібрил у напрямку до *вставних дисків* (кордонів КМЦ).

У процесі постнатального дозрівання КМЦ відносний сумарний об'єм комплексу «МФ + МХ» збільшується від 54% (н/р) до 80% (45-добові щури). На об'ємну частку МФ і МХ доводиться по 40% об'єму КМЦ. Співвідношення МФ : МХ дорівнює 1 : 1. Отримані дані свідчать, що м'язові клітини паренхіми міокарда 45-добових щурів мають величезний скоротливий і енергопродуруючий потенціал.

**Висновки.** У процесі постнатального дозрівання КМЦ відбувається безперервне зростання відносних обсягів МФ та МХ. За 45 діб відносний об'єм МФ збільшується від 33% до 40%, а відносний об'єм МХ – від 21% до 40%.

Паренхіма міокарда *новонароджених* щурят утворена трьома нерівнозначними популяціями

КМЦ. *Перша* популяція – *одноядерні* дегідратовані міоцити, що утворюють *резерв* КМЦ і перебувають у стані *функціонального спокою*. *Друга* популяція – *одноядерні* оптично світлі міоцити, які володіють *скоротливою, проліферативною* функціями і піддаються фізіологічній *гіпертрофії*. *Третя* популяція – *двоядерні* кардіоміоцити (2я-КМЦ), кількість яких збільшується протягом 15 діб після народження щурів.

У процесі раннього постнатального розвитку щурів у паренхімі міокарда між взаємодіючими трьома популяціями КМЦ існує така послідовність перетворень: 1я т-КМЦ → 1я с-КМЦ → 2я-КМЦ.

Поява в паренхімі міокарда деформованих ядер КМЦ зумовлена *короткочасними* контактами «ядро + органели» та імпульсними механічними тисками на ядра з боку міофібрил і мітохондрій у процесі безперервно повторюваних циклів (*скорочення ↔ розслаблення*) КМЦ.

#### Література:

1. Іванова В.В., Мільто І.В., Серебрякова О.Н. Серце щура в пренатальному та постнатальному періоді онтогенезу. *Онтогенез*. 2021. Т. 52. № 5. С. 329–344.
2. Шевченко І.В. Морфологічні основи морфогенезу серця у ранньому постнатальному розвитку в нормі. *Вісник проблем біології і медицини*. 2018. Вип. 3 (145). С. 340–344.
3. Механізми старення. Київ : ГМИ УССР, 1963. 500 с.
4. Руководство по геронтологии. Київ : Медицина, 1978. 503 с.
5. Фролькіс В.В. Старіння серця. *Кардіологія*. 1991. № 1. С. 8–10.
6. Bradley A., Fant P., Guionaud S. et al. Chapter 30 – Cardiovascular System. *Boorman's Pathology of the Rat*. Second Edition / Ed. Suttie A.W. Academic Press, 2018. P. 591–627.
7. Bryda E.C. The mighty mouse: the impact of rodents on advances in biomedical research. *Mo. Med*. 2013. V. 110(3). P. 207–211.
8. Buetow B.S., Laflamme M.A. Cardiovascular. *Comparative Anatomy and Histology*. Second Edition. A Mouse, Rat, and Human Atlas / Eds. Treuting P., Dintzis S., Montine K.S. London : Academic Press, 2018. P. 163–189.
9. Козлов В.А., Твердохліб І.В., Шпонька І.С., Мішалов В.Д. Морфологія серця, що розвивається. Структура, ультраструктура, метаболізм. Дніпропетровськ : ДМА, 1995. 220 с.
10. Marcela S.G., Cristina R.M., Angel P.G., Manuel A.M., Sofia D.C., Patricia de L.R., et al. Chronological and morphological study of heart development in the rat. *Anat Rec (Hoboken)*. 2012; 295(8): 1267–1290.
11. Загоруйко Г.Е., Загоруйко Ю.В. Морфометрический анализ пренатального и постнатального созревания кардиомиоцитов крыс. *Вісник пробл. біол. і мед.* 2017. № 2 (136). С. 290–293.
12. Boeri L., Albani D., Raimondi M.T., Jacchetti E. Mechanical regulation of nucleocytoplasmic translocation in mesenchymal stem cells: characterization and methods for investigation. *Biophys Rev*. 2019; 11(5): 817–831. URL: <https://doi.org/10.1007/s12551-019-00594-3>.
13. Badique F., Stamov D.R., Davidson P.M., Veuillet M., Reiter G., Freund J.N., Franz C. M., Anselme K. Directing nuclear deformation on micropillared surfaces by substrate geometry and cytoskeleton organization. *Biomaterials*. 2013. Vol. 34. № 12. P. 2991–3001.

#### References:

1. Ivanova V.V., Milto I.V., Serebryakova O.N. The heart of the rat in the prenatal and postnatal period of ontogenesis. *Ontogenesis*, 2021, T. 52, No. 5, pp. 329–344.
2. Shevchenko I.V. Morphological bases of heart morphogenesis in normal early postnatal development. *Herald of problems of biology and medicine*. 2018. 3 (145) P. 340–344.
3. Mechanisms of aging. Kyiv: HMI of the Ukrainian SSR, 1963. 500 p.
4. Guide to gerontology. Kyiv: Medicine, 1978. 503 p.
5. Frolkis V.V. Aging of the heart. *Cardiology*. 1991, No. 1, pp. 8–10.
6. Bradley A., Fant P., Guionaud S. et al. Chapter 30 – Cardiovascular System. *Boorman's Pathology of the Rat (Second Edition)* / Ed. Suttie A.W. Academic Press, 2018. P. 591–627.
7. Bryda E.C. The mighty mouse: the impact of rodents on advances in biomedical research. *Mo. Med*. 2013. V. 110(3). P. 207–211.
8. Buetow B.S., Laflamme M.A. Cardiovascular. *Comparative Anatomy and Histology (Second Edition)*. A Mouse, Rat, and Human Atlas / Eds. Treuting P., Dintzis S., Montine K.S. London: Academic Press, 2018. P. 163–189.
9. Kozlov V.A., Tverdokhle I.V., Shponka I.S., Myshalov V.D. Morphology of the developing heart. Structure, ultrastructure, metabolism. Dnipropetrovsk: DMA 1995. 220 p.
10. Marcela S.G., Cristina R.M., Angel P.G., Manuel A.M., Sofia D.C., Patricia de L.R., et al. Chronological and morphological study of heart development in the rat. *Anat Rec (Hoboken)*. 2012;295(8):1267–1290.
11. Zagoruyko G.E., Zagoruyko S.E. Morphometric analysis of prenatal and postnatal maturation of rat cardiomyocytes. *Bulletin of the problem biological and honey*. 2017; 2 (136): 290–293.
12. Boeri L., Albani D., Raimondi M.T., Jacchetti E. Mechanical regulation of nucleocytoplasmic translocation in mesenchymal stem cells: characterization and methods for investigation. *Biophys Rev*. 2019; 11(5): 817–831. URL: <https://doi.org/10.1007/s12551-019-00594-3>.
13. Badique F., Stamov D.R., Davidson P.M., Veuillet M., Reiter G., Freund J.N., Franz C.M. Directing nuclear deformation on micropillared surfaces by substrate geometry and cytoskeleton organization. *Biomaterials*. 2013. Vol. 34. No. 12. P. 2991–3001.

DOI 10.32782/NSER/2023-1-8  
УДК 581. 93 (477)

## АДВЕНТИВНІ ВИДИ У СКЛАДІ АБОРИГЕННОЇ ФЛОРИ ВОЛИНСЬКОГО ПОЛІССЯ

**Ойцюсь Лариса Віталіївна**

кандидат біологічних наук, доцент,  
доцент кафедри біології, здоров'я людини та фізичної терапії  
Рівненського державного гуманітарного університету  
ORCID ID: 0000-0002-8014-1959

*Адвентивізація аборигенних флор стала одним із найпомітніших проявів їх антропоїчної трансформації й відіграє нині визначальну роль у сучасному флорогенезі. Процеси адвентивізації створюють реальну загрозу фіторізноманітності на території України. Проблема адвентивізації природної флори досить гостро стоїть для території України. За рівнем адвентивізації флори Україна займає досить високе місце серед інших флор світу (адвентивні види складають щонайменше 14% від загального числа видів флори країни). Для території Волинського Полісся проаналізовані особливості натуралізації видів адвентивних рослин, подано їх аналіз за часом занесення, екотопологічна та ценотична приуроченість видів адвентивних рослин, сучасна динаміка та тенденції поширення видів, проаналізовано інвазійні види адвентивної фракції флори та способи їх поширення на території Волинського Полісся.*

**Ключові слова:** Волинське Полісся, адвентивна флора, інвазійні види, археофіти, кенофіти, натуралізація.

### *Oitsius L. V. Adventive species in the aboriginal flora of the Volyn Polissya*

*The adventitization of aboriginal flora became one of the most noticeable manifestations of their anthropic transformation and now plays a decisive role in modern florogenesis. The processes of adventitization create a real threat to phytodiversity on the territory of Ukraine. The problem of adventitization of natural flora is quite acute for the territory of Ukraine. According to the level of adventitization of the flora, Ukraine occupies a rather high place among other floras of the world (adventive species make up at least 14% of the total number of species of the country's flora). For territory of Volyn Polissya is analysed the features of naturalization of species of adventitious plants, their analysis at times of bringing is given, ekotopological and fitocenotical role of species of adventitious plants, modern dynamics and tendencies of distribution of kinds, the invazyini species of adventitious faction of flora and methods of their distribution are analysed on territory of Volyn Polissya.*

**Key words:** Volyn Polissya, adventive flora, invazyini species, archeophitie, kenophitie, naturalization.

**Вступ.** Рослинний покрив – основа життя на Землі, він забезпечує саме існування біосфери, задовольняє переважну більшість матеріальних та духовних потреб людини. Зараз антропогенний вплив на біоту призводить до деградації природного середовища та суттєво впливає на стан біологічного різноманіття і розвиток еволюційних процесів.

Одним із руйнівних чинників, який має негативний вплив на довкілля, зокрема на флору, останнім часом визнано поширення неаборигенних організмів. Ця проблема набула великого значення, оскільки інвазії неаборигенних організмів, в тому числі адвентивні рослини, завдають неповторної шкоди існуванню видів, нормальному функціонуванню екосистем. На жаль, у нас не усвідомлюють цю проблему до кінця, а рослинний покрив знаходиться під впливом адвентивних видів рослин, які викликають незворотні зміни біорізноманіття.

Проникнення та закріплення заносних видів рослин веде до уніфікації флор різних регіонів,

зумовлює втрату їх специфічних рис унаслідок витіснення місцевих, насамперед, стенотопних видів рослин, адвентивними видами й становить безпосередню небезпеку існуванню ендемічних видів і видів із більш вузькою екологічною амплітудою. Одночасно процесові закріплення заносних видів флори на нових територіях сприяє тотальне руйнування типових для регіонів місцевості автохтонних видів і збільшення площ, зайнятих трансформованими ландшафтами. В глобальному масштабі адвентивізація зумовлює «гомогенізацію» природних екосистем і біосфери в цілому [1].

Сьогодні ботаніки серйозно занепокоєні різким зростанням частки адвентивних видів у складі регіональних флор. Заносні види рослин виявлені в складі флор усіх природних регіонів світу, за винятком Антарктиди. Середня частка таких видів у регіональних флорах оцінюється в 5-15%, при цьому на материках вона становить 11%, а на островах – 31%. Максимальна частка адвентивних видів (до 50%) відмічена в межах сіль-

ськогосподарських і міських екосистем; за ними йдуть ліси помірного поясу, в флорі яких частка адвентивних видів сягає 22%. У біомі середземноморських склерофітних чагарників також багато заносних видів – 17%. Н.Г. Вакер встановив, що в бур'яново-польовій флорі Північної Америки частка адвентивних видів досягає 60% [2].

Процеси адвентизації створюють реальну загрозу фіторізноманітності на території України. За рівнем адвентизації флори Україна займає досить високе місце серед інших флор світу (адвентивні види складають щонайменше 14% від загального числа видів флори країни). Нині спонтанна фракція адвентивної флори України нараховує не менше 830 видів судинних рослин. У флорі України зараз немає жодного флорокомплексу, в якому б не брали участь адвентивні види рослин. Інвазійні адвентивні рослини вкорінюються навіть у деревно-чагарникових ценозах, які мають найбільш стійку структуру [1; 3].

Високою є частка неаборигенних видів у флорі окремих міст і регіонів України. Так, наприклад, за результатами проведених в останні десятиріччя ботанічних досліджень для припортових територій Північно-Західного Причорномор'я вказується 210 заносних видів рослин, для флори Південного Сходу України – 162 адвентивних види, для м. Києва наводиться 598 таких видів [4].

Під впливом урбанізації відбувається загальна синантропізація рослинного покриву міських та приміських фрагментів, напівприродних та антропогенних ділянок, внаслідок чого збіднюється їх видовий склад, змінюються домінуючі види, відбувається деградація біоценозів, порушуються трофічні ланцюги тощо. Міста є осередками первинного заносу і початкової стадії натуралізації, у подальшому поширення на прилеглі території багатьох видів адвентивних рослин, через поширення яких активізуються процеси синантропізації флори регіону. Одночасно у містах збереглися фрагменти природних і напівприродних ландшафтів, стан яких підтримує фіторізноманітність урбанофлор, забезпечує якість навколишнього середовища, життєві та естетичні потреби їх мешканців. Спеціальні урбанофлористичні дослідження розпочалися у країнах Західної Європи у другій половині ХХ ст.

У зв'язку з особливостями природних і соціально-історичних умов процеси адвентизації флори на території Українського Полісся, на відміну від південних регіонів України, ще декілька десятиріч тому назад особливо не виявлялися й не привертати уваги ботаніків. Однак у регіоні поступово почали складатися передумови, що сприяли занесенню та натуралізації заносних видів у складі поліської флори. Виникнення цих передумов було пов'язане з загальним прогресом людства в матеріальній і науково-технічній

сферах, із розвитком процесів глобалізації ринку та економіки, що стали охоплювати й територію регіону. Тут спостерігається розширення площ міст і зростання чисельності міського населення, зростання масштабів промислового та аграрного виробництва, збільшення асортименту культивованих квітково-декоративних видів і форм рослин, активізація транспортних зв'язків.

**Матеріали та методи.** Для аналізу були використані власні результати досліджень авторів, які отримані нами впродовж останніх 15 років при вивченні флор різних районів на території Волинського Полісся. Також були залучені гербарні матеріали з фондів Рівненського обласного краєзнавчого музею, кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства НУВГП (м. Рівне) й кафедри мікробіології та ботаніки Східноєвропейського університету (м. Луцьк). Виділення адвентивних видів рослин і їх характеристика проводились згідно конспекту синантропної флори України, складеного В.В. Протопоповою [1]. Життєві форми рослин виділялись за екологічною класифікацією І.Г. Серебрякова [5] та класифікацією К. Раункієра [5]. Фітоценотичну роль адвентивних видів рослин визначали на основі описів пробних ділянок, розміром 5x5 м, у відповідності з загальноприйнятими методиками [6].

**Результати дослідження.** На основі проведених польових досліджень, опрацювання літературних джерел і гербарних матеріалів було встановлено зростання на території регіону 343 видів адвентивної фракції флори, що належать до 219 родів, 70 родин. Із них 230 видів (67,1% всіх адвентивних видів) складають стабільний компонент, 113 видів (32,9%) представлені ефемерофітами і об'єднані в нестабільний компонент. Індекс нестабільності для всієї флори Волинського Полісся становить приблизно 7%.

За часом занесення адвентивів на територію України згідно з їх класифікацією за А. Корнас [7] переважають евкенофіти, котрі представлені 130 видами (майже 38,0% від загального видового складу фракції). Археофіти представлені 112 видами, частка яких становить 32,7%. Кенофіти об'єднують 101 вид, що складає 29,4%. Евкенофіти нараховують 130 видів (37,9%). Таким чином, співвідношення між числом археофітів, кенофітів і евкенофітів відповідно становить 1,0 : 0,9 : 1,2. В складі евкенофітів найбільше представлені евкенофіти В (87 видів або 25,3%), тобто неаборигенні види, занесення яких на територію регіону відбувалося приблизно з повоєнних часів до кінця 80-х років (табл. 1). Індекс модернізації флори Волинського Полісся складає 67%. За цим показником флора регіону випереджає урбанофлору Острога (60,6%), Нетішина (59,6%), Миколаєва (48,7%), Маріуполя (59,4%) й наближається до такої для Херсона (68,2%).

За місцем натуралізації серед адвентивних видів помітно переважають епекофіти, що об'єднують майже 80% всіх видів. Одночасно в природних і напівприродних місцезростаннях відмічено 69 неаборигенних видів. Необхідно зазначити, що частина видів завдяки своїй широкій екологічній амплітуді можуть бути компонентами різних ценозів. Найбільше число епекофітів та агріоепекофітів представлено на територіях, прилеглих до різних типів шляхів, а також на звалищах, смітниках і порушених ділянках. Із агріофітів та агріоепекофітів найбільше їх число натуралізується в складі лучних, лісових і чагарникових угруповань.

На території Волинського Полісся 20 адвентивних видів нині перебувають у стані експансії, ще 32 види проявляють чіткі тенденції до неї. Також виділено 14 видів трансформерів, які витісняючи види аборигенної флори, зумовлюють глибоку перебудову рослинних угруповань у природних і напівприродних екотопах.

Аналіз розподілу видів щодо їх потенційної здатності до інвазій на основі концепції «подолання бар'єрів» за Richardson et al. [8] свідчить, що найчисельнішою серед них є група видів, які натуралізувалися й здолали репродуктивний бар'єр. Вони формують стійкі популяції й успішно відтворюються. Ця група об'єднує більшу половину всіх адвентивних видів, виявлених на території регіону (56,6%). Водночас трохи більше чверті всіх заносних видів (28,3%) є такими, що здолали

лише географічний бар'єр. Найбільшу небезпеку представляють види з високою здатністю до інвазій та, особливо, види трансформери. Хоча види цих двох груп нараховують лише 13 видів (їх частка складає 3,8%), однак їхня фітоценотична роль має помітну динаміку до зростання, особливо у складі природних угруповань.

На основі проведених нами спостережень було виділено, також, 2 види трансформери [9; 10; 11], які змінюють абіотичні умови місцезростань, витісняють види аборигенної флори, зумовлюючи значну перебудову рослинних угруповань у природних і напівприродних екотопах – *Solidago canadensis* та *Phalacrolooma annuum*.

Золотушник канадський (*Solidago canadensis*) – евкенофіт В, північноамериканського походження, за способом занесення – ергазіофіт, трапляється звичайно по всій території регіону, більш часто в її південній частині. За останні 20-ть років спостерігається стрімке зростання числа локалітетів виду та збільшення площ популяцій. Як здичавіла рослина на території України відома з кінця XIX ст. Вид є агріоепекофітом, часто поселяється у природних і напівприродних екотопах, великі за площею зарості формує на покинутих полях і перелогах із порушеною трав'янистою рослинністю. З цих місцезростань він легко переходить на узлісся, лучні ділянки, у розріджені чагарникові зарості. Вид успішно розмножується вегетативним шляхом і насінням, характеризується високою насінною продуктивністю. Завдяки цьому первинні осередки

Таблиця 1

Розподіл видів адвентивної фракції флори за часом занесення

Групи хроноелементів	Стабільний компонент		Нестабільний компонент		В цілому для адвентивної фракції	
	число видів	частка видів, %	число видів	частка видів, %	число видів	частка видів, %
Археофіти	97	28,3	15	4,4	112	32,7
Кенофіти	70	20,4	31	9,0	101	29,4
Евкенофіти:	63:	18,4:	67:	19,5:	130:	37,9:
А	10	3,0	9	2,6	19	5,6
В	45	13,1	42	12,2	87	25,3
С	8	2,3	16	4,7	24	7,0
Разом	230	67,1	113	32,9	343	100,0

Таблиця 2

Розподіл видів адвентивної фракції флори за місцем натуралізації

Групи видів за місцем натуралізації	Стабільний компонент		Нестабільний компонент		В цілому для адвентивної фракції	
	число видів	частка видів, %	число видів	частка видів, %	число видів	частка видів, %
Епекофіти	174	50,7	100	29,2	274	79,9
Агріофіти	14	4,1	7	2,0	21	6,1
Агріоепекофіти	42	12,3	6	1,7	48	14,0
Разом	232	67,1	113	32,9	343	100,0

виду швидко розростаються, витісняючи з нижніх ярусів інші види. Локальні зарості виду часто мають проекційне покриття до 95%. Золотушник віддає перевагу середньозволоженим із переходом до сухих місцезростанням на мезотрофних ґрунтах, із достатнім освітленням або незначним затіненням. Він досить швидко захоплює ділянки з порушеною трав'янистою рослинністю, повністю перебудовуючи структуру ценозів.

Тонколучниця однорічна */Phalacrolooma annuum/* – кенофіт, північноамериканського походження, за способом занесення – ксенофіт, трапляється звичайно по всій території регіону. На території України відома з кінця XIX ст. Вид є агріоепекофітом, зростає на трансформованих ектопах і у природних фітоценозах. Віддає перевагу середньозволоженим із переходом до сируватих місцезростанням із достатнім освітленням, або частково притіненим. Із природних фітоценозів найбільше проекційне покриття має на луках, часто створюючи тут ефект цілком аборигенного виду. Локальні зарості може формувати у розріджених чагарникових угрупованнях, на узліссях, на лісових галявинах. Добре витримує витоптування та викошування, тому у значних кількостях присутній на пасовищах, особливо на осушених заплавах річок, уздовж польових і автомобільних доріг. Зрідка трапляється як бур'ян на городах і полях, однак при відсутності обробітку ґрунту може швидко займати площу, часто співдомінуючи з попередньо описаним видом. Особини виду дають багато насіння, яке переважно способом анемохорії розповсюджується на великі відстані. Проникаючи у склад лучних угруповань, утворюючи великі та щільні куртини, він перешкоджає поновленню, особливо насінному, видам природної флори.

Із видів, які успішно натуралізувались у більшості придатних для них природних місцезростаннях і мають високу здатність до інвазій, варто назвати *Conyza canadensis*, *Oenothera biennis*, *Xanthium albinum*, *Sonchus arvensis*, *Acer negundo*, *Cichorium intybus*.

*Acer negundo* достатньо повно натуралізувався у складі лісових і чагарникових угруповань, де він може виступати співдомінантом або й домінантом у чагарниковому ярусі. Помітну фітоценотичну роль можуть відігравати також *Oenothera biennis* та *Conyza canadensis* у псамофітних угрупованнях, де трав'яний покрив є сильно розрідженим. Суцільні зарості цих видів розповсюджені у межах осушувальних систем і на прилеглих до них територіях на легких за механічним складом ґрунтах. Суттєвою є також фітоценотична роль зазначених видів на покинутих полях і деградованих пасовищах регіону. Фрагментарний рослинний покрив на піщаних ґрунтах часто формує *Xanthium albinum*. *Cichorium intybus* із природних угруповань найкраще освоїв мезофітні луки, більш помітною

його фітоценотична роль є на пасовищах і придорожніх ділянках. *Sonchus arvensis*, найчастіше виступаючи бур'яном у складі агроєкосистем і на смітниках, нині став постійним компонентом середньозволожених і сируватих лук. Він добре відтворюється вегетативним і насінним способами, формуючи на луках локальні зарості.

Із видів, які натуралізувались, особливий інтерес представляють види, що у майбутньому можуть нести серйозну загрозу природному фіторізноманіттю й мати негативні практичні наслідки – *Ambrosia artemisiifolia* та *Heracleum sosnowskyi*.

Амброзія полинолиста */Ambrosia artemisiifolia/* – еуконофіт С, північноамериканського походження, за ступенем натуралізації – епекофіт, є бур'яном внутрішнього карантину. На Волинському Поліссі розсіяно трапляється по всій території. Популяції виду в основному мають лінійну просторову структуру. Осередки виду здебільшого приурочені до транспортних шляхів, рідше трапляються біля ґрунтових доріг і стежок, іноді на смітниках або окраїнах полів. Найчастіше вид зростає біля залізничних колій, де утворює монодомінантні рудеральні угруповання. Він віддає перевагу добре освітленим відкритим ділянкам, часто зростає на бідних супіщаних ґрунтах, де відсутня конкуренція зі сторони інших видів. У складі напівприродних і природних угруповань невиявлений. Нині амброзія відома з усіх міст регіону – Ковеля, Сарн, Костополя, Березного, Дубровиці, Кузнецовська, Рожища, Камінь-Каширського, Зарічного, Любомля, Ягодина. У сільських населених пунктах цей вид виявлено у с. Дерезне, с. Суськ (Костопільських р-н), с. Нобель (Заріченський р-н), біля залізничної станції Любомирськ (Рівненський р-н) та ін. За нашими спостереженнями чисельність популяції виду коливається за роками, що, напевне, найбільше пов'язано з погодними умовами. Помітного збільшення чисельності популяції у даний час не спостерігається. Поширенню виду насамперед сприяє недотримання належного фітосанітарного стану біля залізничних і автомобільних шляхів, а також у містах і інших населених пунктах.

Борщівник Сосновського */Heracleum sosnowskyi/* – еуконофіт В, кавказького походження, ергазіофіт за способом занесення (був завезений у регіон як силосна культура), агріоепекофіт. На території Волинського Полісся трапляється переважно у його південній частині. Нині борщівник відомий: біля смт. Оржів (Рівненський р-н), смт. Володимирець, с. Деражне та на північний захід від нього (осушувальна система Деражне-Постійне, Костопільський р-н), с. Клепачів (Ківерцівський р-н), м. Ковель, с. Річиця (Гощанський р-н). Найбільша популяція виявлена на осушувальній системі Деражне-Постійне у Костопільському районі. Тут вона займає площу біля 0,4 га, де зазначений вид формує монодомінантне угруповання з проекційним покриттям виду біля 70%. В інших локалі-

татах борщівник представлений невеликими угрупованнями, де нараховується біля 10-15 особин. Вид надає перевагу природним лучним фітоценозам із достатнім зволоженням і багатими ґрунтами, найчастіше трапляється у заплавах рік. Біля смт. Оржів (Рівненський р-н) зростає біля лісових доріг і в розріджених чагарникових заростях. За нашими спостереженнями у виявлених локалітетах спостерігається збільшення числа особин виду та зростання щільності популяцій.

Переважає число неаборигенних видів (понад 90%) в умовах регіону відтворюється насінним або насінним і вегетативним способами. Лише 25 видів відтворюються вегетативно. За способом диссемінації поліхорія є досить поширеним явищем серед цих видів і вони можуть використовувати різні способи розповсюдження плодів і насіння, при цьому найчастіше спостерігається автохорія, анемохорія та ендозоохорія.

Враховуючи специфіку фізико-географічних і господарсько-економічних умов Волинського Полісся, провідними факторами адвентизації його

флори є аграрне виробництво, урбанізація та здичавіння інтродукованих видів рослин.

**Висновки.** Для території Волинського Полісся характерна висока динаміка заносу нових видів рослин; тут за ступенем натуралізації серед видів адвентивних рослин помітно переважають епекофіти, частка яких сягає майже половини всього видового складу. Сумарна частка агріофітів та агріоепекофітів хоча й виявилася невисокою, однак види цієї групи становлять потенційну небезпеку для природної флори, оскільки натуралізуються у напівприродних і природних екотопах. У трансформованих екотопах переважає число епекофітів та агріоепекофітів локалізується на узбіччях доріг, а також на звалищах, смітниках та пустирях. Натуралізація агріоепекофітів та агріофітів найуспішніше відбувається у складі чагарникових і лучних угруповань. Види з високою інвазійною здатністю потребують постійного контролю за станом і динамікою їхніх популяцій, за розповсюдженням на території регіону.

#### Література:

1. Протопопова В.В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. Київ : Наук. думка, 1991. 204 с.
2. Baker H.G. Patterns of Plant Invasion in North America. *Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii* / End Mooney H.E., Drace J.E. N.Y. : Springer, 1986. P. 44.
3. Протопопова В.В., Мосякін С.Л., Шевера М.В. Вплив адвентивних видів рослин на фітобіоту України. *Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України* / Відп. ред. О.В. Дудкін. Київ : «Хімджест», 2003. С. 129–155.
4. Яворська О. Північноамериканські види немісцевої флори Київської міської території (Україна): контрольний список та аналіз. *Біорізноманіття: дослідження та збереження*. Вип. 13, 2010. P. 25–30. URL: <https://doi.org/10.2478/v10119-009-0005-3>.
5. Raunkiaer, C. (1934). *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford, 632.
6. Якубенко Б.Є. Геоботаніка: методичні аспекти досліджень : навчальний посібник. Київ : Ліра К, 2018. 316 с.
7. Kornas, A. 1968. Geographical-historical classification of synantropic plants. *Mater. Zakl. Eitosoc. Stas. U.W.*, 25:33-41.
8. Richardson, D.M., Pysek, P., Rejmanek, M., Barbour, M.G., Panetta, F.D., West, C.J. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. - *Diversity and Distribution*, 6:93-107. URL: [http://www.ibot.cas.cz/personal/pysek/pdf/naturalization\\_and\\_invasion\\_of\\_alien\\_plants.pdf](http://www.ibot.cas.cz/personal/pysek/pdf/naturalization_and_invasion_of_alien_plants.pdf).
9. Протопопова В.В., Шевера М.В. Фітоінвазії. II аналіз основних класифікацій, схем і моделей. *Промислова ботаніка*. Вип. 12. 2012. С. 88–95.
10. Протопопова В., Шевера М. Види-трансформери Українського Полісся. *Біодів. рез. Консерв.* Вип. 39, 2015. С. 7–18.
11. Протопопова В.В., Шевера М.В. Особливості трансформаторної групи Українського Полісся. *Зб. 11-й Інтер. конф. Синантропізація флори та рослинності (11–13 вересня 2014 р., Познань та Обжицько, Польща)*. *Біодів. рез. Консерв.* Вип. 1, 2014. С. 26.

#### References:

1. Protopopova, V.V. 1991. Synanthropic flora of Ukraine and ways of its development. - Kyiv: Naukova dumka, 204 p.
2. Baker H.G. Patterns of Plant Invasion in North America / H.G. Baker // *Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii* / End Mooney H.E., Drace J.E. – N.Y.: Springer, 1986. – P.44
3. Protopopova, V.V., Mosyakin, S.L., Shevera, M.V. 2003. Influence of adventive plant species on the phytobiota of Ukraine. - *Assessment and directions of reducing threats to biodiversity of Ukraine*. Editor O.B. Dudkin. - Kyiv: Himgest, p. 129-155.
4. Yavorska, O. (2010). The North American species of the non-native flora of the Kyiv urban area (Ukraine): a checklist and analysis. *Biodiversity: Research and Conservation*, 13, 25–30. <https://doi.org/10.2478/v10119-009-0005-3>
5. Raunkiaer, C. (1934). *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford, 632.
6. Yakubenko B. E. *Geobotany: methodological aspects of research*. Study guide / [B. E. Yakubenko, S. Yu. Popovych, P. M. Ustyomenko, D. V. Dubina, A. M. Churilov]. - K.: Lira K, 2018. - 316 p.

7. Kornas, A. 1968. Geographical-historical classification of synantropic plants. - *Mater. Zakl. Eitosoc. Stas. U.W.*, 25:33-41.
  8. Richardson, D.M., Pysek, P., Rejmanek, M., Barbour, M.G., Panetta, F.D., West, C.J. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. - *Diversity and Distribution*, 6:93-107. Available at: [http://www.ibot.cas.cz/personal/pysek/pdf/naturalization\\_and\\_invasion\\_%20of\\_alien\\_plants.pdf](http://www.ibot.cas.cz/personal/pysek/pdf/naturalization_and_invasion_%20of_alien_plants.pdf)
  9. Protopopova, V.V., Shevera, M.V. 2012. Phytoinvasions. II. Analysis of the main classifications, schemes and models. - *Industrial botany*, 12:88-95. Available at: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/67434/14-ProtopopovaNEW.pdf>
  10. Protopopova, V., Shevera, M., Orlov, O.O., Panchenko, S.M. 2015. The transformer species of the Ukrainian Polissya. - *Biodiv. Res. Conserv.*, 39(1):7-18. doi: 10.1515/biorc-2015-0020
  11. Protopopova, V.V., Shevera, M.V. .2014. The peculiarities of transformer group of the Ukrainian Polissya // *Proceed. 11th Inter. Conf. Synanthropization of Flora and Vegetation* (Sept. 11-13, 2014, Poznan & Obrzycko, Poland). - *Biodiv. Res. Conserv.*, Sup. 1, P. 26.
-



## Екологія

DOI 10.32782/NSER/2023-1-9

UDC 504.064

### ENVIRONMENTAL MONITORING IN DROHOBYCH BY BIOINDICATION METHOD

**Hoivanovych Nataliia Kostiantynivna**

PhD (Candidate of Biological Sciences), Associated Professor,  
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University,  
Polonia University in Czestochowa  
ORCID ID: 0000-0002-3442-0674  
Scopus author ID: 57203341250

*An influence of anthropogenic load on the morphological and physiological parameters of indicator plants (*Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Carpinus betulus*) in Drohobych was studied. Plants were selected according to their sensitivity to changes in the environment and its degree of pollution. The choice was also due to the fact that these trees are often used for landscaping; and they are found on all the streets chosen for the study. According to the results of the study, the growth of the assimilation organ can be reproduced in the next consecutive series: Park Novonarodzhenykh → Center → Sambirska Street → Stryjska Street.*

*Analysis of the degree of asymmetry of leaves of indicator plants showed that the largest values of the degree of difference in the characteristics of leaves of woody plants are characteristic of individuals that grew within the zones with the highest level of anthropogenic pressure – Sambirska Street and Center.*

*Necrotic changes of leaf blades in different regiond of Drohobych were estimated, the maximum value of necrotic lesions of the leaf blade is typical for woody plants in the zones: Center (0.51–16.88%) and Stryiska street (1.63–10.04%). The most characteristic types of necrotic lesions for *Carpinus betulus* are interveinal, *Tilia cordata* – spotted, *Acer platanoides* – spotted. The increase in the necrotic surface is a consequence of the total load on the city's ecosystem. The highest level of necrotization was established on Sambirska Street for all species of indicator plants. The results show that the most resistant to anthropopression is *Carpinus betulus*, and the most vulnerable species – *Tilia cordata*. This makes linden a valuable bioindicator of condition of the atmospheric air.*

*Assessment of the environment of Drohobych by morpho-physiological indicators of indicator plants indicates its significant pollution, revealed changes in morphometric parameters, increasing the degree of asymmetry, increasing the level of necrotization and photosynthetic function due to reduced chlorophyll a and b. This trend is most clearly traced on Stryjska Street and in the Center.*

**Key words:** bioindication, anthropogenic pressure, indicator plants, asymmetry, necrotization, photosynthesis.

#### **Гойванович Н. К. Моніторинг стану довкілля м. Дрогобич методом біоіндикації**

*Реалізовано комплексний моніторинг впливу антропогенного навантаження на морфологічні показники рослин-індикаторів (*Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Carpinus betulus*) у Дрогобичі. Рослини відбирали за чутливістю до змін навколишнього середовища та ступенем його забруднення. Вибір також був зумовлений тим, що ці дерева часто використовують для озеленення міста; і вони трапляються на всіх досліджуваних вулицях. За результатами дослідження збільшення площі листкових пластинок можна відтворити в такій послідовності: Парк Новонароджених → Центр → вулиця Самбірська → вулиця Стрийська.*

*Аналіз ступеня асиметрії листя рослин-індикаторів показав, що найбільші значення характерні для деревних рослин, які зростали в межах зон з найвищим рівнем антропогенного навантаження – вул. Самбірська та Центр.*

*Оцінено некротичні зміни листкових пластинок у різних районах м. Дрогобича, максимальне значення некротичного ураження листкової пластинки характерне для деревних рослин у зонах: Центр (0,51–16,88%) та вул. Стрийська (1,63–10,04%). Найбільш характерними типами некротичних уражень для *Carpinus betulus* є міжжилкові, *Tilia cordata* – плямисті, *Acer platanoides* – плямисті. Збільшення некротичної поверхні є наслідком загального навантаження на екосистему міста. Найвищий рівень некротизації встановлено по вул. Самбірській для всіх видів рослин-індикаторів. Результати*

показують, що найбільш стійким до антропопресії є *Carpinus betulus*, а найбільш вразливим видом – *Tilia cordata*. Це робить лину цінним біоіндикатором стану атмосферного повітря.

Оцінка довкілля м. Дрогобича за морфо-фізіологічними показниками рослин-індикаторів свідчить про його значне забруднення, виявлено зміни морфометричних показників, підвищення ступеня асиметрії, підвищення рівня некротизації та фотосинтетичної функції за рахунок зниження вмісту хлорофілу *a* та *b*. Найбільш чітко ця тенденція простежується на вул. Стрийській та у Центрі.

**Ключові слова:** біоіндикація, антропогенний тиск, рослини-індикатори, асиметрія, некротизація, фотосинтез.

**Introduction.** Anthropogenic pressure in ecosystems is one of the most important problems of today's ecology, because it is one of the causes of environmental pollution, and this effect is further reflected in plants, their morphological parameters and ability to photosynthesis [1; 10]. A significant share of the negative impact on the state of modern ecology is the impact of the motor complex, which pollutes the air with emissions of more than half. Assessing the quality of the urban environment, saturated with a variety of sources of air pollution is of great practical importance. The use of physical, physico-chemical, chemical methods with their high accuracy can not create a complete picture of the environmental situation because it is toxic at the same time. Instrumental control provides information on the concentrations of pollutants in the air at present.

According to international environmental regulations, environmental monitoring in all countries should be carried out taking into account national characteristics on the basis of general UN recommendations. The documents stipulate that the basis of the level of national monitoring of the CIS countries is a geophysical approach – monitoring the state of certain environments (atmosphere, hydrosphere, soils) of the biosphere. According to the Law of Ukraine “On Environmental Protection” and “Regulations on State Environmental Monitoring” in Ukraine is developed and implemented a system of environmental monitoring. This involves environmental monitoring, collection, processing, evaluation of results and forecasting its status, the formation of appropriate databases, development on their basis of scientifically substantiated nature protection measures, anticipation of emergencies of technogenic, natural character, creation of safe conditions [5; 9].

Bioindication is a method of identifying and determining ecologically significant natural and anthropogenic loads based on the reactions of living organisms to them directly at the place of their existence. Biological indicators have features inherent in the system or process, on the basis of which a qualitative or quantitative assessment of trends, determination or evaluation of the state of ecological systems, processes and phenomena [7]. At present, it can be generally accepted that the main indicator of sustainable development is ultimately the quality of the habitat.

Atmospheric air of urban environments is characterized by a significant level of pollution caused by industrial waste (smoke, dust, small particles of coal, vapors of strong acids, carbon oxides, etc.), which are deposited on growing plants and cause inhibition of growth, etc. [4; 7].

Vegetation changes under the influence of various environmental factors affect the state of the biogeocenosis as a whole and, consequently, can be used as diagnostic features. Information on structural and functional disorders, the nature of the receipt, transformation and accumulation of toxicants in plant organs in a man-made environment can be obtained using various methods (anatomical, physiological, biochemical, etc.) [8].

The most sensitive indicator of the condition of plants is the photosynthetic apparatus [1]. In some species of plants, the peculiarities of growth and development change (growth slows down or accelerates, the process of flowering, fruit formation changes, the intensity of color changes, etc.) in response to various environmental factors. Mankind has long noticed these properties and used them for practical purposes. Due to the general greening of various scientific fields, human thinking in general, bioindication methods are increasingly used by modern scientists, including in environmental monitoring.

Therefore, due to the need for global monitoring, the use of indicative capabilities of biological objects is becoming increasingly important. Plant indicators are used both to detect individual contaminants and to monitor the general state of the environment. The use of woody plants as accumulators of urban man-made pollutants and bioindicators of the ecological state of the environment serves as a theoretical basis for the creation of ecologically efficient crops of phytocenoses in urban ecosystems [4; 8].

During 2018–2022 environmental monitoring of the Lviv Region is being carried out. The analysis of the results of environmental monitoring in the cities of Stryi, Stebnyk, and Stariy Sambir by the method of bioindications indicates a significant level of anthropopression [2; 3; 12]. The aim of the work is to assess the state of the environment of Drohobych by morpho-physiological indicators of indicator plants: linden (*Tilia cordata*), maple (*Acer platanoides*) and hornbeam (*Carpinus betulus*).

**Materials and methods.** Laboratory tests were performed in the laboratory “Microbiology and Genetics”

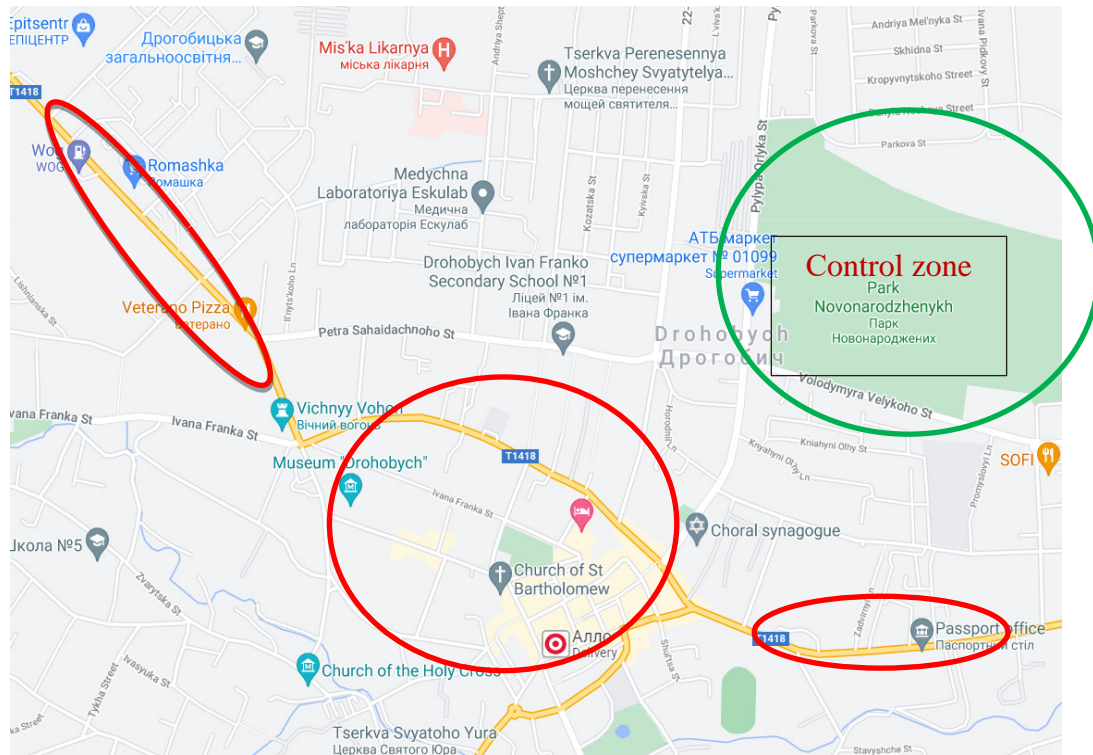


Fig. 1. Map of Drohobych

Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University at the end of the growing season (2020–2021). To solve the tasks was used weighing method with modification L. Dorogan with the establishment of the conversion factor. Detection of necrotic and depigmentation damage to the leaves of woody indicator plants was carried out visually. Classification of the detected lesions of the leaf was performed using the scheme proposed by R. Schubert [4; 7].

The research was conducted in the following areas of Drohobych: Stryjska street, Park Novonarodzhenykh, city center, Sambir street. The background area is the Park Novonarodzhenykh. The experimental plots on the map are marked with a red line (Figure 1). Three species of trees were selected for the experiment: linden (*Tilia cordata*), maple (*Acer platanoides*) and hornbeam (*Carpinus betulus*). Because these trees are in all four study areas.

**Discussion.** The city of Drohobych has a well-developed infrastructure, industrial areas, about 80 thousand population, significant traffic. Therefore, it is advisable to study the effect of anthropogenic pressure on the morphological changes of indicator plants: *Tilia cordata*, *Carpinus betulus* and *Acer platanoides*. Fixation and evaluation of morphometric parameters give a reliable picture of the conditions of plant growth and reflect the state of the urban environment [1; 8]. Data on changes in the area of leaf blades of plants-bioindicators were entered in table 1.

Table 1

**The area of leaf blades of indicator plants in different areas Drohobych**

№	Research area	Indicator	Leaf area, cm <sup>2</sup>
1	Center	<i>Carpinus betulus</i>	39.4±4.32
		<i>Tilia cordata</i>	48.9±3.29
		<i>Acer platanoides</i>	113.1±10.7
2	Sambirska Street	<i>Carpinus betulus</i>	47.9±3.6
		<i>Tilia cordata</i>	55.2±7.83
		<i>Acer platanoides</i>	159.6±12.42
3	Park Novonarodzhenykh	<i>Carpinus betulus</i>	34.2±4.5
		<i>Tilia cordata</i>	42.55±6.78
		<i>Acer platanoides</i>	96±4.99
4	Stryjska Street	<i>Carpinus betulus</i>	48.2±6.53
		<i>Tilia cordata</i>	54.26±6.68
		<i>Acer platanoides</i>	166.1±17.81

Due to the influence of the polluted environment of Drohobych, significant changes in the area of leaf blades were revealed. Studies have shown an increase in the leaf blade of woody plants in Drohobych. The maximum deviations of this indicator were observed for Stryjska and Sambirska streets for all three studied trees. Significant deviations of this parameter in the specified areas of the city of Drohobych can be caused by influence of the technogenic factor which is especially expressed on these streets owing to transport pollution of environment. [2].

The most sensitive to environmental pollution was the maple (*Acer platanoides*). After all, the increase

in leaf blade compared to the background area, the Park Novonarodzhenykh, is much greater in the other three study areas.

The increase in the area of leaf blades may be due to the need to increase photosynthesis in conditions of anthropogenic pollution. Probably, this is an adaptive property to increase the intensity of gas exchange [8].

Since the leaves of plants are symmetrical structures, the deviation of this indicator is also an indicator of contamination in plants of bioindicators. All selected material was analyzed in the laboratory for 1–3 days. The results obtained are presented in table 2.

Table 2

### Difference of features of leaves of indicator plants in Drohobych

Research area	The relative average difference between the features					
	<i>Tilia cordata</i>		<i>Acer platanoides</i>		<i>Carpinus betulus</i>	
Center	0.055	2 p	0.058	2 p	0.060	3 p
Sambirska Street	0.060	3 p	0.061	3 p	0.069	4 p
Park Novonarodzhenykh	0.043	1 p	0.042	1 p	0.048	1 p
Stryjska Street	0.059	2 p	0.057	2 p	0.064	3 p

The results showed that the smallest asymmetry of the leaf blade has a heart-shaped linden, in all areas of this study, from 0.042 to 0.060, which is considered a clean and relatively clean area. According to the study, the greatest asymmetry of the leaf blade was found in hornbeam, from 0.060 to 0.064, and this symbolizes the level of “alarm”.

It should be noted that the longer the period of anthropogenic pressure on the plant during the growing season, the more pronounced the level of asymmetry.

According to this study, the level of anthropogenic load on the territory of Drohobych on the streets of Stryjska and Sambirska is above average. There is an increase in the degree of divergence of leaf characteristics, proportional to the level of anthropogenic load on ecotopes. The analysis of the obtained data revealed the signs most prone to asymmetry – the width of half of the leaf and the angle between the main vein and the second from the base of the vein of the second order.

Various industrial and transport pollutants can cause necrosis and various damage to the leaves of plants that grow under conditions of industrial and transport pollution. The effects of pollutants are manifested on plants not only near the sources of pollution, but also within a radius of tens and hundreds of kilometers outside the industrial facilities [10; 11].

External signs of tree damage are of different nature from discoloration, necrosis of assimilation organs, to earlier leaf fall, underdevelopment of shoots, complete death of plants.

From the results of the study revealed pathological changes (necrotic and dechromatic lesions of the leaf blades) have a pronounced species-specific nature. The most characteristic types of necrosis for *Carpinus betulus* are spotted, heart-shaped *Tilia cordata* – interstitial, *Acer platanoides* – spotted.

The maximum value of necrotic lesions of the leaf blade was observed in *Acer platanoides* (16.88%), which was collected on Stryjska Street, the minimum – in *Carpinus betulus* (0.51%) – in the center.

It is established that in all zones of the city the damages are formed by spotty, point and interveinal necrosis and dechromation. Such damage occurs due to deep irreversible changes in the leaf blade due to the penetration of a significant mass of pollutants into the environment [13].

Unambiguously visible necrosis in the spring was not found, probably due to the relatively short duration of contaminants of plant leaves of trees (because the leaves of trees are formed new in each growing season), better metabolism in young leaves and the concentration of harmful substances in the leaf.

In recent years, the notion of the dependence of the direction and productivity of photosynthesis on the action of factors that can significantly affect the content of chlorophyll and their functional activity. Therefore, the study of the dynamics of chlorophyll accumulation in plant leaves under the influence of chemical and biological factors is of great importance because its content affects the intensity of photosynthesis and a number of other physiological processes [1].

Determination of pigments of chlorophylls and carotenoids (the main photoreceptors of plant cells) was carried out in the autumn, namely in September. This made it possible to see the main dynamics of changes in the concentration of chlorophyll a and b, and carotenoids in the leaves of indicator plants in Drohobych at the end of the growing season depending on the area of growth of the indicator plant.

Paying attention to the previous results, we can conclude that the plants have started degradation processes (intensification of asymmetry, increasing the level of necrotization), the study of the pigment composition of linden, maple and hornbeam in terms of pollution of the city ecosystem will analyze in detail the physiological processes in plants under the action of harmful substances [4; 8].

The concentration of chlorophyll a in the leaves of linden varies between 20.52–35.44 mg/l, but the rate of chlorophyll on the street. Stryjska is no different from the background area. In the leaves of maple sharp-leaved chlorophyll a varies in the range of 29.69–34.48 mg/l, and hornbeam – 25.08–36.93 mg/l. In general, the indicators occupy an average position, the worst indicators are recorded on Stryjska Street and in the Center.

Table 3  
The content of pigments in the raw mass of leaves  
of indicator plants in Drohobych

№	Research area	Species of indicator	A <sub>chl/a</sub>	A <sub>chl/b</sub>	A <sub>car</sub>
1	Park Novonarodzhenykh	<i>Tilia cordata</i>	4.30	0.94	1.74
		<i>Acer platanoides</i>	3.99	2.74	1.63
		<i>Carpinus betulus</i>	4.61	0.49	1.64
2	Stryjska Street	<i>Tilia cordata</i>	4.43	1.32	1.52
		<i>Acer platanoides</i>	3.68	0.30	1.23
		<i>Carpinus betulus</i>	3.13	0.40	0.99
3	Sambirska Street	<i>Tilia cordata</i>	3.61	1.12	1.27
		<i>Acer platanoides</i>	4.31	1.59	1.68
		<i>Carpinus betulus</i>	4.36	1.61	1.44
4	Center	<i>Tilia cordata</i>	2.5	0.59	1.12
		<i>Acer platanoides</i>	3.99	2.29	1.57
		<i>Carpinus betulus</i>	4.4	1.16	1.69

Evaluation of the effect of anthropogenic pollution on the concentration of chlorophyll b in the leaves of indicator plants showed that the amount of this pigment varies slightly, this is best seen in the example of *Carpinus betulus*.

The concentration of carotenoids in the leaves of indicator plants is almost unchanged depending on the habitat. This may indicate the stability of this pigment against the action of anthropogenic load.

Paying attention to the concentration of photosynthetic pigments in woody plants, we can conclude that it varies depending on the place of growth of the plant. The highest concentration of pigments is recorded in the Park Novonarodzhenykh, which may indicate less anthropogenic impact on the environment. The lowest is in the Center and on Stryjska Street, which indicates greater anthropopressing for the environment.

Thus, the assessment of the state of the environment of the city of Drohobych on the morpho-physiological

parameters of indicator plants (*Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Carpinus betulus*) indicates its pollution. According to the results of research, changes in morphometric parameters, increase in the degree of asymmetry, increase in the level of necrotization and violation of photosynthetic function due to a decrease in the concentration of chlorophyll a and b were found in plants. This trend is most clearly seen on Stryjska Street and in the Center.

**Results.** Environmental monitoring of Drohobych by the method of bioindication, morpho-physiological parameters of trees of indicator plants (*Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Carpinus betulus*) was carried out. It was found that in Drohobych there is an increase in the area of leaf blades in the studied tree species, probably due to the increase in the intensity of photosynthesis and gas exchange in plants. These changes were most pronounced for *Acer platanoides* at the end of the growing season. Analysis of the level of asymmetry of the leaves of indicator plants showed that these changes are most pronounced in *Carpinus betulus* at the end of the growing season. In general, the level of asymmetry decreased in this direction Sambirska Street → Stryjska Street → Center → Park Novonarodzhenykh.

Necrotic changes of leaf plates in different districts of Drohobych were evaluated. For *Tilia cordata* and *Acer platanoides*, the highest level of necrotic damage was found Sambirska Street, respectively, 9.9% and 16.9%. *Carpinus betulus* is a resistant species to necrosis, its damage is minimal 2.29%. An assessment of the state of the photosynthetic apparatus is given. It was found that the concentration of photosynthetic pigments in the leaves is reduced in the Center and on Stryjska Street, which indicates some contamination of these areas. Thus, the established changes give grounds to assert that in the conditions of Drohobych there is not a significant anthropogenic pressure on woody indicator plants.

#### Bibliography:

1. Гетко Н.В. Рослини в техногенному середовищі. Структура та функція асиміляційного апарату. Мінськ : Наука і техніка, 2001. 308 с.
2. Гойванович Н.К., Дрозд І.Ф. Вплив антропогенного навантаження на морфометричні показники рослин-індикаторів в умовах Передкарпаття України. *Розвиток природничих наук: проблеми та рішення* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 27–28 квітня 2018 р. Брно, 2018. С. 16–19.
3. Гойванович Н., Юзьвяк М., Біла В. Оцінка стану навколишнього середовища м. Старий Самбір за морфо-біологічними змінами *Tilia cordata*. *Екологічні науки*. 2022. № 3(42). С. 211–216.
4. Гродзинський Д.М., Шиліна Ю.В., Куцоконь Н.К. Застосування рослинних тест-систем для оцінки комбінованої дії факторів різної природи. Київ : Фітосоціоцентр, 2006. 60 с.
5. Екологічні паспорти Львівської області за 2018–2021 р. URL: <https://deplv.gov.ua/ekologichnyj-pasport/> (дата звернення: 05.09.2021).
6. Купчик О.Ю. Викиди автомобільного транспорту як джерело забруднення атмосферного повітря міста Чернігова. *Молодий вчений*. 2015. № 2 (17). С. 17–20.
7. Осика В.Ф. Якість вимірювань складу та властивостей об'єктів довкілля та джерел їх забруднення : монографія. Київ : Наука, 2001. 663 с.
8. Приседський Ю.Г. Адаптація рослин до антропогенних чинників : підручник для студентів вищих навчальних закладів. Вінниця : ТОВ «Ніланд-ЛТД», 2017. 98 с.
9. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Львівської області (2018–2020 рр.). Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://menr.gov.ua/> (дата звернення: 04.06.2021).

10. Barabash O., Lozova T., Kozlova T. Assessment of the urban environment quality in Kyiv. *Acta Carpathica*. 2017. № 28. P. 5–12.
11. Franiel I. Fluctuating asymmetry of *Betula pendula* Roth. leaves – an index of environment quality. *Biodiv. Res. Conserv.* 2008. Vol. 9–10. P. 7–10.
12. Hoivanovych N., Pavlyshak Ya., Antonyak H. Influence of anthropogenic load in the city of Stryi on the functional state of photosynthetic apparatus of plants-indicators. *Acta Carpathica*. 2019. № 31–32. P. 52–59.
13. Velickovi M. Developmental stability in *Tilia cordata* leaves. *Period biol.* 2010. Vol. 112, № 3. P. 273–281.

#### References:

1. Hetko N.V. (2001) Roslyny v tekhnohennomu seredovyshchi. Struktura ta funktsiia asymiliatsiinoho aparatu [Plants in man-made environment. Structure and function of the assimilation apparatus]. Minsk: Nauka i tekhnika, 308 s. [in Ukrainian]
2. Hoivanovych N.K., Drozd I.F. (2018) Vplyv antropohennoho navantazhennia na morfometrychni pokaznyky roslin-indikatoriv v umovakh Peredkarpattia Ukrainy [The influence of anthropogenic load on the morphometric parameters of indicator plants in the Precarpathian region of Ukraine]. *Rozvytok pryrodnych nauk: problemy ta rishennia: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, 27–28 kvitnia 2018 r. Brno, S. 16–19.* [in Ukrainian]
3. Hoivanovych N., Yuzviak M., Bila V. (2022) Otsinka stanu navkolyshnoho seredovyshcha m. Stryi Sambir za morfolohichnymi zminamy *Tilia cordata* [Assessment of the state of the environment of Stryi Sambir on morphological changes of *Tilia cordata*]. *Ekolohichni nauky, № 3(42), S. 211–216.* [in Ukrainian]
4. Hrodzynskiy D.M., Shylina Yu.V., Kutsokon N.K. (2006) Zastosuvannia roslynnykh test-system dlia otsinky kombinovanoi dii faktoriv riznoi pryrody [The use of plant test systems to evaluate the combined effect of factors of different nature]. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 60 s. [in Ukrainian]
5. Ekolohichni pasporty Lvivskoi oblasti za 2018–2021 r. [Environmental passports of the Lviv region for 2018–2021.] URL: <https://deplv.gov.ua/ekologichnyj-pasport/> (Last accessed: 05.09.2021) [in Ukrainian]
6. Kupchuk O.Yu. (2015) Vykydy avtomobilnoho transportu yak dzherelo zabrudnennia atmosferychnoho povitria mista Chernihova [Motor vehicle emissions as a source of atmospheric air pollution in the city of Chernihiv]. *Molodyi vchenyi, № 2 (17), S. 17–20.* [in Ukrainian]
7. Osyka V.F. (2001) Yakist vymiriuvan skladu ta vlastyvostei ob'ektiv dovkillia ta dzherel yikh zabrudnennia: monohrafiia [Quality of measurements of composition and properties of environmental objects and sources of their pollution: monograph]. Kyiv: Nauka, 663 s. [in Ukrainian]
8. Prysedskiy Yu.H. (2017) Adaptatsiia roslin do antropohennykh chynnykiv: pidruchnyk dlia studentiv vyshchych navchalnykh zakladiv [Adaptation of plants to anthropogenic factors: textbook for higher education students]. Vinnytsia: TOV “Niland-LTD”, 98 s. [in Ukrainian]
9. Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha Lvivskoi oblasti (2018–2020 rr.) [Regional report on the state of the natural environment of the Lviv region (2018–2020)]. Ministerstvo zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy. URL: <https://menr.gov.ua/> (Last accessed: 04.06.2021) [in Ukrainian]
10. Barabash O., Lozova T., Kozlova T. (2017) Assessment of the urban environment quality in Kyiv. *Acta Carpathica, № 28. P. 5–12* [in English]
11. Franiel I. (2008) Fluctuating asymmetry of *Betula pendula* Roth. leaves – an index of environment quality. *Biodiv. Res. Conserv.*, Vol. 9–10. P. 7–10. [in English]
12. Hoivanovych N., Pavlyshak Ya., Antonyak H. (2019) Influence of anthropogenic load in the city of Stryi on the functional state of photosynthetic apparatus of plants-indicators. *Acta Carpathica, № 31–32. P. 52–59* [in English]
13. Velickovi M. (2010) Developmental stability in *Tilia cordata* leaves. *Period biol.*, Vol. 112, № 3. P. 273–281. [in English]

DOI 10.32782/NSER/2023-1-10  
УДК 519.6:504.3.054

## АНАЛІЗ СУЧАСНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЇ С. РАЧИН ДУБЕНСЬКОГО РАЙОНУ

### **Федонюк Віталіна Володимирівна**

кандидат географічних наук, доцент,  
доцент кафедри екології  
Луцького національного технічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-1880-6710  
Scopus author ID: 57189036338  
Researcher ID: AAA-4137-2019

### **Іванців Василь Володимирович**

кандидат історичних наук, доцент,  
завідувач кафедри екології  
Луцького національного технічного університету  
ORCID ID: 0000-0003-4710-3245  
Scopus author ID: 57189035748  
Researcher ID: ABH-8897-2020

### **Федонюк Микола Ананійович**

кандидат географічних наук, доцент,  
доцент кафедри екології  
Луцького національного технічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-4034-3695  
Scopus author ID: 57191188853  
ResearcherID: AAB-4459-2019

### **Ковальчук Віталій Михайлович**

магістр кафедри екології  
Луцького національного технічного університету

*У статті проведено детальний аналіз сучасного екологічного стану території села Рачин (Дубенського району Рівненської області) у контексті впливу на цей стан негативних чинників природного та антропогенного характеру. Методи дослідження – збір інформації, моделювання, прогнозування і вивчення особливостей екологічного стану на території Рачинської сільської громади, аналіз і синтез, порівняння і аналогія, методи аналізу та співставлення літературних даних щодо перспектив оптимізації екологічного стану.*

*Результати дослідження: визначено та проаналізовано сучасні особливості фізико-географічного розташування, соціально-економічного стану та екологічного стану території сільської громади с. Рачин, яке входить до складу Тараканівської об'єднаної територіальної громади Дубенського району Рівненської області України.*

*Встановлено, що основними джерелами антропогенного впливу, що визначають екологічний стан території села та прилеглої території, натеper є такі чинники: виробничі та сільськогосподарські підприємства, фермерські господарства, перелік яких наводиться; пересувні джерела, транспорт (автомобільний, залізничний); комунально-побутове господарство (вплив від окремих домогосподарств та присадибних землеволодінь, зокрема, забруднення атмосфери від систем опалення, від спалювання сухостою та залишків органіки, від несанкціонованого скидання відходів, від несанкціонованої вирубки чагарників та дерев у лісосмугах та у лісовому масиві); підприємства обслуговуючої сфери (заклади торгівлі та громадського харчування); місця складування та зберігання ТПВ (твердих побутових відходів), серед яких – 1 спеціально виділене МВВ (місце видалення відходів) та низка несанкціонованих сміттєзвалищ; складські приміщення, гаражі, авторемонтні майстерні та інші. Узагальнено відомості щодо природно-ландшафтних особливостей території дослідження, соціально-економічного розвитку. Проведено оцінку та інвентаризацію всіх наявних на території об'єктів та джерел потенційного екологічного впливу. Визначено пріоритетні напрями розробки заходів з оптимізації екологічного стану села, яке зазнає значного антропогенного впливу через особливості свого приміського*

розміщення (село прилягає до м. Дубно), наявність численних джерел антропогенного впливу тощо. Розроблено рекомендації для зниження негативного впливу антропогенних чинників.

**Ключові слова:** Рачин, Дубенський район, Рівненська область, екологічний стан, чинники антропогенного впливу.

**Fedoniuk V. V., Ivantsiv V. V., Fedoniuk M. A., Kovalchuk V. M. Analysis of the current ecological state of the territory of the village Rachyn of the Duben district**

The article provides a detailed analysis of the current ecological state of the territory of the village of Rachyn (Duben district, Rivne region) in the context of the influence of negative natural and anthropogenic factors on this state. Research methods – collection of information, modelling, forecasting and study of features of the ecological state in the territory of the Rachyn rural community, analysis and synthesis, comparison and analogy, methods of analysis and comparison of literary data regarding the prospects for optimizing the ecological state.

The results of the study: the modern features of the physical and geographical location, socio-economic condition and ecological condition of the territory of the village community were determined and analyzed. Rachyn is part of the Tarakaniv united territorial community of the Duben district of the Rivne region of Ukraine.

It has been established that the following factors are currently the main sources of anthropogenic influence that determine the ecological state of the village and the surrounding area: production and agricultural enterprises, farms, the list of which is given; mobile sources, transport (car, railway); communal household economy (influence from individual households and homestead landholdings, in particular – atmospheric pollution from heating systems, from burning of dry matter and organic residues, from unauthorized dumping of waste, from unauthorized cutting of bushes and trees in forest strips and in the forest massif); enterprises of the service sector (trade and catering establishments); storage and storage sites for MSW (solid household waste), including 1 specially designated landfill (waste disposal site) and a number of unauthorized landfills; warehouses, garages, car repair shops, etc. Information on the natural and landscape features of the research area, social and economic development is summarized. An assessment and inventory of all existing facilities and sources of potential environmental impact on the territory was carried out. The priority directions for the development of measures to optimize the ecological condition of the village, which is subject to significant anthropogenic influence due to the peculiarities of its suburban location (the village is adjacent to the city of Dubno), the presence of numerous sources of anthropogenic influence, etc., have been determined. Recommendations for reducing the negative impact of anthropogenic factors have been developed.

**Key words:** Rachyn, Dubensky district, Rivne region, ecological condition, factors of anthropogenic influence.

**Вступ.** У сучасному світі та в Україні екологічні проблеми різного рангу та проявів торкнулися не тільки життя великих міст, але все більш вагоме місце посідають у плануванні розвитку та формуванні перспективних напрямів діяльності людини у невеликих населених пунктах – селищах, селах, окремих територіальних громадах (далі – ТГ).

Із впровадженням у нашій державі реформи децентралізації державного управління та створенням об'єднаних територіальних громад (ОТГ, пізніше – територіальних громад, ТГ) вирішення цілої низки проблем екологічного характеру перейшло у відання органів управління таких громад. Проблеми збору й утилізації твердих побутових відходів та збереження і відновлення лісового фонду, проблеми охорони об'єктів природно-заповідного фонду, розміщених у межах ТГ, дотримання санітарного режиму у водоохоронних зонах водних об'єктів та багато інших проблем екологічного змісту є важливими та актуальними для органів місцевого самоврядування [1; 2; 5; 11].

Тому вивчення екологічного стану населених пунктів сільського типу, територіальних об'єднань (громад) – це важливе та актуальне завдання. Особливої ваги воно набуває для сіл, що

розміщуються поруч з крупними містами, адже в цьому випадку, як правило, екологічна проблематика території стає особливо гострою. Саме до таких сільських населених пунктів належить село Рачин, яке входить до складу Тараканівської ОТГ та безпосередньо прилягає до м. Дубно – одного з найбільших міст Рівненщини, районного центру однойменного Дубенського району.

Метою дослідження була оцінка сучасного екологічного стану села Рачин та можливостей покращення цього стану, усунення дії небезпечних чинників антропогенного характеру.

Відповідно до мети було визначено такі завдання роботи:

- проаналізувати сучасний фізико-географічний стан природних ландшафтних комплексів с. Рачин та стан його соціально-економічного розвитку на основі вивчення наукових літературних джерел та натурних польових обстежень;

- оцінити наявні джерела антропогенного впливу та формування екологічного стану території дослідження;

- оцінити небезпечність кожного з чинників, що визначають екологічний стан території сільської громади, провести їх ранжування;



– розробити систему рекомендацій щодо покращення екологічного стану території дослідження та зниження негативного впливу антропогенних чинників.

*Наукова новизна* проведеного дослідження полягає у тому, що було самостійно та детально проаналізовано сучасні природні, соціальні та економічні передумови формування екологічного стану території сільської громади Рачина, оцінено потенційну небезпеку окремих антропогенних чинників, розроблено систему заходів щодо зниження їх негативного впливу.

*Об'єкт дослідження* – це село Рачин Дубенського району Рівненської області.

*Предмет дослідження* – сучасний екологічний стан території сільської громади Рачина та перспективи покращення і стабілізації цього стану.

*Практичне значення роботи* полягає у тому, що розроблені пропозиції та рекомендації можуть бути використані у разі планування заходів щодо оптимізації та стабілізації екологічного стану с. Рачин органами місцевого самоврядування в межах об'єднаної територіальної громади (Рачин входить до складу Тараканівської ОТГ Дубенського району).

**Матеріали та методи.** Основними матеріалами для проведення дослідження були: аналіз наукової літератури та даних відкритих джерел інформації; статистичні дані та проєктна документація, надана Тараканівською ТГ, власні польові натурні обстеження с. Рачин, співбесіди з жителями села, членами місцевого самоуправління та інше. Застосовано методи аналізу та синтезу, методи узагальнення та прогнозування, SWOT-аналізу, статистично-математичні та графічні методи, оціночні методи та методи польових натурних досліджень.

**Результати.** Село Рачин є одним зі старовинних сіл Дубенського району Рівненської області. Географічно територія села практично примикає до східної околиці м. Дубно – районного центру та одного з найбільших міст Рівненщини. Село Рачин – одне з найдавніших поселень людини на Дубенщині, перші згадки про поселення датуються ще 1545 роком, але, оскільки воно розташоване поруч з містом Дубно, яке має дуже давню історію та згадується в Іпатіївському літописі, історики і краєзнавці припускають, що село було утворене набагато раніше. Рачин – приміське село, і було таким здавна, його територія примикає до м. Дубно зі сходу, проте через ландшафтно-географічні та інші особливості не змикається з міськими районами, а відділена вузькою смугою агроландшафтного типу [3; 6; 8].

Село входить до складу Тараканівської сільської територіальної громади (СТГ), що розташована в південно-західній частині Рівненської області, на відстані 51 км від обласного центру м.

Рівне та 6 км від районного центру – м. Дубно. Село Рачин – одне з найбільших сіл громади. Рачин – це населений пункт, що межує з містом Дубно по річці Липка, яка є притокою р. Ікви. Село вперше було відоме під назвою Ратчин. За місцевими переказами походить ця назва від деякої людини на ім'я Ратко, що могло бути скороченим чи пестливим варіантом стародавніх імен Ратибор, Ратислав, Ратимир. Префікс «рат» у древньослов'янській мові означав «ратний», «ратник», «рать», тобто був пов'язаний з військом, військовою справою чи звитягою. Іншими значеннями цього слова є «поборник», «захисник», «доблесний». Ім'я Ратко трапляється в низці стародруків починаючи з 1552 року. Вказано було, що це – ім'я одного зі слуг чи ратників Луцького замку князів Радзівілів. Ратко, який походив від Рата, став надалі основою для таких прізвищ та власних назв, як Ратов, Ратша тощо. Отже, допускають, що назва села «Ратчин» означала «той, що належить чи заснований Ратком чи Раткою (жіночий варіант імені). З часом літера «т» у назві села була втрачена, відбулося спрощення слова у частині, де дві приголосні літери поруч утруднювали вимову, таке спрощення є типовим для норм та правил української мови [6; 8; 12]. Серед інших пояснень назви села, окрім прив'язки її до власного імені, є пояснення, які пов'язують цю топонімічну назву із самим словом «рать», або військо, є легенди, що говорять про велику битву (ратне побоїще), яка в давнину відбувалася на цій території. Проте досить популярною є і версія назви села, що пов'язана зі словом «рак»: у річці Липці, притоці Ікви, на якій стоїть Рачин, ще і зараз водяться раки, а раніше, коли річка була чиста та повноводна, їх водилося безліч, за переказами місцевих жителів. Стара назва річки – Рача, що теж може бути пов'язана з походженням назви села. Є також легенди про перших засновників села, які були вихідцями з Рачинців (Хмельницька область) або Рачина, що знаходиться у Волинській області. Але всі ці версії базуються на відносно новій назві села – Рачин, та не враховують стародавню – Ратчин, яку мовознавці все-таки пов'язують зі словами ратник, рать. Поблизу села знаходяться невеликі природні об'єкти з промовистими назвами: озеро Черем'я, це швидше ставок, воно було штучно утворене в однойменному лісовому урочищі (назва походить від черемхи), озеро Синюкове (це також став, що належить одній з родин у селі), стави Польовий, Широкий, болота Квасне, Велика Решітка, Мала Решітка (назви цих боліт пов'язані з місцями, де селяни заготовляли дрібні лозини або решітки, для господарських потреб), Острови. Вперше про Ратчин можна прочитати у Описі Луцького замку від 1545 р., де є згадка про те, що «в Ратчине не надобно брать мита». Але менш ніж через 10 років у аналогічних літописах

уже трапляється фраза «в Рачине». Тобто назва села вже зазнала скорочення і у письмових документах епохи. Історично до Рачина відносили також с. Заволля та с. Панталію. Зараз Панталія – окремий населений пункт, а Заволля – це частина с. Мирогощі. Натепер село Рачин частково прилягає до м. Дубно. Новостворені та продовжені старі вулиці села практично межують з вулицями м. Дубно в районі овочесушильно-консервного заводу. Проте село зберігає свою самобутність, а його жителі славляться своїм особливим характером, внаслідок чого на Дубенщині побутує порівняння Рачина і рачинців з маленьким Габрово, окремо взятого району Рівненщини [3; 6; 8; 12].

Серед основних цілей та пріоритетних напрямів розвитку Тараканівської об'єднаної територіальної громади та відповідно с. Рачин у її складі, що визначені Перспективним планом розвитку громади на період до 2026 р., основна увага надається сталому економічному розвитку, підвищенню якості життя населення, активному розвитку людського потенціалу. Досягнення таких цілей неможливе без забезпечення сталого екологічного стану території та екологічної безпеки в межах громади [5; 8].

Село Рачин має загальну площу 537,9 га, в тому числі під забудовою і присадибними ділянками знаходяться 136,8 га, а інше – це орні землі та пасовища. Дворів у селі станом на 2023 р. нараховується 586 (це найбільше з усіх сіл Тараканівської СТГ). Населення с. Рачин на 2023 р. становить 1800 осіб, у тому числі працездатне

населення – 981 особа, непрацездатне населення, в т. ч. діти, – 819 осіб [9].

Основними джерелами антропогенного впливу, що визначають екологічний стан території села та прилеглої території, натепер є такі чинники:

1. Виробничі та сільськогосподарські підприємства, фермерські господарства.
2. Пересувні джерела, транспорт (автомобільний, залізничний, повітряний).
3. Комунально-побутове господарство (вплив від окремих домогосподарств та присадибних землеволодінь).
4. Підприємства обслуговуючої сфери (заклади торгівлі та громадського харчування).
5. Місця складування та зберігання ТПВ (твердих побутових відходів), серед яких – 1 спеціально виділене МВВ (місце видалення відходів) та низка несанкціонованих сміттєзвалищ.
6. Складські приміщення, гаражі, авторемонтні майстерні та інше.

Варто зазначити, що особливістю фізико-географічного розташування села є його розміщення у безпосередній близькості до східних околиць м. Дубно. Оскільки панівними вітрами в регіоні є західні та північно-західні вітри, то викиди в атмосферне повітря, які утворюються над містом, часто зносяться повітряними потоками у бік Рачина. Село знаходиться у «вітровій тіні» м. Дубно, що несприятливо впливає на його екологічний стан. Зокрема, саме в зоні, де місто і село змикаються, розміщені низка промислових підприємств: сушильний завод, цукровий завод



**Рис. 1. Аналіз поширення диму від пожежі на нафтобазі у Дубно у напрямку території дослідження (за даними ДЗЗ)**

Таблиця 1

**Перелік суб'єктів, які зареєстровані на території с. Рачин, та суб'єктів, які здійснюють господарську діяльність на його території (узагальнено за [8; 9])**

№ п/п	Назва підприємства	Спеціалізація	Приналежність, форма власності	Адреса (місця знаходження)
1.	Рачинська філія Приватне акціонерне товариство ПРАТ «Райз-Максимко»	Вирощування зернових культур, бобових культур і насіння олійних культур	Рачинська філія Приватне акціонерне товариство	с. Рачин, юридична с. Привільне, вул. Грушев-ського
2.	Фізична особа-підприємець	Надання інших допоміжних комерційних послуг Надання послуг перукарнями та салонами краси	Фізична особа-підприємець	с. Рачин, вул. В. Стуса
3.	Фізична особа-підприємець	Підготовчі роботи на будівельному майданчику Інші буд.-мон. роботи	Фізична особа-підприємець	с. Рачин, вул. Шевченка
4.	Фізична особа-підприємець	виготовлення меблів	Фізична особа-підприємець	с. Рачин, вул. Б. Хмельницького
5.	Фізична особа-підприємець	Пилорама	Фізична особа-підприємець	с. Рачин, вул. Центральна

(останніми роками цукровий завод не працював). Наприклад, на рис. 1 представлено проведений аналіз за даними космічних супутникових знімачь поширення задимлення від пожежі на нафтобазі у м. Дубно (яка виникла внаслідок обстрілу російськими агресорами навесні 2022 р.) у сторону території дослідження.

У таблиці 1 представлено перелік суб'єктів господарювання, що зареєстровані на території села та здійснюють свою господарську діяльність на його території. Таких об'єктів нараховується 5, серед них найпотужнішим за обсягами виробничих спроможностей є агрофірма «Рачинська філія Приватного акціонерного товариства ПРАТ «Райз-Максимко», пилорама (приватний підприємець) та цементні міксери (ТОВ «Склубудресурс», Підготовчі роботи на будівельному майданчику. Інші буд.-мон. роботи, приватний підприємець). Натепер у селі також працюють три магазини та кафе-бар, є медичний пункт, школа (Рачинська гімназія), зареєстровано декілька підприємств, потужності яких фактично розміщено в м. Дубно.

Слід зазначити, що багато фермерських господарств орендують земельні паї у селян відразу в кількох суміжних селах (наприклад, Рачин і Великі Загорці, чи Рачин та Гірники тощо), тому було проаналізовано діяльність та потенційний антропогенний вплив усього переліку по ТГ таких суб'єктів агроприватної діяльності.

Агроректор є тепер основою економічного розвитку села, і саме сільськогосподарська діяльність, насамперед рільництво, є потужним джерелом забруднення довкілля. На площах, які обробляються, здійснюються роботи із застосуванням важкої сільськогосподарської техніки, обробіток полів (основними культурами в останні десяти-

ліття є кукурудза, ріпак, соя) проводиться із використанням гербіцидів, інсектицидів, мінеральних добрив та інших хімічних препаратів. Потужною одиницею є механізована бригада, яка нині використовується агрофірмою «Рачинська філія Приватного акціонерного товариства ПРАТ «Райз-Максимко», і яка розташована практично в центрі села, близько до школи та медпункту [9].

До території с. Рачин з півдня примикають ліси, це – горбисті заліснені ділянки відрогів Мізоцького кряжу (так звані Рачинські гори), в межах яких проходило розпаювання земель, і у складі земельних наділів жителів села лісові ділянки також є. Натепер частина цього лісового фонду не використовується з господарською метою, частина використовується в межах чинного законодавства самими власниками, частина – орендується лісгосподарськими підприємствами м. Дубно. Особливістю лісів біля села є те, що в їх межах розташоване дозволене місце складування ТПВ, а також численні несанкціоновані зони хаотичного вивезення побутових відходів – лісові кар'єри, галявини, ями тощо [2; 4; 7]. В межах пагорбів Мізоцького кряжу розміщений найближчий до території с. Рачин об'єкт природно-заповідного фонду – геологічний заказник місцевого значення «Мізоцький кряж» [7; 10]. На рис. 2 представлено проведений ретроспективний аналіз за даними космічних супутникових знімачь збільшення площі одного з місць несанкціонованого скиду побутових відходів у межах лісових масивів Мізоцького кряжу, до галявини веде ґрунтова дорога від с. Рачин та просіка в лісі. Як видно у разі співставлення знімків за період 2011–2019 рр., площа цього стихійного сміттєзвалища постійно збільшується та розширюється.



**Рис. 2.** Аналіз зростання площі одного зі стихійних сміттєзвалищ поблизу с. Рачин у лісовому масиві Мізоцького кряжу (за даними ДЗЗ)

Таблиця 2

**Перелік суб'єктів господарювання, які виступають потенційними платниками екологічного податку в с. Рачин (узагальнено за [8; 9])**

№ з/п	Назва СГ	Об'єкт забруднення	Місце розташування об'єкта	Наявність дозволу на викиди (скиди) забруднюючих речовин
1	ДУБЕНСЬКА РДЛ ВЕТМЕДИЦИНИ	Атмосферне повітря	с. Рачин	наявний
2	ТАРАКАНІВСЬКА С/РАДА	Атмосферне повітря	Рачинська гімназія Тараканівської сільської ради Дубенського району Рівненської області – Дубенський р-н, с. Рачин	наявний
3	ТАРАКАНІВСЬКА С/РАДА	Атмосферне повітря	с. Рачин Дубенського району (діюче, площа 1,3 га)	паспортизоване сміттєзвалище
4	АТ «УКРТРАНСГАЗ»	Атмосферне повітря		Ні
5	ДП «УКРАВТОГАЗ»	Атмосферне повітря		Ні
6	ТОВ «Західна агропробудівна компанія»	Атмосферне повітря	Дубенський р-н, с. Рачин	наявний

У таблиці 2 перераховано суб'єкти господарювання, які є потенційними платниками екологічних податків (зборів) за викиди в атмосферне повітря. Слід зазначити, що для більшості цих об'єктів таку класифікацію встановлено у зв'язку з тим, що вони використовують котли для опалювання приміщень та, відповідно, оформили дозволи на них. Проте серед потужних у масштабах села джерел викидів у атмосферу варто назвати розподільчу станцію АТ «УКРТРАНСГАЗ» (район вулиці Центральної), поблизу якої часто специфічний запах, а також шумове забруднення є відчутними [9].

Неорганізовані викиди надходять в атмосферу від транспортних засобів, від техніки агрофірм. Поруч із селом проходить Львівська залізниця. Потужним джерелом негативного антропогенного впливу також є транзитний автотранспорт. Через село проходить одна з допоміжних доріг з м. Дубна до Рівного, курсують маршрутні автобуси та вантажний транзитний транспорт, у тому числі вантажні фури. Це суттєво ускладнює як екологічний стан, так і безпеку пішохідного руху в районі вул. Шевченка (район «Шлях»). Неподалік села проходить траса міжнародного значення «Київ – Чоп». Було заплановане спрямлення ділянки цієї

траси, розпочато підготовчі роботи, якби проєкт був реалізований – міжнародний автобан пройшов би околицею села. Проте з низки причин, у тому числі через війну, проєкт було заморожено.

Таким чином, у с. Рачин виявлені численні джерела негативного антропогенного впливу на довкілля, а також визначено додатковий вплив атмосферного забруднення, що переноситься повітряними потоками від м. Дубно за сприятливої рози вітрів. З розміщенням цих джерел

можна ознайомитися на побудованій картосхемі (рис. 3).

У SWOT-матриці (рис. 4) узагальнено основні чинники соціально-економічного та екологічного характеру, пріоритети та сильні сторони, що визначають як соціально-економічний розвиток, так і екологічний стан території сільської громади.

Проаналізувавши всі наявні дані щодо промислового, аграрного, соціально-економічного та культурного розвитку с. Рачин, а також заходи,

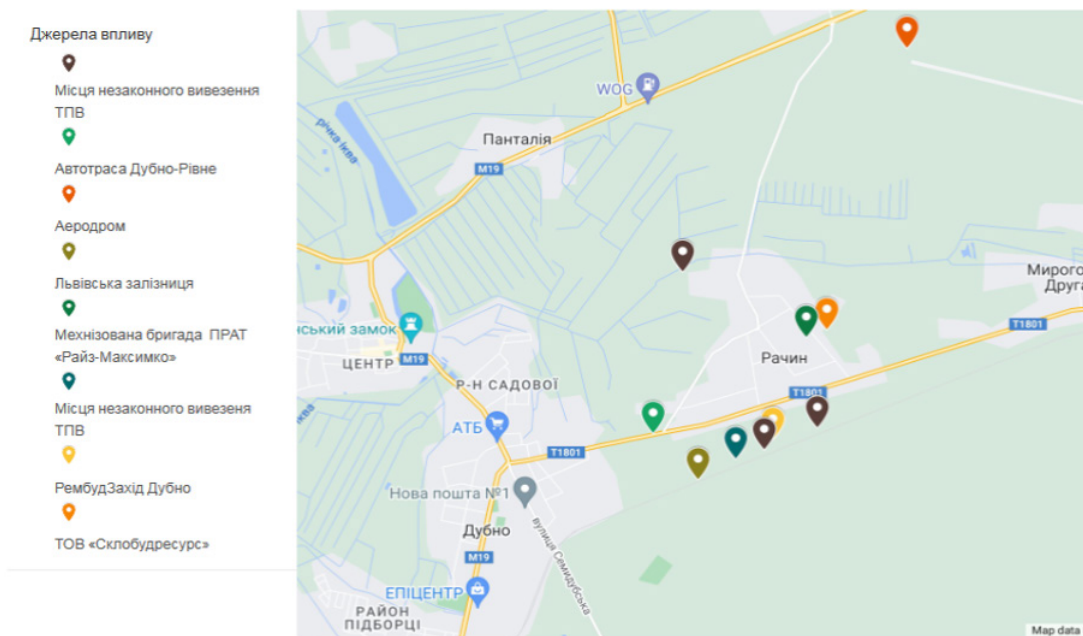


Рис. 3. Картосхема розміщення основних джерел антропогенного впливу у с. Рачин (складено авторами)



Рис. 4. Взаємозв'язки чинників соціально-економічного та екологічного характеру на території с. Рачин (за даними [8; 9; 12])

заплановані виконавчими органами територіальної громади для покращення стану розвитку її населених пунктів, ми розробили низку перспективних заходів для оптимізації саме екологічного стану села. Ці заходи представлені на рис. 5 та рис. 6. Проаналізуємо їх докладніше.

Отже, до основних екологічних проблем села віднесено: 1) забруднення атмосферного повітря від промислових, побутових та с/г джерел; 2) хімічне забруднення ґрунту внаслідок інтенсивного с/г господарювання; 3) транспортне забруднення, хімічне, механічне і шумове (автомобільний, залізничний, авіатранспорт); 4) проблеми складування та утилізації ТПВ, несанкціоновані сміттєзвалища; 5) забруднення водних об'єктів (р. Липка).

Відсутність комплексного підходу в галузі поводження та видалення побутових відходів у с. Рачин, полігонів для розміщення ТПВ призвела до зростання числа стихійних сміттєзвалищ, що є однією з найгостріших екологічних проблем громади.

Системними рішеннями у цій сфері можуть бути: участь у будівництві регіонального полігону для потреб кількох суміжних громад у рамках регіональної концепції поводження з ТПВ на основі міжмуніципальної співпраці; запровадження роздільного збирання ТПВ на території громади та збут відсортованої сировини на переробні підприємства області [9; 12].

На першому етапі завданням передбачено запровадження системи роздільного збирання

## Основні екологічні проблеми в с. Рачин



Рис. 5. Основні екологічні проблеми с. Рачин

Рекомендовані заходи для покращення екологічного стану громади с. Рачин



Рис. 6. Пріоритетні напрями вирішення екологічних проблем села

ТПВ на спеціально побудованих майданчиках. Для потреб роздільного збирання ТПВ громаді необхідно близько 10 євроконтейнерів [12].

Окремо можна розглянути екологічні проблеми лісових масивів Мізоцького кряжу, але ми не зупинялися на них детальніше, оскільки така територія дещо віддалена безпосередньо від основних земельних масивів сільської громади.

На основі аналізу наявних проблем та оцінки реалій, які склалися у селі, а також наявних можливостей ми пропонуємо комплекс заходів для покращення екологічного стану селищної громади с. Рачин, які дозволять зробити цей стан оптимальним та поліпшити умови життя мешканців села. На рис. 6 представлені основні серед розроблених рекомендованих заходів.

Серед заходів, які ми рекомендуємо впроваджувати на території с. Рачин для оптимізації його екологічного стану як у короткій перспективі, так і в перспективі довгострокової, варто зупинитися на таких:

1. Великою проблемою у селі є транзитний рух через село великогабаритного транспорту, який забруднює атмосферне повітря, створює шумове забруднення, створює велику небезпеку для автотранспортного руху на вуличках села, які часто є не досить широкими (були і аварії, і нещасні смертельні випадки). Тому пропонуємо встановити обмежувачі на в'їзді до села з урахуванням того факту, що шлях через Рачин водії фур вибирають як об'їзний, щоб скоротити дорогу чи об'їхати блокпост на трасі Київ – Чоп (яка є основною для руху транзитного транспорту в районі).

2. Забруднення атмосфери, ґрунтів та водних об'єктів суб'єктами господарювання, зокрема, великою агрофірмою ПРАТ «Райз-Максимко» та ТОВ «Склобудресурс», потребує постійного громадського контролю.

3. Гострою проблемою є наявність багатьох стихійних сміттєзвалищ навколо села (в лісі, у лісосмузі вздовж залізниці тощо). Натепер у громаді організовано вивіз сміття від домогосподарств 2 рази в місяць (ціна послуги – 25 грн з мешканця садиби). На нашу думку, вивіз потрібно організувати частіше, а серед жителів провести спеціальну інформаційну кампанію щодо важливості такого заходу, бо натепер не більше 60% домоволодінь приєдналися до організованого вивозу. З цією проблемою перетинається проблема спалювання на городах і присадибних ділянках листя, гілля дерев, сухоостою та бур'янів. Це – габаритне сміття, яке жителям незручно вивозити. Пропонуємо закупити для громади декілька подрібнювачів деревних відходів та організувати громадські силосні ями, де можна здійснювати складування і силосування органічних відходів. З часом у наявності буде органічне добриво, розподіл якого можна пов'язати з обсягами зданих відходів на переробку.

У селі також поки не організована система роздільного збору відходів. Пропонуємо розпочати роботи з її організації (встановити відповідні цільові контейнери у центрі села, на майданчику біля магазину «Каштан»).

4) Викликає занепокоєння екологічний стан р. Липки та Колгоспних ставків (назва – історична, зараз вони є частково в оренді, частково – у приватній власності). Пропонуємо організувати спільну кампанію за участю громади і Рачинської гімназії для розчищення русла річки, а з часом – за наявності в громаді коштів – організувати на її березі рекреаційну зону для жителів села (пляж, лавочки, альтанки, мангали, волейбольний майданчик).

5) Покращення екологічного стану села неможливе без свідомого ставлення всіх його жителів. Тому серед запропонованих заходів – інформаційно-просвітницькі, які можна організувати із залученням учнів та педагогів Рачинської гімназії, та які будуть стосуватися, наприклад, правил поведіння з відходами, їх роздільного збору, важливості дотримання правил збору органічних відходів, недопустимості спалювання їх тощо.

**Висновки.** Отже, проаналізувавши сучасний екологічний стан с. Рачин та чинники, які його визначають, можна зробити певні висновки. Так, фізико-географічні умови та соціально-економічний розвиток громади загалом є добрими і мають показники, дещо вищі від середніх по Рівненській області та Дубенському району, на території яких село розміщене.

Основними джерелами антропогенного впливу, що визначають екологічний стан території села та прилеглої території, нині є:

- виробничі та сільськогосподарські підприємства, фермерські господарства;
- пересувні джерела, транспорт (автомобільний, залізничний, повітряний);
- комунально-побутове господарство (вплив від окремих домогосподарств та присадибних землеволодінь, зокрема, забруднення атмосфери від систем опалення, від спалювання сухоостою та залишків органіки, від несанкціонованого викидання відходів, від несанкціонованої вирубки чагарників та дерев у лісосмугах та у лісовому масиві);
- підприємства обслуговуючої сфери (заклади торгівлі та громадського харчування);
- місця складування та зберігання ТПВ (твердих побутових відходів), серед яких – 1 спеціально виділене МВВ (місце видалення відходів) та низка несанкціонованих сміттєзвалищ;
- складські приміщення, гаражі, авторемонтні майстерні та інше.

Узагальнено рекомендації, надані в Програмі розвитку територіальної громади на 2021–2026 рр., та розроблено власну систему рекомендацій і заходів, які дозволять стабілі-

зувати і покращити екологічний стан сільської громади. Серед цих рекомендацій: продовження впровадження системи організованого збору і вивезення та складування ТПВ; інформаційно-просвітницькі екологічні кампанії у селі, у тому числі щодо важливості роздільного збору відходів, недопустимості підпалів сухої трави, комішів, спалювання сухих залишків на власних садибах; організація громадських компостних ям для збору таких залишків з наступним отриманням екологічного добрива; просвітницькі кампанії щодо перспективності впровадження викорис-

тання джерел альтернативної енергії; організація силами Рачинської гімназії та селищної ради розчищення та впорядкування русла і прибережної смуги р. Липка, облаштування рекреаційних пунктів на цій річці, які стануть окрасою села та місцем екологічного відпочинку його мешканців; ліквідація стихійних сміттєзвалищ та проведення заходів із запобігання їх новому утворенню через систему штрафів та роз'яснювальну роботу; громадський контроль за суб'єктами господарювання з метою запобігання їх понаднормового впливу на довкілля.

### Література:

1. Войчун Н.І., Андрейчук Ю.М., Жданюк Б.С. Аналіз антропогенного навантаження на природне середовище Рівненської області. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*, 2017. № 1–2(25). С. 77–82.
2. Гуцук І.В. Екологічні проблеми антропогенного характеру Рівненщини. *Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства* : матеріали III міжнар. наук.-практ. конф., 24–25 березня 2016 р., Рівне. Ч. 1. С. 55–56.
3. Дубенська державна районна адміністрація Рівненської області. Офіційний сайт. URL: <https://dubnorda.rv.gov.ua/>.
4. Жданюк Б.С., Боярин М.В., Андрейчук Ю.М. ГІС/ДЗЗ технології як інструмент вивчення сучасного геоекологічного стану земельних ресурсів західної частини Мізоцького кряжу. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2016. № 14. С. 62–80.
5. Звіт про стратегічну екологічну оцінку стратегії розвитку Рівненської області на період до 2027 року (проект). Рівне, 2019. 99 с.
6. Інформаційно-туристичний центр Рівненщини. URL: [www.tourism.rv.ua](http://www.tourism.rv.ua).
7. Ковальчук І.П., Андрейчук Ю.М., Жданюк Б.С. Природно-заповідний фонд території Мізоцького кряжу: сучасний стан, його картографічна модель, шляхи оптимізації функціонування. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій* : зб. наук. пр. Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки / редкол.: Ф.В. Зузук та ін. Луцьк, 2012. № 9. С. 374–382.
8. Офіційний сайт Тараканівської територіальної громади. URL: <https://tarakanivska-gromada.gov.ua/>.
9. Паспорт Тараканівської територіальної громади за 2022 рік. URL: <https://tarakanivska.gromada.org.ua/pasport-gromadi-2022-rik-12-12-44-03-02-2022/>.
10. Природно-заповідний фонд Рівненської області / за ред. Ю.М. Грищенка. Рівне : Волин. береги, 2018. 216 с.
11. Стан безпеки життєдіяльності в містах, районах, об'єднаних територіальних громадах Рівненської області у I півріччі 2018 рік. *Інформаційний бюлетень*. Випуск третій. Рівне, 2018. 143 с.
12. Стратегічний план розвитку Тараканівської громади. URL: <https://tarakanivska.gromada.org.ua/rozvitok-gromadi-1526974475/>.

### References:

1. Voichun N.I., Andreichuk Yu.M., Zhdaniuk B.S. Analiz antropohennoho navantazhennia na pryrodne seredovishche Rivnenskoï oblasti [Analysis of anthropogenic load on the natural environment of the Rivne region]. *Liudyna ta dovkillia. Problemy neokolohii*, 2017. № 1–2(25). P. 77–82. [in Ukrainian].
2. Hushchuk I.V. Ekolohichni problemy antropohennoho kharakteru Rivnenshchyny [Environmental problems of the anthropogenic nature of the Rivne region]. *Ekolohiia i pryrodokorystuvannia v systemi optymizatsii vidnosyn pryrody i suspilstva*: materialy III mizhnar. nauk.-prakt. konf., 24–25 bereznia 2016 r., Rivne. (Ch.1). P. 55–56. [in Ukrainian].
3. Dubenska derzhavna raionna administratsiia Rivnenskoï oblasti [Duben State District Administration of Rivne Oblast]. Ofitsiinyi sait. Retrieved from: <https://dubnorda.rv.gov.ua/> [in Ukrainian].
4. Zhdaniuk B.S., Boiaryn M.V., Andreichuk Yu.M. HIS/DZZ tekhnolohii yak instrument vyvchennia suchasnoho heoekolohichnoho stanu zemelnykh resursiv zakhidnoi chastyny Mizotskoho kriazhu [GIS/RSE technology as a tool for studying the modern geoeological state of land resources in the western part of the Myzotsky Range]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N. Karazina, seriia «Ekolohiia»*: 2016. № 14. P. 62–80. [in Ukrainian].
5. Zvit pro stratehichnu ekolohichnu otsinku stratehii rozvytku Rivnenskoï oblasti na period do 2027 roku (proiekt) [Report on the strategic environmental assessment of the development strategy of the Rivne region for the period until 2027 (project)]. Rivne, 2019. 99 p. [in Ukrainian].
6. Informatsiino-turystychnyi tsentr Rivnenshchyny [Information and tourist center of the Rivne region]. Retrieved from: [www.tourism.rv.ua](http://www.tourism.rv.ua) [in Ukrainian].
7. Kovalchuk I. P., Andreichuk Yu.M., Zhdaniuk B.S. Pryrodno-zapovidnyi fond terytorii Mizotskoho kriazhu: suchasnyi stan, yoho kartohrafichna model, shliakhy optymizatsii funktsionuvannia [Nature Reserve Fund of the territory of the Myzotsky Range: current state, its cartographic model, ways to optimize its functioning]. *Pryroda Zakhidnoho*



- 
- Polissia ta prylehlykh terytorii: zb. nauk. pr.* Volyn. nats. un-t im. Lesi Ukrainky / redkol.: F.V. Zuzuk ta in. Lutsk, 2012. № 9. P. 374–382 [in Ukrainian].
8. Ofitsiyni sait Tarakanivskoi terytorialnoi hromady [Official website of the Tarakan territorial community]. Retrieved from: <https://tarakanivska-gromada.gov.ua/> [in Ukrainian].
  9. Pasport Tarakanivskoi terytorialnoi hromady za 2022 rik [Passport of the Tarakan Territorial Community for 2022]. Retrieved from: <https://tarakanivska.gromada.org.ua/pasport-gromadi-2022-rik-12-12-44-03-02-2022/> [in Ukrainian].
  10. Pryrodno-zapovidnyi fond Rivnenskoï oblasti [Nature reserve fund of the Rivne region] / za red. Yu.M. Hryshchenka. Rivne: Volyn. oberehy, 2018. 216 p. [in Ukrainian].
  11. Stan bezpeky zhyttiediiialnosti v mistakh, raionakh, obiednanykh terytorialnykh hromadakh Rivnenskoï oblasti u I pivrichchi 2018 rik [The state of life safety in cities, districts, united territorial communities of the Rivne region in the first half of 2018]. *Informatsiyni biuleten*. Vypusk tretii. Rivne, 2018. 143 p. [in Ukrainian].
  12. Stratehichnyi plan rozvytku Tarakanivskoi hromady [Strategic plan for the development of the Tarakan community]. Retrieved from: <https://tarakanivska.gromada.org.ua/rozvitok-gromadi-1526974475/> [in Ukrainian].
-

## Географія

DOI 10.32782/NSER/2023-1-11

УДК 504.54:504.03 (477)

### ЕКОЛОГІЧНА ІНФРАСТРУКТУРА МІСТА КАМ'ЯНКА-БУЗЬКА: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ОПТИМІЗАЦІЇ

#### Іванов Євген Анатолійович

доктор географічних наук, професор,  
завідувач кафедри конструктивної географії і картографії  
Львівського національного університету імені Івана Франка  
ORCID ID: 0000-0001-6847-872X

#### Пилипович Ольга Василівна

кандидат географічних наук, доцент,  
доцент кафедри конструктивної географії і картографії  
Львівського національного університету імені Івана Франка  
ORCID ID: 0000-0002-7972-9202

#### Щерба Віталій Вікторович

аспірант кафедри конструктивної географії і картографії  
Львівського національного університету імені Івана Франка  
ORCID ID: 0000-0003-0158-6296

*Малі міста Львівщини сформовані у процесі тривалого історичного розвитку. Проаналізовано історико-культурний, соціальний та екологічний потенціал міста Кам'янка-Бузька. Визначено функціональну роль екологічної інфраструктури у формуванні сталого і природо-орієнтованого міста. Проведено польові дослідження та оцінювання сучасного стану екологічної інфраструктури міста Кам'янка-Бузька. Окреслено позитивні і негативні аспекти у функціонуванні екологічної інфраструктури міста. Запропоновано перелік оптимізаційних заходів для покращення умов проживання мешканців міста. Оптимізаційні заходи розділено на три категорії (прості, середньо тривалі та заходи значної тривалості і вартості).*

*Поведінкова складова екологічної інфраструктури передбачає активну участь громадськості. На жаль, у місті громадськість не активна та природо-орієнтована, у парку є пошкоджені дерева, маргінальні групи осіб, наявні пошкоджені ігрові майданчики, а на фасадах будинків у хаотичний спосіб розміщені вивіски магазинів. Потрібно працювати над підвищенням рівня екологічної свідомості і культури мешканців шляхом створення екологічно-просвітницьких центрів і гуртків.*

*З огляду на сучасну екологічну ситуацію та стан компонентів довкілля першочерговими завданнями для формування екологічної інфраструктури у місті та впровадження природо-орієнтованих рішень є збільшення кількості та щільності зелених насаджень, розміщення зелених смуг вздовж доріг, модернізація очисних споруд та реконструкцій систем водопостачання і водовідведення, розміщення протишумових екранів, створення безпечних дитячих і спортивних майданчиків, робота над удосконаленням мобільності та інклюзивності міста шляхом оснащення державних установ, лікарень і навчальних закладів пандусами, шрифтом Брайля.*

**Ключові слова:** місто, екологічна інфраструктура, сталий розвиток, озеленення, екологізація, природо-орієнтовані рішення.

#### ***Ivanov Ye. A., Pylypovych O. V., Scherba V. V. Kamianka-Buzka ecological infrastructure: problems and prospects of optimization***

*Small cities of the Lviv region were formed in the process of long historical development. The historical, cultural, social and ecological potential of the city of Kamianka-Buzka was analysed. The functional role of ecological infrastructure in the formation of a sustainable nature-oriented city is determined. Field studies and assessment of the current state of the ecological infrastructure of the city of Kamianka-Buzka were conducted.*

*Positive and negative sides in the functioning of the city's ecological infrastructure are outlined. A list of optimization measures to improve the living conditions of city residents is proposed. Optimization measures are divided into three categories (simple, medium duration and measures of significant duration and cost).*

*The behavioral component of ecological infrastructure involves the active participation of the public. Unfortunately, the public in the city is not active and not nature-oriented, there are damaged trees in the park, marginal segments of the population, there are damaged playgrounds and on the facades of the houses in a chaotic order of placement of trade signs. It is necessary to work on increasing the level of environmental awareness and culture of residents by creating environmental education centers and circles.*

*Taking into account the current ecological situation and the state of environmental components, the primary tasks of forming the ecological infrastructure of the city and implementing nature protection solutions are to increase the number and density of green spaces, arrangement of green lanes along roads, modernization of sewage treatment facilities and reconstruction of water supply and drainage systems, placement of anti-noise screens, creation of safe children's and sports grounds, work on improving mobility and inclusiveness of the city by equipping communal institutions, hospitals and educational institutions with ramps and Braille.*

**Key words:** city, ecological infrastructure, sustainability, landscaping, greening, nature-oriented solutions.

**Вступ.** Метою дослідження є різнобічний аналіз існуючої екологічної інфраструктури міста Кам'янка-Бузька Львівської області. Об'єктом роботи виступає екологічна інфраструктура міста, а предметом – екологічні та соціально-економічні умови як передумова покращення наявних компонентів цієї інфраструктури. Адже питанням комплексного дослідження екологічної інфраструктури міста приділено недостатньо уваги.

Вивченням екологічної інфраструктури і впливів міського середовища на довкілля, а також актуальними проблемами урбоекоекологічного планування і проектування займаються у Львові (М. Назарук, Н. Блажко, Б. Сенчина, В. Кучерявий), Харкові (Н. Максименко, Е. Кочанов, С. Бурченко, А. Клещ), Тернополі (Л. Царик, І. Кузик), Дніпрі (І. Трус, І. Василенко, О. Чонгова).

Найповніше поняття «екологічної інфраструктури» розкриває професор М. Назарук, який визначає її як комплекс сфер діяльності та інженерних споруд, що гарантують екологічні умови розвитку суспільного виробництва і завбачають охорону навколишнього природного середовища від негативного впливу [1, с. 239].

У свою чергу, міську екологічну інфраструктуру у Китаї визначають як органічну інтеграцію блакитних (водних), зелених (рослинних) і сірих (неживих) ландшафтів у масштабах екосистеми. Структура Urban Ecological Infrastructure (UEI) представляє абіотичні і біотичні взаємодії в екосистемі та підкреслює інтегрований зв'язок між природними і штучними системами [2].

Американські вчені розкривають концепцію UEI як таку, що включає всі частини міста, що підтримують різні екологічні компоненти і функції. Екосистемні послуги при цьому безпосередньо впливають на добробут міста, формують важливі взаємодії між природою і людьми, які живуть у містах [3].

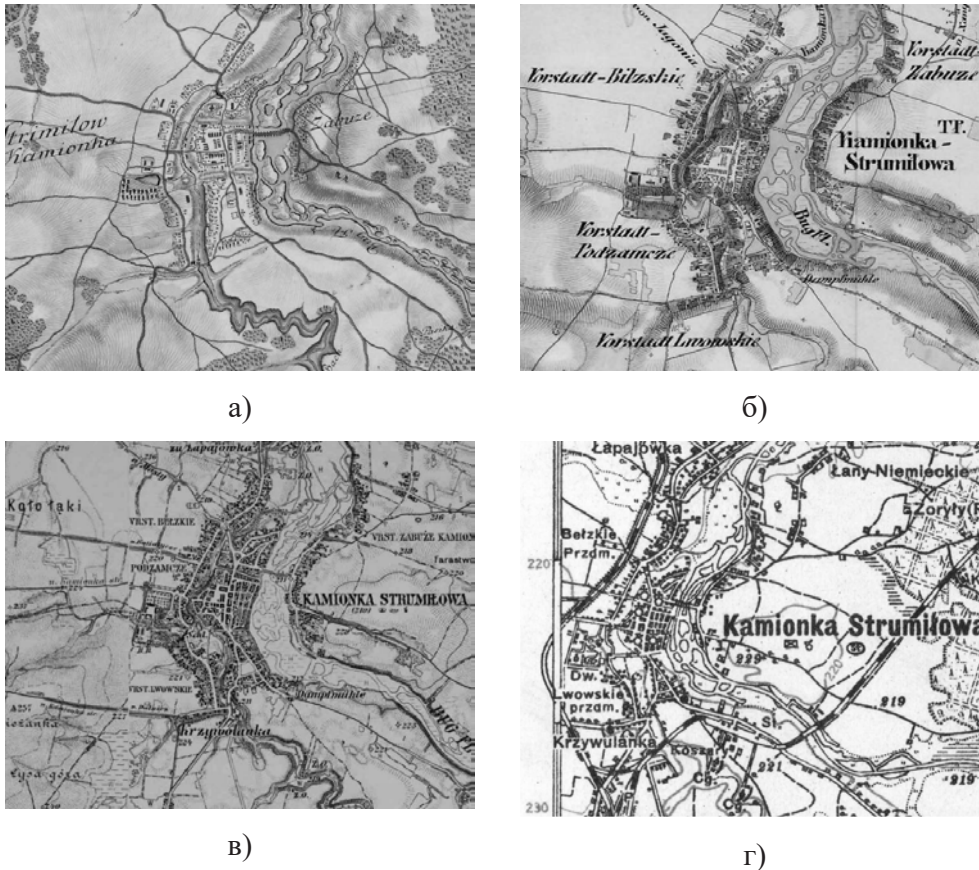
**Матеріали та методи.** У роботі використано методи і прийоми, серед яких – методи польових досліджень і спостережень, опитування, аналізу наукових публікацій, описовий, картографічний, порівняльного аналізу.

**Результати.** Міста Львівщини почали виникати ще за часів Київської Русі, а з другої половини XIV ст. розпочинається активний процес створення міських поселень. Більшість сучасних малих міст регіону належать до числа історичних, які головними перевагами завжди мали сприятливі природні умови та зручне розташування на шляху торгівельних шляхів. Традиційно середньовічні міста виникали поруч з річками, лісами у зв'язку із потребою доступу до питної води і ресурсів для задоволення базових потреб [4, с. 41].

Кам'янка-Струмилова, а нині Кам'янка-Бузьку, засновано у 1411 р. на березі річки Західний Буг, на місці давнього поселення Димошин. Назва міста пов'язана із львів'янином Юрієм Струмилою, очільником міста, який ініціював розбудову і розвиток міста [5]. Кам'янка-Струмилова розташована на межі торгових сухопутних шляхів, чому сприяло близьке розташування до Львова, володіла Магдебурзьким правом, відносна самостійність створювала сприятливі умови для ведення господарства і розвитку суспільного ладу. Аналіз історичних топографічних карт австрійського і польського періодів масштабу 1 : 25 000 – 1 : 28 800 дає можливість зрозуміти особливості розвитку міської інфраструктури та антропогенної трансформації природного середовища довкола поселення (рис. 1).

Малі міста отримували не лише автономію за Магдебурзьким правом, але й власний герб. Кам'янка-Струмилова також володіла своїм гербом, який уособлював назву міста, що пов'язана із кам'янистим ландшафтом. Прапор зображує лазурне поле на тлі якого три червоні камені обрамлені у золотих оправах. У XV ст. місто є осередком торгівлі і ремесла, які забезпечували його потреби та вимоги прилеглих сіл.

Щорічно проводились ярмарки і фестивалі, які є головними джерелами прибутків для містян. У свою чергу, щотижневі торги сприяли розвитку міста як фінансового осередку. Протягом подальших століть місто зазнало руйнації внаслідок набігів татар та інших тогочасних викликів часу, але попри



**Рис. 1. Місто Кам'янка-Бузька (Кам'янка-Струмилова) на історичних топографічних картах: а) австрійській карті Першого топографічного знімання, складеній під час проведення Йосифинської метрики (1779–1783) масштабу 1 : 28 800; б) австрійській карті Другого топографічного знімання, складеній під час проведення Францисканської метрики (1819–1820) масштабу 1 : 28 800; в) австрійській карті Третього топографічного знімання (1869–1887) масштабу 1 : 25 000; г) польській карті Військового географічного інституту (1929–1939) масштабу 1 : 25 000**

все продовжувало розбудовуватись. У XVIII ст. місто було ремісничим центром, яке зазнало розквіту за Австро-Угорської імперії. У часи окупації Західної України Кам'янка-Бузька попри тоталітаризм продовжувала розвиватись [6].

Сьогодні Кам'янка-Бузька є містом, яке розташоване у Львівському районі Львівської області за 41 кілометр від обласного центру. Його площа складає 8,63 км<sup>2</sup>, кількість мешканців становить 10 630 тис. осіб (2020 р.). За природними особливостями місто розташоване в межах Малого Полісся, в умовах рівнинного рельєфу з окремими горбами. Кам'янка-Бузька лінійно простягаються вздовж річкової долини р. Західний Буг і тим самим має тісний зв'язок з водним об'єктом.

Наявність джерел питної води, рівнинність місцевості та забезпеченість лісовими ресурсами стали передумовою утворення Кам'янка-Бузької в межах Малого Полісся. Малополюські ландшафти вкриті чисельними річками і болотами, а головна

річка Західний Буг із притоками, у тім числі річкою Кам'янка, формують місцевість довкола міста.

Культурний осередок міста складений із збережених різностильових архітектурних пам'яток, серед яких будівля колишнього Народного дому (рис. 2 а,б), неоготичний Костел Успіння Пресвятої Богородиці (рис. 2 в,г), міська ратуша, палац (маєток) Мієрів, дерев'яна церква святого Миколая (1667 р.), краєзнавчий музей, церква Різдва Богородиці (1882 р.).

Екологічна інфраструктура включає в себе управлінський, поведінковий, біологічний (водойми і зелені насадження), інформаційний і матеріальний складники [7, с. 70]. Для вивчення цієї інфраструктури проведені польові дослідження та охарактеризували як функціонують її складники (табл. 1).

Управлінський складник (міська рада, КП «Кам'янкаводоканал» та ін.) не має напрацьованої стратегії збереження навколишнього природного середовища зокрема у місті, все вмотивовано від-



**Рис. 2. Архітектурні пам'ятки м. Кам'янка-Бузька: Народний дім у 1905 р. (а) і сьогодні (б); Костел Успіння Пресвятої Богородиці у 1914 р. (в) і сьогодні (г)**

Таблиця 1

**Покомпонентний аналіз екологічної інфраструктури Кам'янка-Бузької**

Управлінський складник	Поведінковий складник	Біологічний складник	Інформаційний складник	Матеріальний складник
екологічний контроль –	екологічні гуртки –	парки, сквери і насадження (зелена інфраструктура) +	сповіщення у соціальних мережах +	система моніторингу якості компонентів довкілля – об'єкти альтернативної енергетики –
наявність закладених коштів, ресурсів для захисту довкілля –	тренінги, громадські ініціативи, колективні толоки –	річка Західний Буг та її притока Кам'янка (блакитна інфраструктура) +	інформаційні стенди –	очисні споруди (не модернізовані) +
	екологічна освіта та екологічна культура –	захисні зелені смуги вздовж доріг –	активність у соціальних мережах –	протишумові екрани –
			доступність екологічної інформації на веб-сайті міської ради –	набережна –
				інклюзивність та мобільність –

сутністю фінансів природоохоронної діяльності. Охорона довкілля за наявності значної кількості проблем не пріоритетна, але в міському бюджеті закладають кошти на його збереження.

Поведінковий складник екологічної інфраструктури передбачає активну участь громадськості. На жаль, у місті громадськість не активна та природо-орієнтована, у парку можна зустріти пошкоджені дерева, маргінальні групи осіб, подекуди наявні пошкоджені ігрові майданчики, а на фасадах будинків у хаотичний спосіб розміщені вивіски магазинів.

Потрібно працювати над підвищенням рівня екологічної свідомості і культури мешканців шляхом створення екологічно-просвітницьких центрів і гуртків на базі закладів освіти, починаючи із дошкільної та закінчуючи професійно-технічною. Різного роду тренінги та колективні толоки для дорослих суттєво вплинули на сучасну ситуацію.

Біологічний складник є важливою у екологічній інфраструктурі будь-якого міста. Тому що передбачає надання екосистемних послуг та потребує належного догляду і фінансових ресурсів для постійної модернізації та підтримки життєвого стану наявних зелених насаджень. Наявність зелених зон є потребою, адже на противагу сільській місцевості у містах переважає урбанізоване середовище над природним, тому формування екологічної інфраструктури та розширення зелених і паркових зон є важливим. Сьогодні міські парки є занедбаними та потребують збільшення кількості і щільності зелених насаджень, окремі дерева хворіють чи пошкоджені. Вулиці подекуди не достатньо озеленені, а працівники КП «Кам'янкаводоканал» не завжди здійснюють належний догляд за зеленими насадженнями, що входить у їхні посадові обов'язки, зокрема обрізання та корегування дерев і чагарників.

В межах Кам'янка-Бузької міської ради функціонують такі об'єкти природно-заповідного фонду [8] (рис. 3): 1) парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення «Парк ХІХ ст.» площею 3,67 га; 2) парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення «Чорний парк» (імені Степана Бандери) площею 1,74 га; 3) парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення «Парк імені Тараса Шевченка».

Чорний парк створено у 1896–1902 рр. на місці центральної площі. Для створення паркових ландшафтів використані існуючі дерева, середній вік окремих дерев понад 100 років. Побудований парк на кошти громадської ради для потреб містян. На час створення його площа складала 2,0 га, на сьогодні – 1,74 га. Перебувати у парку комфортно, але, на жаль, цей парк потребує належного догляду та інвестицій, адже перебуває у занедбаному стані (газони, доріжки, недостатня кількість зелених насаджень, огорожа). Фонтан, який побудовано у 1984 р.

не функціонує, а естетична цінність цього об'єкту відсутня (рис. 4 а). Біля доріжок трав'яний покрив не формується, відбувається активна площинна і лінійна ерозія (рис. 4 б). У парку відсутня буферна зона зі сторони транспортних шляхів, а автомобільний рух є інтенсивним. На сьогодні у парку зростає 317 екземплярів деревних рослин, флора парку сформована із 19 видів і форм деревних рослин.

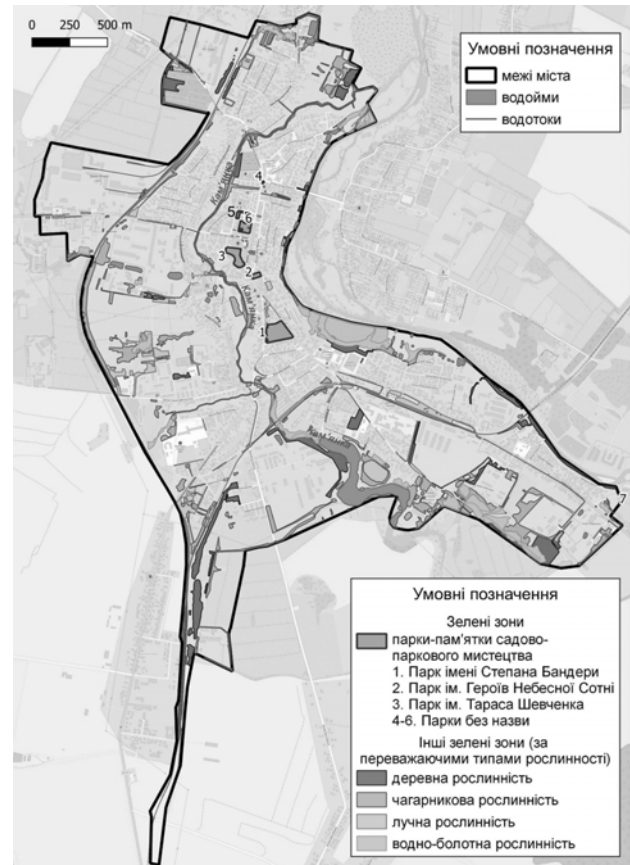


Рис. 3. Картосхема зелених зон м. Кам'янка-Бузька

Парк імені Тараса Шевченка є невеликим за своєю площею (рис. 4 в, г). У парку наявний дитячий майданчик і скейт-парк, розміщений монументальний пам'ятник Т. Шевченку. Флора парку є недостатньо збереженою і потребує поповнення та оновлення. Варто налагодити ефективніше використання та якісне обслуговування парків, відповідальними за озеленення міста є КП «Кам'янкаводоканал», які не справляються з власними обов'язками.

Блакитну інфраструктуру Кам'янка-Бузької формує річка Західний Буг та її притока Кам'янка. Річка Західний Буг є однією з найбільш забруднених річок Львівщини. Внаслідок скидів стічних вод КП «Львівводоканал» у р. Полтва значна частка забруднюючих речовин потрапляє у Західний Буг. Згідно з даними Лабораторії моніторингу вод та ґрунтів БУВР Західного Бугу та Сяну



а)



б)



в)



г)

**Рис. 4. Об'єкти природно-заповідного фонду м. Кам'янка-Бузька: Чорний парк (імені Степана Бандери): а) фонтан, що потребує модернізації; б) відпочинкова зона, Парк імені Тараса Шевченка: в) вхідна брама; г) єдина брукована алея**

у р. Західний Буг (гідропост Кам'янка-Бузька) регулярно спостерігають перевищення вмісту амоній-іону, нітрит-іону, БСК<sub>5</sub> і фосфатів [8].

Прибережено-захисна смуга вздовж Західного Бугу в межах міста часто забруднена побутовим сміттям і не відповідає охоронному статусу згідно положень Водного кодексу України.

Зі слів мешканців наявні систематичні відключення водопостачання. Відсутня будь яка комунікація керівництва КП «Кам'янкаводоканал» із мешканцями. Очисні споруди не модернізовані, а також наявні проблеми не вирішуються і всіляко ігноруються.

Інформаційний складник передбачає доступ до екологічної інформації, проте, на жаль, у місті не створені необхідні умови для поінформованості жителів. На сайті Кам'янка-Бузької міської ради відсутні відомості у формі звітів, карт

чи фотоматеріалу про наявну екологічну ситуацію. Єдина рубрика «Екологічна ситуація у місті Кам'янка-Бузька» передбачає доступ до карти моніторингу якості атмосферного повітря України [9], але інформація щодо його забруднення у місті відсутня. Найбільшими стаціонарними джерелами викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря у місті є ТОВ «Кроно-Україна» (виробництво меблевих плит – ДВП, ДСП), а також Добротвірська ТЕС. Також суттєвим джерелом забруднення атмосферного повітря у місті є автотранспорт. Найзавантаженішими є вулиці Львівська, Шевченка і Незалежності. Є потреба у розміщенні вздовж цих автодоріг зелених смуг і шумозахисних екранів.

Важливою проблемою у місті є поводження та утилізація твердих побутових відходів. На жаль, через не налагоджену управлінську систему та

низький рівень екологічної освіти і культури у місті відсутні спеціально обладнані вантажівки для перевезення окремих видів відходів, попри наявні контейнери для роздільного збору сміття, весь вміст перевозять до одного полігону. Ця проблема є актуальною не лише для Кам'янка-Бузької, але й для інших малих міст Львівської області.

Матеріальний складник екологічної інфраструктури міста передбачає наявність інженерно-технічних та очисних споруд, модернізованих систем водопостачання і водовідведення, шумозахисних екранів тощо. Загалом у місті функціонує застаріла система очисних споруд, що не проходить жодного етапу модернізації за весь час власної роботи.

У місті розгулюють безпритульні собаки і коти, що потребують нагляду та необхідно врегулювати їхню кількість шляхом створення притулків та центрів вакцинації (стерилізації).

Міська мобільність та інклюзивність є необхідністю для міст в умовах війни. Людям з інвалідністю не зручно пересуватись через високі бордюри на тротуарах і дорогах, лікарні, школи, державні установи, магазини неоснащені пандусами чи шрифтом Брайля. Надзвичайно важливим аспектом є потреба у створенні безбар'єрного середовища повноцінного життя у місті.

Пропонуємо здійснити декілька оптимізаційних заходів, які б зуміли суттєво покращити умови проживання мешканців. Ці оптимізаційні заходи можна розділити на три категорії (прості, середньо тривалі та заходи значної тривалості і вартості). До прикладу для простих оптимізаційних заходів належать:

1) додаткове висаджування зелених насаджень та облаштування клумб є швидким і доступним способом облагородження вулиць шляхом розміщення рослинності у клумбах, горшках, бочках тощо;

2) прибирання зовнішньої реклами із фасадів будинків у центральній та історичній частинах міста;

3) активність у соціальних мережах, наповненість веб-сторінок про життя міста;

4) робота над підвищенням рівня екологічної освіти і культури;

5) створення на базах навчальних закладів екологічних гуртків.

Категорія середньо тривалих оптимізаційних заходів передбачає:

1) впорядкування парків і вулиць, проведення спеціальних навчань для працівників комунальних служб;

2) створення безпечних дитячих і спортивних майданчиків;

3) розміщення інформаційних стендів, які б повідомляли мешканців про стан навколишнього природного середовища;

4) екологічний контроль державною інспекцією;

5) робота над іміджем міста, розвиток та популяризація туристичної сфери;

6) налагодження системи роздільного збирання сміття з можливості транспортування цього сміття до спеціальних полігонів.

Оптимізаційні заходи значної тривалості і вартості:

1) модернізація очисних споруд, реконструкція систем водопостачання і водовідведення, забезпеченість водними ресурсами для мешканців є головною проблемою;

2) реставрація архітектурних пам'яток, які мають естетичну і культурну цінність;

3) створення притулків і центрів стерилізації для безпритульних тварин;

4) розміщення камер відеоспостереження у парках з метою попередження актів вандалізму;

5) збільшення кількості і щільності зелених насаджень у парках;

6) розміщення вздовж доріг зелених смуг та встановлення протишумових екранів;

7) впорядкування водойм, облаштування набережної.

**Висновки.** На основі проведених досліджень визначено, що місто Кам'янка-Бузька має значний історико-культурний та екологічний потенціал, проте через відсутність належного управління складові та компоненти екологічної інфраструктури не функціонують та потребують рішучих та термінових змін і впроваджень. З метою гармонійного та сталого розвитку доцільно посилити роль екологічної інфраструктури шляхом реалізації запропонованих оптимізаційних заходів.

З огляду на сучасну екологічну ситуацію та стан компонентів довкілля у Кам'янка-Бузькій першочерговими завданнями для формування екологічної інфраструктури та впровадження природоорієнтованих рішень є збільшення кількості та щільності зелених насаджень, розміщення зелених смуг вздовж доріг, модернізація очисних споруд та реконструкцій систем водопостачання і водовідведення, розміщення протишумових екранів, створення безпечних дитячих і спортивних майданчиків, робота над мобільністю та інклюзивністю міста шляхом оснащення державних установ, лікарень і навчальних закладів пандусами, шрифтом Брайля.

### Література:

1. Назарук М. Міська екологічна інфраструктура – матеріальна основа гармонійного соціально-екологічного середовища. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. географ.* 2010. № 38. С. 238–242.
2. Urban ecological infrastructure: an integrated network for ecosystem services and sustainable urban systems. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616002560>.



3. Urban ecological infrastructure: an inclusive concept for the non-built urban environment. URL: <https://online.ucpress.edu/elementa/article/doi/10.1525/elementa.385/112509/Urban-Ecological-Infrastructure-Aninclusive>.
4. Назарук М. М., Жук Ю. І., Бота О. В. Малі міста Львівської області: конструктивно-географічне дослідження : монографія. Львів, 2020. 202 с.
5. Туманна Кам'янка-Бузька. Золота галицька провінція: веб-сайт. URL: <https://localhistory.org.ua/texts/kolonki/tumanna-kamianka-buzka-zolota-galitska-provintsiia/>.
6. Замки та храми України: веб-сайт. URL: <https://castles.com.ua/kamiankabu.html>.
7. Щерба В.В., Пилипович О.В. Екологічна інфраструктура як інструмент досягнення сталого розвитку у містах. *Географічна освіта і наука: виклики і поступ: зб. матер. міжнар. наук.-практ. конф.* Львів: Простір-М, 2023. Т. 3. С. 68–72.
8. Кам'янка-Бузька територіальна громада: веб-сайт. URL: <https://kbmr.gov.ua/>.
9. Карта моніторингу якості атмосферного повітря (поточний стан): веб-сайт. URL: <https://eco-city.org.ua/>.

#### References:

1. Nazaruk M. (2010) Miska ekolohichna infrastruktura – materialna osnova harmoniinoho sotsialno-ekolohichnoho seredovyscha [The city's ecological infrastructure is the material base of the harmonic socioeconomic environment]. *Visn. Lviv. un-tu. Ser. heohraf.*, N 38, P. 238–242. [in Ukrainian].
2. Urban ecological infrastructure: an integrated network for ecosystem services and sustainable urban systems. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616002560>
3. Urban ecological infrastructure: an inclusive concept for the non-built urban environment. URL: <https://online.ucpress.edu/elementa/article/doi/10.1525/elementa.385/112509/Urban-Ecological-Infrastructure-Aninclusive>
4. Nazaruk M., Zhuk Y., Bota O. (2020) Mali mista Lvivskoi oblasti: konstruktyvno-heohrafichne doslidzhennia [Towns of the Lviv region: Constructive-geographical research]: monohrafiia. Lviv. 202 p. [in Ukrainian].
5. Tumanna Kamianka-Buzka. Zolota halytska provintsiia [Misty Kamianka-Buzka. Golden Galicia region]. URL: <https://localhistory.org.ua/texts/kolonki/tumanna-kamianka-buzka-zolota-galitska-provintsiia/> [in Ukrainian].
6. Zamky ta khramy Ukrainy [Castles and temples of Ukraine]. URL: <https://castles.com.ua/kamiankabu.html> [in Ukrainian].
7. Scherba V., Pylypovych O. (2023) Ekolohichna infrastruktura yak instrument dosiahnennia staloho rozvytku u mistakh [Ecological infrastructure as a tool for sustainable development of cities]. *Heohrafichna osvita i nauka: vyklyky i postup: zb. mater. mizh nar. nauk.-prakt. konf.* Lviv. P. 68–72. [in Ukrainian].
8. Kamianka-Buzka terytorialna hromada [Kamianka-Buzka territorial community]. URL: <https://kbmr.gov.ua/> [in Ukrainian].
9. Karta monitorynhu yakosti atmosferneho povitria (potochnyi stan) [Air quality monitoring map (current state)]. URL: <https://eco-city.org.ua/> [in Ukrainian].

DOI 10.32782/NSER/2023-1-12  
УДК 405.453

## ГЕОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ МОНІТОРИНГУ БАСЕЙНУ РІЧКИ ЗАХІДНИЙ БУГ

**Калько Андрій Дмитрович**

доктор географічних наук, професор,  
професор кафедри туризму та готельно-ресторанної справи  
Національного університету водного господарства та природокористування  
ORCID ID: 0000-0003-4526-5929

**Басюк Тетяна Олександрівна**

кандидат географічних наук, доцент,  
доцент кафедри геології та гідрології  
Національного університету водного господарства та природокористування  
ORCID ID: 0000-0003-2861-0460  
Scopus author ID: 57210221063

*У статті висвітлені географічні передумови необхідності здійснення екологічного моніторингу річки Західний Буг та розглянуто загальну характеристику басейну річки. Зазначено, що річка Західний Буг є транскордонною річкою, басейн якої розташований на території трьох держав: Республіки Польщі, України, Республіки Білорусь. Описано українську частину басейну річки Західний Буг, яка знаходиться у межах адміністративних районів Волинської та Львівської області. Згідно з фізико-географічним районуванням територія української частини басейну річки належить до двох фізико-географічних зон: лісостепової і зоні мішаних лісів. Наголошено, що мережа державного моніторингу якості вод басейну річки Західний Буг складається з тринадцяти затверджених пунктів (створів) спостережень, розташованих на річці та її притоках, а вимірювання показників якості води по пунктах моніторингу проводяться систематично протягом року.*

**Ключові слова:** річка, поверхневі води, басейн, екологічний стан, якість води, класифікація, моніторинг, забруднення.

### **Kalko A. D., Basiuk T. O. Geographical aspects of monitoring of the Western Bug River basin**

*The paper highlights the geographical prerequisites for the need for environmental monitoring of the Western Bug River and considers the general characteristics of the river basin. It is noted that the Western Bug River is a transboundary river, the basin of which is located on the territory of three states: the Republic of Poland, Ukraine, and the Republic of Belarus. The Ukrainian part of the Western Bug River basin, which is located within the administrative districts of Volyn and Lviv regions, is described. According to physical-geographical zoning, the territory of the Ukrainian part of the river basin belongs to two physical-geographical zones: forest-steppe and mixed forest zone. It is emphasized that the network of state water quality monitoring of the Western Bug River basin consists of thirteen approved observation points (forms) located on the river and its tributaries, and measurements of water quality indicators at monitoring points are carried out systematically throughout the year.*

**Key words:** river, surface water, basin, ecological condition, water quality, classification, monitoring, pollution.

Актуальність зумовлена транскордонним розташуванням басейну річки Західний Буг із високим антропогенним (промислово-аграрним) навантаженням на її екосистему та погіршенням якості води. Основними причинами забруднення поверхневих вод є: скид неочищених та не досить очищених комунально-побутових і промислових стічних вод безпосередньо у водні об'єкти через систему міської каналізації; надходження до водних об'єктів забруднюючих речовин у процесі поверхневого стоку води із забудованих територій і сільгоспугідь; ерозія ґрунтів на водозабірній

площі, тощо. Тому необхідним є своєчасне проведення спостережень за якісним станом поверхневих вод басейну річки та виконання аналізу й узагальнення інформації про стан водних об'єктів, прогнозування його змін і розробки науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття відповідних рішень з охорони водних ресурсів.

Дослідженням оцінки водогосподарсько-екологічного стану басейнів річок України займалися такі вчені, як: В. Алексієвський, Л. Бишовець, М. Білявський, В. Жукинський, А. Коненко, О. Кирилук, О. Клименко, А. Огієвський, В. Пеле-

шенко, В. Поліщук, Л. Руденко, В. Романенко, В. Хільчевський, Я. Мольчак, М. Забоклицька, Й. Гриб, А. Яцик, І. Гопчак та ін.

Річка Західний Буг є притокою II порядку р. Вісла, однією з найбільших річок України та єдиною рікою, яка впадає в Балтійське море.

Західний Буг бере свій початок на північних схилах Подільської височини у Колтівській улоговині біля с. Верхобуж Львівської області на висоті 340 м над рівнем моря [1].

Західний Буг – транскордонна річка, басейн якої розташований на території трьох держав: Республіки Польщі (49,2% площі), України (27,4%), Республіки Білорусь (23,4%). Загальна площа басейну – 73 470 км<sup>2</sup>. Довжина – 772 км (у межах України – 404 км). Загальний обсяг річкового стоку в басейні Західного Бугу у середній за водністю рік становить 3885 млн. м<sup>3</sup>, у тому числі в Україні – 1317 млн. м<sup>3</sup>, у Білорусі – 1131 млн. м<sup>3</sup>, у Польщі – 1437 млн. м<sup>3</sup> [1; 3; 5; 6].

Українська частина басейну річки Західний Буг знаходиться у межах двох областей України Волинської та Львівської і межує на південному заході з басейном річки Сан, на півдні – з басейном річки Дністер, на сході – з басейном річки Прип'ять, на півночі – з Республікою Білорусь, на заході – з Республікою Польща [1] (рис. 1).

Загальна площа басейну річки Західний Буг в межах України складає 11205 км<sup>2</sup> (28,4% від загальної площі басейну), в тому числі по Волинській області – 4 619 км<sup>2</sup>, по Львівській області – 6 586 км<sup>2</sup> [1; 2].

Згідно з фізико-географічним районуванням України територія української частини басейну р. Західний Буг знаходиться у двох фізико-географічних зонах: лісостеповій і зоні мішаних лісів (Українське Полісся).

Рельєф басейну Західного Бугу у південній частині легко розчленований, що сприяє перерозподілу елементів клімату і поверхневого стоку, у поліській частині – рівнинний, що сприяє накопиченню поверхневих вод, перезволоженню ґрунтів і формуванню болотної і лісостепової рослинності [3]. Над поверхнею карбонатних відкладів часто зустрічаються карстові форми рельєфу.

У басейні річки Західний Буг добре розвинута гідрологічна мережа та представлені переважно рівнинні річки з високою щільністю річкової сітки (від 0,2 до 1,2 км/км<sup>2</sup>). Середня густота річкової мережі у басейні річки Західний Буг становить 0,35 км/км<sup>2</sup>. Для приток басейну Західного Бугу характерний змішаний тип живлення. Навесні річки поповнюються талими сніговими водами, влітку – дощовими, а весь рік – підземними. Найвищий рівень води в річках спостерігається у березні-квітні під час танення снігу, а також у першій половині літа, коли випадає

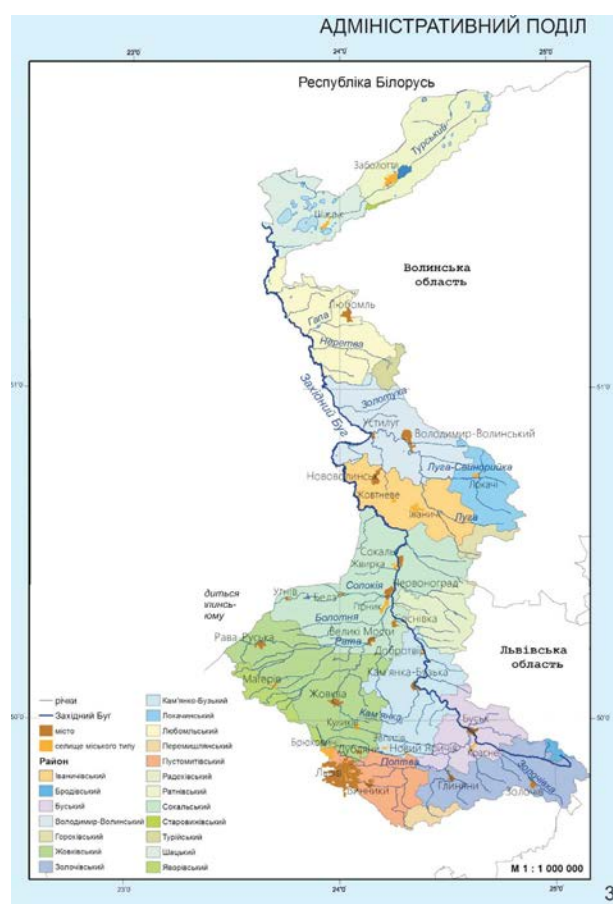


Рис. 1. Адміністративний поділ басейну річки Західний Буг [4]

найбільша кількість опадів. Межінь (найнижчий рівень води) спостерігається у грудні-лютому та серпні-вересні. Швидкість течії річок є неоднаковою, найменша – в поліських областях [5; 7]. Середньорічний поверхневий стік, який формується в межах України, становить 1317 млн. м<sup>3</sup> (табл. 1).

Головними притоками Західного Бугу є: в межах Волинської області – річки Луга (91 км), Луга-Свинорійка (37), Неретва (33), Студянка (27), Золотуха (26) та Стрипа (25); в межах Львівської області – річки Рата (68), Полтва (60), Думний (52), Солокія (50), Яричівський (45). У басейні р. Західний Буг є 82 річки, загальною довжиною 2283,9 км [6] (рис. 2).

Від витoku до м. Устилуг Волинської області річка Західний Буг має передгірській характер, протікає горбистою, пересічною місцевістю. Русло річки досить звивисте, характеризується значною кількістю рукавів, староріч, островів. Ширина річки на території Львівської області змінюється від 10 м вище міста Бузька до 100 м біля Кам'янки-Бузької. Переважаюча ширина річки на відріжку до м. Устилуг становить 40–70 м, нижче – 50–80 м, середня глибина річки до м. Устилуг становить 2–4 м, нижче – до

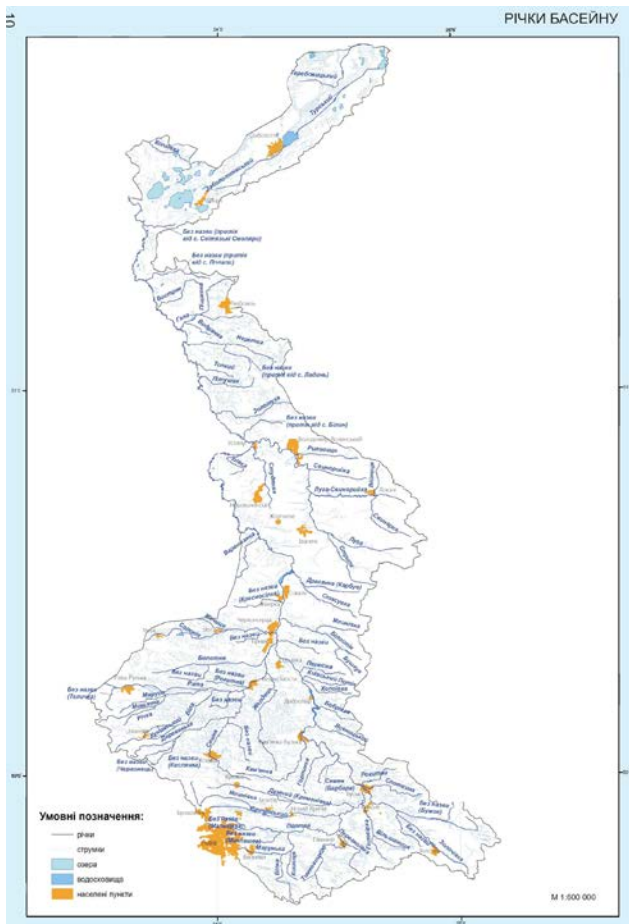


Рис. 2. Річки басейну Західний Буг [4]

6,5 м. Швидкість течії в умовах низьких рівнів 0,3–0,6 м/с [1; 4; 6].

На території басейну розташовані 70 озер, які знаходяться лише у Волинській області. Загальна площа водного дзеркала озер становить 82,97 км<sup>2</sup>, об'єм – 343,34 м<sup>3</sup>. За умовами утворення усі озера поділяються на три типи: льодовикового, річкового походження та озера, пов'язані із давнім та сучасним карстом крейдяних порід. Живлення озер відбувається за рахунок атмосферних опадів і ґрунтових. Озера є важливими на шляху міграції птахів і підлягають охороні Рамсарської конвенції.

Вздовж берегової смуги розташовано 45 населених пунктів. Поверхневі води Західного Бугу для питного водопостачання не використовую-

ються. Запаси та якість підземних вод дозволяють використовувати їх для забезпечення потреб населення у питній воді [5].

Стан поверхневих вод річки Західний Буг значно залежить від негативних впливів, які вони зазнають в процесі водокористування і господарської діяльності на водозборі.

В українській частині басейну Західного Бугу зареєстровано 444 водокористувачі [5], із них з прямими випусками стічних вод – 43, решта здійснюють скиди у загальні міські каналізаційні системи. Серед точкових джерел забруднення 40% становлять підприємства житлово-комунального господарства [8].

Моніторинг якості поверхневих вод в Україні здійснюється за адміністративним принципом. Однак вимоги законодавства Європейського союзу (зокрема, Водна Рамкова Директива ЄС) передбачають басейновий підхід до здійснення моніторингових досліджень [5; 9].

Мережа державного моніторингу якості вод басейну р. Західний Буг складається з 13-ти затверджених пунктів (створів) спостережень, які розташовані на р. Західний Буг та її притоках [5].

Вимірювання показників якості води по пунктах державного моніторингу проводяться систематично протягом року і дані передаються до Держводагентства України (табл. 2, рис. 3). Безпосередньо ведення державного моніторингу поверхневих вод на території басейну р. Західний Буг здійснюють вимірювальні лабораторії, що є структурними підрозділами Волинського та Львівського облводресурсів.

Радіаційний контроль вмісту радіонуклідів в поверхневих водах Західного Бугу здійснюється лабораторіями Волинської гідрогеолого-меліоративної партії (відбір проб), Рівненської (виконання вимірювань) та Львівської гідрогеолого-меліоративних експедицій. Вимірювання показників якості води по пунктах державного моніторингу проводиться періодично (щоквартально) за визначеними параметрами, отримані результати надаються для узагальнення управлінню [5].

Узагальнення отриманої інформації щодо стану поверхневих вод басейну проводиться за допомогою системи «Моніторинг», яка надана

Таблиця 1

Річний стік, який формується у межах басейну р. Західний Буг [1]

Область	Площа водозбору, км <sup>2</sup>	Фактичний за рік	Середній за рік	Маловодні роки	
				75%	95%
Волинська	4619	0,540	0,454	0,302	0,184
Львівська	6586	0,617	0,863	0,640	0,477
Разом	11205	1,157	1,317	0,942	0,661

Таблиця 2

## Мережа затверджених пунктів державного моніторингу якості вод басейну р. Західний Буг [5]

№ з/п	Назва створу	км	Довгота	Широта	Водний об'єкт	Область
1	р. Полтва, с. Кам'янопіль, (після скиду з очисних споруд)	30	24,05	49,30	р. Полтва, ліва притока р. Західний Буг	Львівська
2	м. Кам'янка Бузька	704	24,37	50,1	р. Західний Буг	Львівська
3	Добровірське водосховище, нижній б'єф	689	24,39	50,22	р. Західний Буг	Львівська
4	м. Великі Мости	22	24,14	50,25	р. Рага, ліва притока р. Західний Буг	Львівська
5	м. Сокаль	637	24,27	50,48	р. Західний Буг	Львівська
6	р. Західний Буг, с. Старгород, (вихід р. Західний Буг за межі Львівської області на кордоні з Волинською областю)	632	24,06	50,32	р. Західний Буг	Львівська
7	с. Литовеж	631	24,11	50,37	р. Західний Буг	Волинська
8	с. Амбуків, 500 м нижче впадіння р. Хучва, кордон з Польщею	584	23,58	50,48	р. Західний Буг	Волинська
9	м. Устилуг, 500 м нижче впадіння р. Луга, кордон з Польщею	569	24,08	50,52	р. Західний Буг	Волинська
10	с. П'ятидні	6	24,22	50,87	р. Луга, права притока р. Західний Буг	Волинська
11	р. Гапа (Ягодинка), нижче озера Ягодинське	2	23,51	51,1	р. Гапа (Ягодинка), права притока р. Західний Буг	Волинська
12	с. Забужжя	468	23,69	51,38	р. Західний Буг	Волинська
13	оз. Світязь, с. Світязь	385	23,847	51,498	р. Західний Буг	Волинська

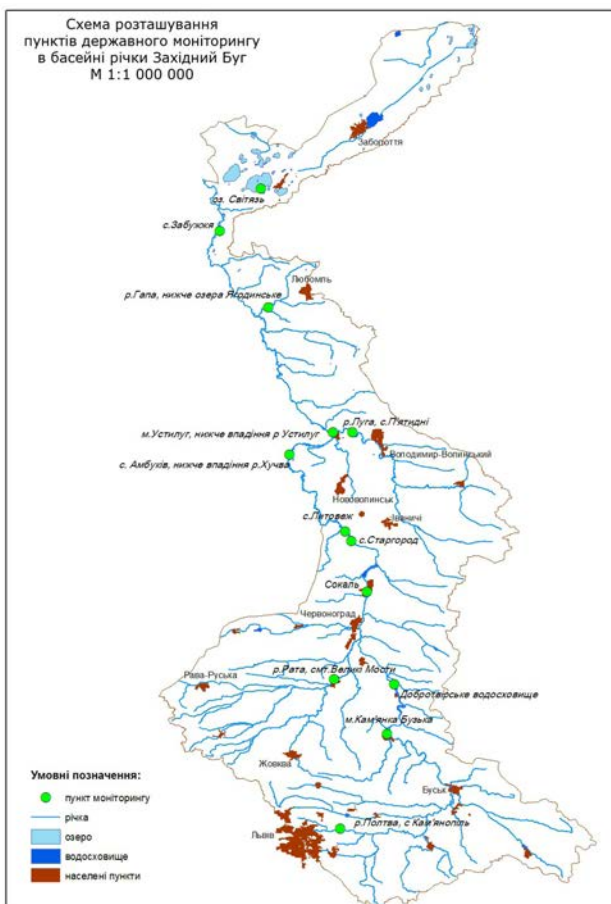


Рис. 3. Схема розташування пунктів державного моніторингу якості вод басейну р. Західний Буг [5]

Держводагентством України і призначена для автоматизації моніторингу якості води, та «Інтегрованої системи підтримки транскордонного моніторингу (ІСПТМ)», яка була розроблена в рамках проекту ТАСІС «Управління басейнами річок Буг, Латориця та Уж».

Охорона водних ресурсів є однією з найбільш складних проблем водного господарства. При плануванні водогосподарських заходів необхідно враховувати загальний характер, тенденції і розміри втручання людини у природні процеси, реально оцінювати та прогнозувати екологічні, економічні і соціальні наслідки.

Адже надмірне забруднення водних ресурсів призвело до прогресуючої евтрофікації та деградації річок, до погіршення якості майже усіх поверхневих вод, що зумовлює погіршення питного водопостачання населення, призводить до виникнення заморів риб та утруднює рекреаційне використання водних об'єктів. Отож, оцінивши екологічний стан річки та визначивши процеси, які відбуваються в річці та у її басейні в змінному через антропогенний вплив стані, можна цілеспрямовано впливати на річку і її басейн для відновлення екологічного благополуччя. Нормування антропогенного навантаження є головною умовою оздоровлення, збереження і відродження річок.

**Література:**

1. Забокрицька М.Р., Хільчевський В.К., Манченко А.П. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України. Київ : Ніка-Центр, 2006. 184 с.
2. Вознюк Н.М. Оцінка екологічного стану української частини басейну ріки Західний Буг : автореф. дис... канд. с.-г. наук; Держ. агрокол. ун-т. Житомир, 2006. 19 с.
3. Khilchevskiy V., Zabokrytska M., Sherstyuk N. Hydrography and hydrochemistry of the transboundary river Western Bug on the territory of Ukraine. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2016. No. 27(2). P. 232–243.
4. Гідроекологічний атлас басейну річки Західний Буг. *Західно-Бузьке басейнове управління водних ресурсів*. Луцьк, 2018. 19 с.
5. Калько А.Д., Басюк Т.О., Гопчак І.В. Узагальнена оцінка якості вод річки Західний Буг в сучасний період. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Природа для води», присвяченої Всесвітньому дню водних ресурсів, 22 березня 2018 р.* Київ : ТОВ ЦП «Компринт», 2018. С. 52–53.
6. Хільчевський В.К., Гребінь В.В., Забокрицька М.Р. Оцінка гідрографічної мережі району річкового басейну Вісли (Західного Бугу та Сану) на території України згідно типології Водної Рамкової Директиви ЄС. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 1(40). С. 29–41.
7. Gopchak I., Basiuk T., Bialyk I. Dynamics of changes in surface water quality indicators of the Western Bug River basin within Ukraine using GIS technologies. *Journal of Water and Land Development*. 2019. No. 42 (VII–IX). P. 67–75.
8. Koynova I., Rozhko I., Blazhko N. Ecological threats to the valley of the Bug river (Lviv region). *Natural Human Environment. Dangers, protection, education: monograph*. Edited by Kazimierz H. Dygus. Warszawa. 2012. P. 55–64.
9. Гопчак І.В., Басюк Т.О. Європейське законодавство у сфері захисту та управління водними ресурсами. *Екологічний менеджмент у загальній системі управління: збірник тез доповідей Тринадцятої щорічної всеукраїнської наукової конференції, 17-18 квітня 2013 р.* Суми : Сумський державний університет, 2013. С. 49–52.

**References:**

1. Zabokritska M., Hilchevski V., Manchenko A. The hydro-ecological state of the Western Bug basin in the territory of Ukraine. Kyiv: Nika Center, 2006. 184 p. [in Ukrainian].
2. Voznyk N. Assessment of the ecological state of the Ukrainian part of the Zachidnyi Bug river basin: Autoref. Dis... Cand. s.-g. sciences; Agroecology Univ. Zhytomyr, 2006. 19 p. [in Ukrainian].
3. Khilchevskiy V., Zabokrytska M., Sherstyuk N. Hydrography and hydrochemistry of the transboundary river Western Bug on the territory of Ukraine. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2016. No. 27 (2), p. 232-243.
4. Hydro-ecological atlas of the Western Bug River Basin. Western Bug basin management of water resources. Lutsk, 2018. 19 p. [in Ukrainian].
5. Kalko A., Basiuk T., Gopchak I., Nikityk D., Mushka G., Melnichuk A. Generalized assessment of the water quality of the Zahidny Bug River in the modern period. *Materials of the International Scientific and Practical Conference "Nature for Water" dedicated to the World Water Resources Day, March 22, 2018*. Kiiiv : Komprint, 2018. p. 52–53. [in Ukrainian].
6. Hilchevski V., Hrebin V., Zabokritska M. Assessment of the hydrographic network of the Vistula river basin (Western Bug and San) on the territory of Ukraine according to the typology of the EU Water Framework Directive. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*. 2016. T.1(40). P. 29-41. [in Ukrainian].
7. Gopchak I., Basiuk T., Bialyk I., Pinchuk O., Gerasimov I. Dynamics of changes in surface water quality indicators of the Western Bug River basin within Ukraine using GIS technologies. *Journal of Water and Land Development*. 2019. No. 42 (VII–IX). P. 67–75.
8. Koynova I., Rozhko I., Blazhko N. Ecological threats to the valley of the Bug river (Lviv region). In: *Natural Human Environment. Dangers, protection, education: monograph*. Edited by Kazimierz H. Dygus. Warszawa, 2012. P. 55-64. [in Ukrainian].
9. Gopchak I., Basiuk T. European legislation in the field of protection and management of water resources. *Ecological management in the general management system: collection of abstracts of reports of the Thirteenth Annual All-Ukrainian Scientific Conference, April 17-18, 2013*. Sumy: Sumy State University, 2013. P. 49–52. [in Ukrainian].

DOI 10.32782/NSER/2023-1-13  
УДК 911.5: 556.55: 338.48

## ЛАНДШАФТНО-ЛІМНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЗЕРА ДОЛЬСЬКЕ ДЛЯ РЕКРЕАЦІЙНИХ ПОТРЕБ

### Мартинюк Віталій Олексійович

кандидат географічних наук, доцент,  
професор кафедри екології, географії та туризму  
Рівненського державного гуманітарного університету  
ORCID ID: 0000-0002-8654-3510;  
Scopus author ID: 56915534000;  
Researcher ID: AAG-1416-2020

### 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

Обґрунтовуються питання рекреаційного потенціалу озер, які можуть слугувати своєрідними туристичними локаціями у розвитку новостворених територіальних громад. Природний регіон Волинське Полісся вважається одним із найбільш заозерених в Україні. Саме тут доцільно розвивати озерну рекреацію. **Мета статті** – розкрити ландшафтну структуру та лімнологічні особливості оз. Дольське для потреб рекреації. Робота ґрунтується на польових лімнологічних дослідженнях 2018–2019 рр. у межах басейну оз. Дольське та частковим використанням фондових матеріалів Київської геолого-розвідувальної експедиції і Турійської санітарно-епідеміологічної станції. У роботі використані **методи** батиметричного картографування озер, загальні лімнологічні методи, геологічного профілювання, ландшафтно-лімнологічні методи, ГІС-картографічного моделювання. **Результати дослідження.** Створено цифрову батиметричну карту оз. Дольське, розраховано основні морфометричні та гідрологічні параметри водойми, виконано стратиграфічний розріз озерних відкладів. Проаналізовано гідрохімічні характеристики озера за трьома блоками показників (сольовим, трофо-сапробіологічним та специфічних показників токсичної дії). Побудовано картографічну модель ландшафтної структури природно-аквального комплексу озера та здійснено його ландшафтометричний аналіз. **Висновки.** Встановлено, що ландшафтно-сукцесійні зміни призвели до зменшення площі акваторії озера на 6,86%. Документально підтверджено карстово-денудаційний генезис озера. Частка площі озера, що зайнята сапропелевими покладами, становить 58,55%. Об'єм сапропелю в озерній улоговині становить 25,24%. Види прибережних аквафації зазнають помітних антропогенних трансформацій від господарської діяльності прилеглих до озера ландшафтних комплексів. Озеро та ландшафтні комплекси водозбору мають сприятливі умови для розвитку різних видів рекреацій.

**Ключові слова:** озеро, рекреація, батиметрична карта, стратиграфічний розріз, природний-аквальний комплекс, аквальна фація, сапропель.

### *Martyniuk V. O., Zubkovych I. V. Landscape and limnological features of Dolske Lake for recreation needs*

The questions of the recreational potential of lakes, which can serve as unique tourist locations in the development of newly created territorial communities, are substantiated. The natural region of Volyn Polissia is noted as one of the most laked in Ukraine. It is appropriate to develop lake recreation here. **The purpose of the article** is to reveal the landscape structure and limnological features of lake Dolske for recreation needs. The work is based on field limnological studies of 2018–2019 within the Dolske lake basin and partially using stock materials from the Kyiv geological and reconnaissance expedition and the Turiya sanitary-epidemiological station. The work uses **methods** of bathymetric mapping of lakes, general limnological methods, geological profiling, landscape-limnological methods, and GIS-cartographic modeling. **Research results.** A digital bathymetric map of Dolske lake has been created, the main morphometric and hydrological parameters of the reservoir were calculated, and a stratigraphic section of the lake sediments was made. The hydrochemical characteristics of the lake were analyzed according to three blocks of indicators (saline, tropho-saprobiological and specific indicators of toxic action). A cartographic model of the landscape structure of the natural-aquatic complex of the lake was built, and its landscape-metric analysis was carried out. **Conclusions.** It was established that the landscape-successional changes led to a

decrease in the area of the lake's water area by 6.86%. The karst-denudation genesis of the lake has been documented. The share of the lake area occupied by sapropel deposits is 58.55%. The volume of sapropel in the lake basin is 25.24%. The types of coastal aquafacies undergo noticeable anthropogenic transformations from the economic activity of landscape complexes adjacent to the lake. The lake and landscape water catchment complexes have favourable conditions for the development of various types of recreation.

**Key words:** lake, recreation, bathymetric map, stratigraphic section, natural-aquatic complex, aquatic facies, sapropel.

**Постановка проблеми.** Зростання рекреаційних потреб суспільства спонукає до розробки туристичних локацій не лише у містах, але й у сільській місцевості. Серед об'єктів туризму Поліського регіону важливе місце посідають озера. Вони можуть слугувати своєрідними туристичними магнітами у розвитку новостворених територіальних громад. Розглядаючи озера з точки зору басейнового підходу, доцільно розробляти комплексні моделі їх природно-господарського використання. Природний регіон Волинське Полісся відзначається чи не найбільшою заозереністю в Україні. Саме тут, на нашу думку, доцільно розвивати озерну рекреацію.

**Аналіз джерел та останніх досліджень.** Проблеми рекреаційного освоєння озер Волинського Полісся досліджуються у роботах Л. Ільїна [6; 7], В. Ковальчука та ін. [9], Д. Каліновського [8], М. Боярин та ін. [2], В. Мартинюка та ін. [14; 15; 16], О. Музиченко та ін. [19], М. Пасічника та ін. [21] та інших учених.

**Мета статті** – розкрити ландшафтну структуру та лімнологічні особливості оз. Дольське для потреб рекреації.

**Матеріали та методи дослідження.** Робота ґрунтується на польових лімнологічних дослідженнях 2018–2019 рр. у межах басейну оз. Дольське та частковим використанням фондових матеріалів Київської ГРЕ і Турійської СЕС.

Методикою дослідження слугували роботи з басейнового природокористування [12; 13; 22], атласного картографування басейнових геосистем [10], батиметричного моделювання та ландшафтного картографування озерно-басейнових систем [11; 17; 18].

Важливою інформацією у дослідженні стали роботи з рекреаційного природокористування Волинської області [25], оцінки атрактивності ландшафтних комплексів регіону [4], аналізу природно-рекреаційного потенціалу адміністративних територій низового рівня [23; 26; 27] та басейнної мережі природно-заповідного фонду р. Турія [20].

Оз. Дольське розташоване у Турійсько-Рожищенському фізико-географічному районі в басейні р. Турія (рис. 1). Воно приурочене до місцевостей зандрових рівнин із зеленомоховими і чорничниковими сосняками з домішкою дрібнолистяних порід на дерново слабо- та середньопідзолистих ґрунтах, частково розораних і забудованих [1].

З адміністративної точки зору водойма територіально належить Турійській селищній громаді Ковельського району Волинської області. Озеро локалізоване у селі під назвою Дольськ; оточене з усіх сторін забудовою та городніми ділянками. Назва озера походить від слова «долина» [5].

Дольське відоме величним палацом з видом на мальовниче озеро, який був закладений наприкінці XVIII ст. Ф. Мошинським (1738–1817), державним і військовим діячем Речі Посполитої. У Дольську була сформована одна з найбільших бібліотек у регіоні, яку на початку XIX ст. Ф. Мошинський передав Кременецькому лицю. Поряд з головною будівлею палацу було приміщення театру. Палац переходив з рук у руки по родинній лінії Мошинських; він проіснував до 1939 р. Навколо палацу був парк площею близько 70 га, де зростали дуби, буки значних розмірів, фруктові сади. В парку були канали і містки, клумби, скульптури у грецькому стилі, саркофаги [3]. Такий короткий історичний екскурс засвідчує, що Дольськ у минулому був доволі привабливим у рекреаційному плані поселенням.

**Результати дослідження.** Озеро Дольське неправильної форми, близької до овальної. Злегка витягнуте з південного сходу на північний захід. Береги озера злегка припідняті. Пояс вищої водної рослинності оточує периферійну зону шириною 10–20 м і представлений рогозом, осокою, очеретом тощо. Північно-західна та північно-східна частини озера заболочені. Панорама акваторії оз. Дольське наведена на рис. 2.

Площа озера, за нашими оцінками, становить 21,18 га. Тут слід уточнити, що площа акваторії озера 19,81 га, тобто на 6,86% менша. Проте на Публічній кадастровій карті України площа водойми подається разом із заболоченою частиною, а не лише водного дзеркала. У 2018 році громада с. Дольськ здійснювала очищення заболоченої частини озера.

Площа водозбору 79,71 га. Водойма стічна, у північно-східній частині від озера прокладений канал. Він функціонує лише у періоди «високої води». Озеро живиться атмосферними опадами та підземними водами з верхньої крейди. Максимальна глибина водойми 17,5 м, середня глибина – 6,6 м. Лімнологічні дослідження показали, що глибини озера різко зростають від двох метрів (рис. 3).





**Рис. 1. Локалізація оз. Дольське на схемі фізико-географічного районування Волинського Полісся**

*Умовні позначення:*

*Підобласть Верхньоприп'ятського Полісся.*

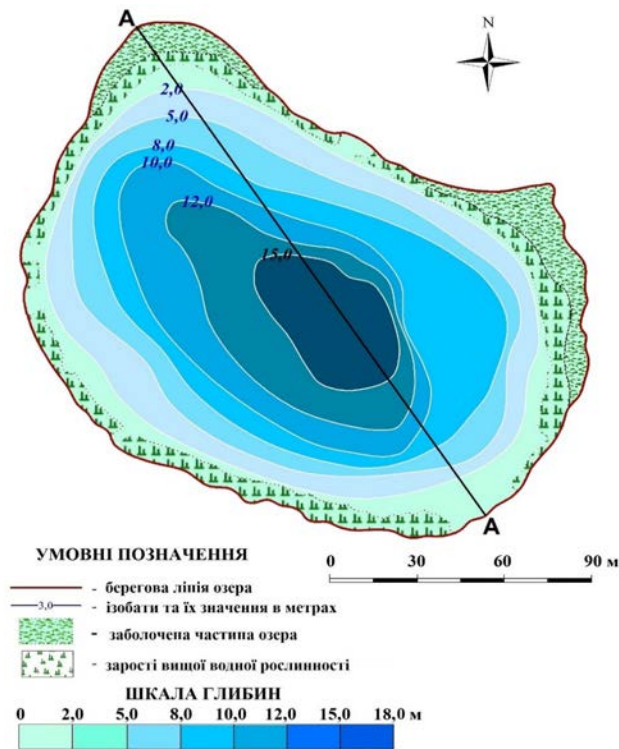
*Фізико-географічні райони: 1. Шацький. 2. Верхньоприп'ятський. 3. Любомльсько-Ковельський. 4. Нижньостирський.*

*Підобласть Буго-Горинського Полісся.*

*Фізико-географічні райони: 5. Маневицько-Володимирецький. 6. Льва-Горинський. 7. Колківсько-Сарненський. 8. Турійсько-Рожищенський. 9. Ківерцівсько-Цуманський. 10. Костопільсько-Березнівський.*



**Рис. 2. Панорама акваторії оз. Дольське (світлина В. Мартинюка, 24.08.2018 р.)**



**Рис. 3. Батиметрична модель оз. Дольське**

Примітка: А-А – схема закладання поздовжнього гідрологічного та стратиграфічного профілю

Довжина озера максимальна – 0,57 км, ширина максимальна – 0,39 км, середня – 0,33 км. Довжина берегової лінії становить 1,63 км. Берегова лінія слабо порізана. Об'єм води озера – 1260,0 тис. м<sup>3</sup> (табл. 1).

Гідрохімічний стан озера за показниками сольового складу відповідає гранично допустимим концентраціям для водойм культурно-побутового і рекреаційного призначення (ГДК<sub>крп</sub>) і нормативам для водойм рибогосподарського призначення (ГДК<sub>рп</sub>).

За категоріями і класами якості вода відповідає I класу (1-а категорія), за винятком хлоридів (II клас, 2-а категорія). Інтегральний індекс за

сольовим блоком становить 1,3. За трофо-сапробіологічними показниками виявлено перевищення ГДК<sub>рп</sub> щодо вмісту нітритів у 41,3 раза, нітратів – у 1,2 раза; незначне перевищення ГДК<sub>крп</sub> стосовно вмісту нітратів. Вода озера за вмістом нітритів, нітратів та фосфору фосфатів відповідає V класу якості води (7-а категорія). Інтегральний індекс за трофо-сапробіологічним блоком 4,6 (III клас, 5-а категорія).

За показниками токсичної дії виявлено значне перевищення ГДК<sub>рп</sub> щодо вмісту в озерній воді феруму в 48,2 раза, мангану – в 1,4 раза, нікелю – в 55 разів, хрому – в 3 рази. Водночас інтегральний індекс за блоком показників токсичної дії 1,0 (I клас, 1-а категорія). Об'єднана екологічна оцінка гідрохімічних показників – 2,3 (табл. 2).

Донні відклади озера представлені піщано-мулистими, мулистими, глинистими відкладами, торфом і сапропелем. Площа, зайнята сапропелем, за матеріалами Київської ГРЕ, становить 12,4 га. Максимальна потужність сапропелю 6,0 м (рис. 4), а середня – 3,43 м. Товща пелогену 0,2–0,3 м.

Запаси сапропелю, за середньої природної вологості 80,43% за категорією С<sub>2</sub>, становлять 425,3 тис. м<sup>3</sup>. У перерахунку на 60% вологість – 226,0 тис. тонн. В озері переважають органо-вапняковий вид сапропелю. Буріння нами у літоральній зоні озера дозволило виявити на глибині 1,2 м глинисті мергелі (рис. 5). Середній вміст оксидів феруму у сапропелі становить 1,28%, кальцію – 13,17%, зольність – 51,0%.

Згідно з методикою [11], озеро розглядається як природний аквальний комплекс (ПАК) рангу складного акваурочища. У ПАК оз. Дольське (рис. 6) ми виокремили літорально-субліторальне акваідурочище площею 8,90 га (42,02%) з чотирма видами аквафацій і 10-ма ландшафтними контурами. Це акваідурочище ускладнене заболоченнями, заростями вищою водною рослинністю, дерев'яними рибальськими кладками довжиною від 5,0 до 15,0 м та мініпірсами. Профундальне акваідурочище площею 12,28 га (57,98%) займає центральну глибоководну частину озерного ложа,

Таблиця 1

**Морфометричні та гідрологічні характеристики оз. Дольське**

*F, га	H <sub>абс.</sub> , м	h <sub>ср.</sub> , м	h <sub>max.</sub> , м	L, км	B <sub>max.</sub> , км	B <sub>ср.</sub> , км	i	K <sub>п.</sub>	K <sub>вод.</sub>
21,18	186,3	5,9	17,5	0,584	0,392	0,363	1,806	0,625	1,609
K <sub>емк.</sub>	K <sub>відк.</sub>	K <sub>гл.</sub>	V <sub>оз.</sub> , тис.м <sup>3</sup>	K	ΔS, км <sup>2</sup>	**W <sub>пр.</sub> , тис.м <sup>3</sup>	a <sub>вод.</sub>	Δa <sub>вод.</sub>	A <sub>ш.</sub> , мм
0,337	0,036	9,899	1260,0	0,265	3,774	100,9	0,080	12,488	1575,00

\*Площа озера (F), абсолютна відмітка рівня води (H<sub>абс.</sub>), глибина середня (h<sub>ср.</sub>) та максимальна (h<sub>max.</sub>), довжина водойми (L), ширина максимальна (B<sub>max.</sub>) та середня (B<sub>ср.</sub>), довжина берегової лінії (l), коефіцієнти – порізаності берегової лінії (K<sub>п.</sub>), видовженості озера (K<sub>відк.</sub>), емкості (K<sub>емк.</sub>), відкритості (K<sub>відк.</sub>), глибинності (K<sub>гл.</sub>), об'єм водних мас (V<sub>оз.</sub>), показник площі (K), питомий водозбір (ΔS), об'єм приточних вод з водозбору (W<sub>пр.</sub>), умовний водообмін (a<sub>вод.</sub>), питома водообмінність (Δa<sub>вод.</sub>), шар акумуляції (A<sub>ш.</sub>).

\*\*Середньорічний модуль стоку, дм<sup>3</sup>/с км<sup>2</sup> – 4,0

Таблиця 2

## Гідрохімічні показники води оз. Дольське

№ з/п	Показник	*ГДК <sub>кпрп</sub>	**ГДК <sub>рпп</sub>	Результати аналізу [24]	Класи і категорії якості води	
					Клас	Категорія
<b>А. Показники сольового складу</b>						
1	Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	≤1000	<300	300	I	1
2	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	350	300	19,5	I	1
3	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	500	100	60,5	II	2
<b>Інтегральний індекс за сольовим блоком I<sub>1</sub>=1,3</b>					I	1
<b>В. Трофо-сапробіологічні показники</b>						
4	pH	6,5-8,5	6,5-8,5	7,2	I	1
5	Нітрити, мгN/дм <sup>3</sup>	3,3	0,08	3,3	V	7
6	Нітрати, мгN/дм <sup>3</sup>	≤45	40	48,0	V	7
7	Фосфор фосфатів, мгP/дм <sup>3</sup>	3,5	2,14	0,42	V	7
8	Розчинений кисень, мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	≥4	≥6	9,8	I	1
<b>Інтегральний індекс за трофо-сапробіологічним блоком I<sub>2</sub>=4,6</b>					III	5
<b>С. Специфічні показники токсичної дії</b>						
9	Ферум, мг Fe/дм <sup>3</sup>	≤0,30	0,005	0,241	I	1
10	Манган, мг Mn/дм <sup>3</sup>	≤0,10	0,01	0,014	I	1
11	Нікель, мг Ni/дм <sup>3</sup>	0,1	0,0002	0,011	I	1
12	Хром <sup>+6</sup> , мг Cr/дм <sup>3</sup>	0,05	0,001	0,003	I	1
<b>Інтегральний індекс за блоком показників токсичної дії I<sub>2</sub>=1,0</b>					I	1
<b>Об'єднана екологічна оцінка гідрохімічних показників I<sub>с</sub>=2,3</b>					II	2

\*ГДК якості поверхневих вод культурно-побутового та рекреаційного призначення, \*\*ГДК для водойм рибогосподарського призначення

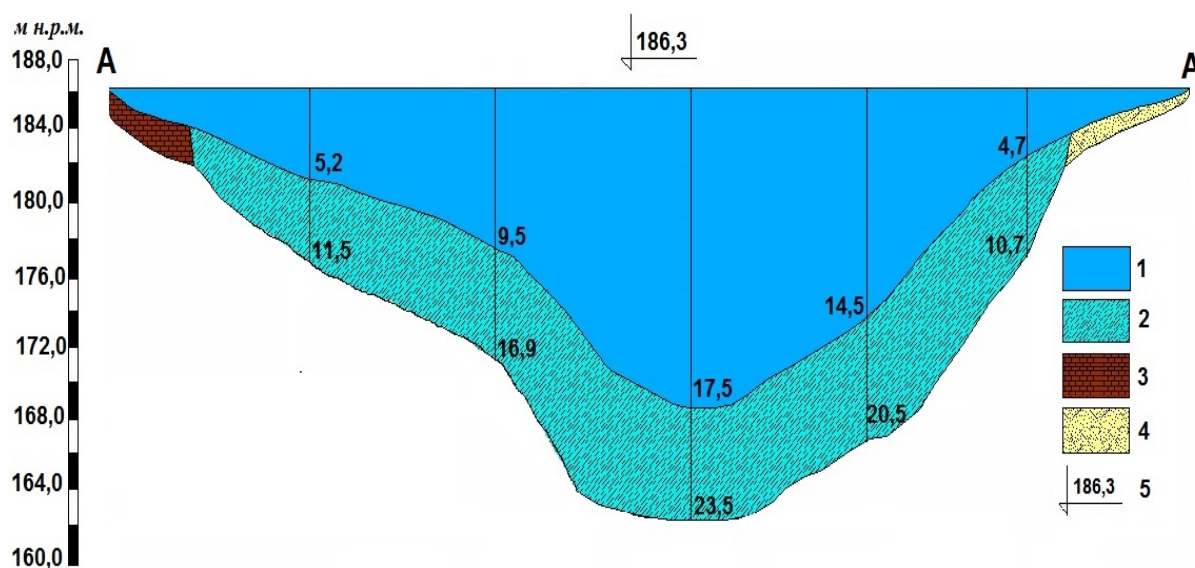


Рис. 4. Співвідношення потужності сапротелю та водного шару оз. Дольське  
Умовні позначення: 1 – вода, 2 – сапротель органічно-вапняковий, 3 – торф, 4 – піски

тут виділено лише два види аквафацій і стільки ж ландшафтних контурів. Середня площа ландшафтних контурів 1,77 га, індекс подрібненості – 0,57, коефіцієнт складності – 6,78, коефіцієнт ландшафтно-роздрібненості – 0,43 (табл. 3).

**I. Літорально-субліторальне акваідурочище на торфі, торф'яно-болотних, піщано-глинис-**

**тих та піщано-мулистих відкладах і органічно-вапняковому сапротелі, що сформувалися на алювіальних пісках із видовим різноманіттям надводних і підводних макрофітів.**

**Аквафації: 1.1.** Мілководні, акумулятивні торф'яні та торф'яно-болотні малопотужні (0,5–1,5 м), осоково-ситниково-рогозово-очеретяні,



Рис. 5. Прояв мергелів у літоральній зоні оз. Дольське (південно-східна частина озера, 1,5 м від берега)

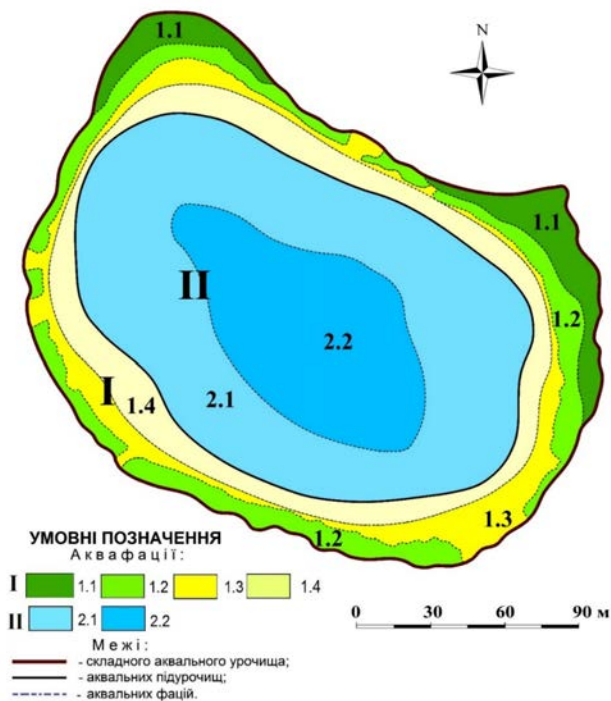


Рис. 6. Ландшафтна структура природно-аквального комплексу оз. Дольське

заливаються водою під час паводків, антропогенно-модифіковані. 1.2. Мілководні, абразійно-аккумулятивні піщано-глинисті та піщано-мулисті малопотужні (0,5–1,5 м), рогово-очеретяні, з однорідним

температурним режимом. 1.3. Мілководні, акумулятивно-транзитні піщано-мулисті малопотужні (0,5–1,8 м), елодейно-рдесниково-водоперицеві, з однорідним температурним режимом. 1.4. Мілководні, транзитно-аккумулятивні орґано-вапняково-сапропелеві мало- та середньопотужні (1,8–2,5 м), елодейно-куширові та нитчастих водоростей, з неоднорідним температурним режимом влітку.

**II. Профундальне аквапідурочище на орґано-вапняковому сапропелі, що підстеляється крейдовими породами, зі збідненням видовим різноманіттям підводної рослинності.**

**Аквафації:** 2.1. Профундальні, акумулятивно-транзитні орґано-вапняково-сапропелеві середньопотужні (2,5–4,0 м), нитчасто-харові та вільноплаваючих водоростей, з чітко вираженою температурною стратифікацією влітку. 2.2. Профундальні, акумулятивні орґано-вапняково-сапропелеві потужні (4,0–6,0 м), зі збідненням видовим різноманіттям підводної рослинності, з чітко вираженою температурною стратифікацією влітку.

**Висновки.** У процесі дослідження встановлено, що ландшафтно-сукцесійні зміни призвели до зменшення площі акваторії озера на 6,86%. Отримані результати батиметричного знімання та геологічного зондування у літоральній частині ПАК документально підтвердили карстово-денудаційний генезис озера. Глибина озерної улоговини, з урахуванням максимальної глибини води та потужності сапропелю, становить 23,5 м. Частка площі озера, що зайнята сапропелевими

Таблиця 3

## Ландшафтометрична характеристика ПАК оз. Дольське

Вид ПАК		Площа виду ПАК (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		8,90		42,02		10	83,33	0,89	1,12	11,24	0,90
	1.1		1,31		6,19						
	1.2		2,38		11,23						
	1.3		2,08		9,82						
	1.4		3,13		14,78						
II		12,28		57,98		2	16,67	6,14	0,16	0,33	0,50
	2.1		8,64		40,79						
	2.2		3,64		17,19						
Усього		21,18	21,18	100,0	100,0	12	100,0	1,77	0,57	6,78	

покладами, становить 58,55%. Об'єм сапропелю в озерній улоговині становить 25,24%. Види аквафацій 1.1 і 1.2 зазнають помітних антропогенних трансформацій від господарської діяльності прилеглих до озера городніх ділянок. Об'єднана екологічна оцінка якості води озера дозволила віднести її до другої категорії та другого класу.

Озеро має добрі передумови для розвитку різних видів рекреацій. Нині водойма використовується для рекреаційного рибальства. Озеро має сприятливі умови для човнярства, катання на катамаранах, взимку – ковзанярського спорту. На базі озера функціонує дитячий табір «Пара-

солька» площею 1,5 га з огороженим пірсом. Дитячий табір може прийняти до 50 осіб відпочиваючих. Господарська діяльність селян Дольська, у тому числі й рекреаційне природокористування, мають бути приведені у відповідність до екологічних нормативів, щоб унеможливити забруднення водойми. Подальші дослідження озера слід спрямувати на вивчення якісного складу сапропелю на предмет використання його у рекреаційній діяльності, а також ведення гідрохімічного моніторингу. Водойма є важливою туристичною локацією для розвитку рекреаційної діяльності в Турійській територіальній громаді.

## Література:

1. Атлас Волинської області. 1991. 42 с.
2. Боярин М.В., Савчук Л.А. Оцінка ступеня придатності озер Турійського району для цілей рекреації. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2015. № 1–2. С. 110–114.
3. Втрачений палац Волині: історія спадкування підземель і багатств маєтку в Дольську. *ВолиньPost*, 2020. URL: <https://www.volynpost.com/news/155782-vtrachenyj-palac-volyni-istoriia-spadkuvannia-pidzemel-i-bagatstv-maetku-v-dolsku>.
4. Hrinasiuk A., Novosad O., Plyn L., Ilyina O., Ierko I. Attractiveness of landscapes of Volyn region (Ukraine): Theory and practice of evaluation. *GeoJournal of Tourism and Geosites*. 2021. 34, 1. p. 56–62. DOI: 10.30892/gtg.34108-619.
5. Dolsk 1.) lub D. Stary, wś, pow. kowelski. *Słownik geograficzny Królestwa Polskiego*. Warszawa : Druk «Wiek», 1881. Т. II. S. 103.
6. Льїн Л.В. Лімнокомплекси Українського Полісся. У 2-х т. Т. 2: Регіональні особливості та оптимізація. Луцьк : РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. 400 с.
7. Льїн Л.В., Мольчак Я.О. Озера Волині: Лімнологічно-географічна характеристика. Луцьк : Надстир'я, 2000. 140 с.
8. Каліновський Д.І. Рекреаційні ресурси озер Волинської області: оцінювання та конструктивно-географічні засади раціонального використання : дис ... канд. геог. наук : 11.00.11. Луцьк, 2014. 243 с.
9. Ковальчук В.В., Мерленко І.М., Федонюк М.А. Проблеми рекреаційного використання карстових озер Волинського Полісся. *Охорона і менеджмент об'єктів неживої природи на заповідних територіях* : матеріали міжнар. наук.-практ. конференції. Гримайлів–Тернопіль : «Джура», 2008. С. 147–152.
10. Ковальчук А.І., Ковальчук І.П. Атласне картографування річково-басейнових систем : монографія. Львів : Простір-М, 2018. 348 с.
11. Kovalchuk I.P., Martyniuk V.A. Methodology and experience of landscape-limnological research into lake-basin systems of Ukraine. *Geography and Natural Resources*. 2015. 36, 3. Pp. 305–312. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1875372815030117>.
12. Kovalchuk I., Martyniuk V., Šeirienė V. The basin-landscape approach to the protection and condition optimization of the lakes of the national parks. *Вісник Харків. нац-го ун-ту імені В.Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2020. Вип. 53. С. 238–253. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-53-18>.
13. Ковальчук І.П., Павловська Т.С. Річково-басейнова система Горині: структура, функціонування, оптимізація : монографія. Волинський національний ун-т ім. Лесі Українки. Луцьк : Вежа, 2008. 240 с.

14. Martynyuk 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. 5. Pp. 115–126.
15. Мартинюк В.О. Гідрографічна оцінка Турійсько-Рожищенського ландшафту (Волинське Полісся) як передумова розвитку водного туризму та рекреації. *Туризм і гостинність: стан, проблеми, перспективи* : матер. IV Міжнар. наук.-практ. конференції (18–19 жовтня 2018 р., м. Черкаси). Черкаси : Вид-ць О.М. Третяков, 2018. С. 46–50.
16. Мартинюк В., Андрійчук С. Ландшафтно-географічна модель рекреаційного природокористування озера Кричевицьке. Збірник матеріалів VIII Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні 2020», 14–15 травня 2020 року, НУБіП України, Київ. Київ : НУБіП України, 2020. С. 190–193.
17. Мартинюк В.О., Андрійчук С.В., Зубкович І.В. Досвід батиметричного моделювання та ландшафтного картографування озер Поліського регіону України. *Scientific developments of Ukraine and EU in the area of natural sciences : collective monograph*. / Editorial board: dr U. Kempinska, dr H. Stepien, dr of Agricultural Sciences, Prof. R.A. Vozhehova. Riga : Izdevnieciba «Baltija Publishing». 2020. P. 2. Pp. 493–520. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-73-0/2.6>.
18. Martyniuk V., Korbutiak V., Hopchak I., Kovalchuk I., Zubkovych I. Methodology for assessing the geoeological state of landscape-lake systems and their cartographic modelling (based on the case study of Lake Bile, Rivne Nature Reserve, Ukraine). Vilnius, 2023. *Baltica*, 36 (1), 13–29. DOI: <https://doi.org/10.5200/baltica.2023.1.2>.
19. Музиченко О.С., Лавринюк З.В. Екологічний стан та використання рекреаційних ресурсів озер Велимче та Сомине Волинської області. *Вісн. Харків. нац. ун-ту ім. В.Н. Каразіна. Серія: Екологія*. 2016. № 15. С. 67–74.
20. Павловська Т.С., Ковальчук І.П., Чижевська Л.Т. Сучасний стан природно-заповідної мережі басейну р. Турія. *Фізична географія та геоморфологія : міжвідомчий науковий збірник*. 2013. 1. С. 44–53.
21. Пасічник М.П., Ільїн Л.В., Хільчевський В.К. Сапропелеві рекреаційно-туристичні ресурси озер Волинської області. Луцьк : Волиньполіграф, 2021. 172 с.
22. Пилипович О.В., Ковальчук І.П. Геоекологія річково-басейнової системи Верхнього Дністра : монографія / за наук. ред. проф. І.П. Ковальчука. Львів–Київ : ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 284 с.
23. Полянський С.В., Чижевська Л.Т., Карпюк З.К., Мельник О.В., Качаровський Р.С., Антипюк О.В. Особливості природно-рекреаційного потенціалу Турійської територіальної громади Волинської області. *Грааль науки*. 2021. № 1. С. 638–648.
24. Річний звіт Турійської СЕС. Турійськ, 2014. 125 с.
25. Черчик Л., Єрко І., Коленда О., Міщенко О. Сучасний стан розвитку туристично-рекреаційного комплексу Волинської області : монографія. Луцьк, 2014. 152 с.
26. Чижевська Л.Т., Дацюк В.О., Поторась О.В. Туристсько-рекреаційні ресурси Ковельського району Волинської області. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Географічні науки*. Луцьк, 2020. № 5(409). С. 126–132.
27. Чир Н.В., Качаровський Р.С., Павлушенко М.О. Оцінка сучасного стану та перспектив модернізації туристичної інфраструктури в умовах розвитку окремих об'єднаних територіальних громад Турійського району Волинської області. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Географічні науки*. 2017. № 9 (358). С. 94–100.

#### References:

1. Atlas Volynskoi oblasti (1991) [Atlas of the Volyn region]. 42 p. [in Ukrainian].
2. Boliaryn M.V., Savchuk L.A. (2015) Otsinka stupenia prydatnosti ozer Turiiskoho raionu dlia tsilei rekreatsii [Assessment of the suitability of lakes Turiysk district for recreational purposes]. *Liudyna ta dovkillia. Problemy neoekolohii*. No. 1–2. Pp. 110–114 [in Ukrainian].
3. Vtrachenyi palats Volyni: istoriia spadkuvannia pidzemel i bahatstv maietku v Dolsku. VolynPost. (2020) [The lost palace of Volyn: the story of the inheritance of the dungeons and wealth of the manor in Dolsk]. URL: <https://www.volynpost.com/news/155782-vtrachenyj-palac-volyni-istoriia-spadkuvannia-pidzemel-i-bagatstv-maietku-v-dolsku> [in Ukrainian].
4. Hrinasiuk A., Novosad O., Ilyin L., Ilyina O., Jerko I. (2021) Attractiveness of landscapes of Volyn region (Ukraine): Theory and practice of evaluation. *GeoJournal of Tourism and Geosites*. 34, 1. Pp. 56–62. DOI: 10.30892/gtg.34108-619.
5. Dolsk. (1881). 1.) lub D. Stary, wś, pow. kowelski. Słownik geograficzny Królestwa Polskiego. Warszawa: Druk «Wiek». T. II. S. 103. [in Polish].
6. Ilin L. V. (2008) Limnokompleksy Ukrainiskoho Polissia: U 2-kh t. T. 2: Rehionalni osoblyvosti ta optymizatsiia [Limnocomplexes of Ukrainian Polesia: monograph: In 2 t. T. 2: Regional features and optimization]. Lutsk: RVV Vezha Volyn. nats. un-tu im. Lesi Ukrainky, 400 p. [in Ukrainian].
7. Ilin L.V., Molchak Ya.O. (2000) Ozera Volyni: Limnoloheoheografichna kharakterystyka [Lakes of Volyn: limnological and geographical characteristics]. Lutsk: Nadstyria, 140 p. [in Ukrainian].
8. Kalinovskiy D.I. (2014) Rekreatsiini resursy ozer Volynskoi oblasti: otsiniuvannia ta konstruktivno-heoheografichni zasady ratsionalnoho vykorystannia [Recreational resources of the lakes of the Volyn region: assessment and constructive and geographical principles of rational use]: dys. ... kand. heoh. nauk: 11.00.11. Lutsk, 243 p. [in Ukrainian].
9. Kovalchuk V.V., Merlenko I.M., Fedoniuk M.A. (2008) Problemy rekreatsiinoho vykorystannia karstovykh ozer Volynskoho Polissia. *Okhorona i menedzhment obektiv nezhyvoi pryrody na zapovidnykh terytoriiakh* [Problems of recreational use of karst lakes of Volyn Polissia. *Protection and management of objects of inanimate nature in protected areas*]. Materialy mizhnar. nauk.-prakt. konferentsii. Hrymailiv–Ternopil: «Dzhura», pp. 147–152. [in Ukrainian].

10. Kovalchuk A.I., Kovalchuk I.P. (2018) Atlasne kartohrafuvannia richkovo-baseinovykh system: monohrafiia [Atlas mapping of river basin systems: monograph]. Lviv: Prostir-M, 348 p. [in Ukrainian].
11. Kovalchuk I.P., Martyniuk V.A. (2015) Methodology and experience of landscape-limnological research into lake-basin systems of Ukraine. *Geography and Natural Resources*. No. 36, 3. Pp. 305–312. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1875372815030117>.
12. Kovalchuk I., Martyniuk V., Šeirienė V. (2020) The basin-landscape approach to the protection and condition optimization of the lakes of the national parks. *Visnyk Kharkiv. nats-ho un-tu imeni V.N. Karazina. Seriiia «Heolohiia. Heohrafiia. Ekolohiia»*. No. 53. Pp. 238–253. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-53-18>.
13. Kovalchuk I.P., Pavlovska T.S. (2008) Richkovo-baseinova systema Horyni: struktura, funktsionuvannia, optymizatsiia: monohrafiia [River basin system of Horyn: structure, functioning, optimization: monograph]. Volynskiyi natsionalnyi un-t im. Lesi Ukrainky. Lutsk: Vezha, 240 p. [in Ukrainian].
14. Martynyuk 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*. No. 5. Pp. 115–126.
15. Martyniuk V.O. (2018) Hidrografichna otsinka Turiisko-Rozhyshchenskoho landshaftu (Volynske Polissia) yak peredumova rozvytku vodnoho turyzmu ta rekreatsii. *Turyzm i hostynnist: stan, problemy, perspektyvy* [Hydrographic assessment of the Turiisk-Rozhyshchen landscape (Volyn Polissia) as a prerequisite for the development of water tourism and recreation. *Tourism and hospitality: state, problems, prospects*]: mater. IV Mizhnar. nauk.-prak. konferentsii (18–19 zhovtnia 2018 r., m. Cherkasy). Cherkasy: Vyd-ts O.M. Tretiakov, pp. 46–50. [in Ukrainian].
16. Martyniuk V., Andriichuk S. (2020) Landshaftno-heohrafichna model rekreatsiinoho pryrodokorystuvannia ozera Krychevytske. *Zbirnyk materialiv VIII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi Internet-konferentsii «Hlobalni ta rehionalni problemy informatyzatsii v suspilstvi i pryrodokorystuvanni '2020»* [Landscape and geographical model of recreational nature use of Krychevytske Lake. Collection of materials of the VIII International scientific and practical Internet conference “Global and regional problems of informatization in society and nature use’2020”], 14–15 travnia 2020 roku, NUBiP Ukrainy, Kyiv. Kyiv: NUBiP Ukrainy, Pp. 190–193. [in Ukrainian].
17. Martyniuk V.O., Andriichuk S.V., Zubkovych I.V. (2020). Dosvid batymetrychnoho modeliuвання ta landshaftnoho kartohrafuvannia ozer Poliskoho rehionu Ukrainy [Experience of bathymetric modeling and landscape mapping of lakes in the Polissia region of Ukraine]. *Scientific developments of Ukraine and EU in the area of natural sciences: Collective monograph* / Editorial board: dr U. Kempinska, dr H. Stepien, dr of Agricultural Sciences, Prof. R.A. Vozhehova. Riga: Izdavniceba «Baltija Publishing». P. 2. Pp. 493–520. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-73-0/2.6> [in Ukrainian].
18. Martyniuk V., Korbutiak V., Hopchak I., Kovalchuk I., Zubkovych I. (2023) Methodology for assessing the geoeological state of landscape-lake systems and their cartographic modelling (based on the case study of Lake Bile, Rivne Nature Reserve, Ukraine). Vilnius, *Baltica*, 36 (1), 13–29. DOI: <https://doi.org/10.5200/baltica.2023.1.2>.
19. Muzychenko O.S., Lavryniuk Z.V. (2016) Ekolohichniy stan ta vykorystannia rekreatsiinykh resursiv ozer Velymche ta Somyne Volynskoi oblasti [Environmental status and use of recreational resources lakes Velymche and Somyne Volyn region]. *Visn. Kharkiv. nats. un-tu im. V.N. Karazina. Seriiia: Ekolohiia*. No. 15. Pp. 67–74. [in Ukrainian].
20. Pavlovska T.S., Kovalchuk I.P., Chyzhevska L.T. (2013). Suchasnyi stan pryrodno-zapovidnoi merezhi baseinu r. Turiia [Modern state of Turia river basin’s natural reserve net]. *Fizychna heohrafiia ta heomorfolohiia: mizhvid. nauk. zb.* No. 1. Pp. 44–53. [in Ukrainian].
21. Pasichnyk M.P., Ilin L.V., Khilchevskiy V.K. (2021) Sapropolevi rekreatsiino-turystychni resursy ozer Volynskoi oblasti [Sapropel recreational and tourist resources of lakes of Volyn region]. Lutsk: Volynpolihraf, 172 p. [in Ukrainian].
22. Pylypovych O.V., Kovalchuk I.P. (2017) Heoekolohiia richkovo-baseinovoii systemy Verkhnoho Dnistra: monohrafiia [Geoecology of the Upper Dniester river-basin system: monograph] / za nauk. red. prof. I.P. Kovalchuka. Lviv–Kyiv: LNU imeni Ivana Franka, 284 p. [in Ukrainian].
23. Polianskyi S.V., Chyzhevska L.T., Karpiuk Z.K., Melnyk O.V., Kacharovskiy R.Ye., Antypiuk O.V. (2021) Osoblyvosti pryrodno-rekreatsiinoho potentsialu Turiiskoi terytorialnoi hromady Volynskoi oblasti [Peculiarities of the natural and recreational potential of the Turiisk territorial community of the Volyn region]. *Hraal nauky*. No. 1. Pp. 638–648. [in Ukrainian].
24. Richnyi zvit Turiiskoi SES. (2014) [Annual report of the Turiisk SES]. Turiisk, 125 p. [in Ukrainian].
25. Cherchyk L., Yerko I., Kolenda O., Mishchenko O. (2014) Suchasnyi stan rozvytku turystychno-rekreatsiinoho kompleksu Volynskoi oblasti: monohrafiia [The current state of development of the tourist and recreational complex of the Volyn region: monograph]. Lutsk, 152 p. [in Ukrainian].
26. Chyzhevska L.T., Datsiuk V.O., Potoras O.V. (2020) Turystsko-rekreatsiini resursy Kovel'skoho raionu Volynskoi oblasti [Tourist and Recreational Resources of Kovel District of Volyn Region]. *Naukovyi visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Seriiia: Heohrafichni nauky*. Lutsk, No. 5(409). Pp. 126–132. [in Ukrainian].
27. Chyr N.V., Kacharovskiy R.Ye., Pavlushenko M.O. (2017) Otsinka suchasnoho stanu ta perspektyv modernizatsii turystychnoi infrastruktury v umovakh rozvytku okremykh obiednanykh terytorialnykh hromad Turiiskoho raionu Volynskoi oblasti [Assessment of the current state and prospects for the modernization of tourist infrastructure in the context of the development of separate united territorial communities of the Turiisk district of the Volyn region]. *Naukovyi visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Seriiia: Heohrafichni nauky*. No. 9 (358). S. 94–100. [in Ukrainian].

Наукове видання

# Природнича освіта та наука

Випуск 1, 2023

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 • Н. С. Кузнєцова

Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman.  
Папір офсет. Цифровий друк. Ум. друк. арк. 11,16.  
Підписано до друку 31.03.2023.  
Зам. № 1123/696. 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.