

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка



СЛОБОЖАНСЬКИЙ НАУКОВИЙ ВІСНИК

Серія: Природничі науки

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Випуск 1, 2024



Видавничий дім
«Гельветика»
2024

Засновник – Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка
Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа: Рішення Національної ради України
з питань телебачення і радіомовлення № 479 від 29.02.2024 року
Фахова реєстрація (категорія «Б»):
Наказ МОН України № 491 від 27 квітня 2023 року (додаток 3);
Наказ МОН України № 768 від 20 червня 2023 року (додаток 3)
Галузь знань: біологія; природничі науки
Спеціальності: 091 – Біологія, 101 – Екологія, 103 – Науки про Землю, 106 – Географія

Друкується згідно з рішенням вченої ради
Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка
(Протокол № 7 від 26.02.2024 р.)

Головний редактор:

Корнус А. О. – кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри загальної та регіональної географії
Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка

Члени редакційної колегії:

Hlebova Miroslava – PhD, доцент кафедри біології Університету св. Кирила і Мефодія в Трнаві, Словачка
республіка

Буц Ю. В. – доктор технічних наук, професор, професор кафедри метрології та безпеки життєдіяльності,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Воровка В. П. – доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри біології людини та екології
Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького

Данильченко О. С. – кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри загальної та регіональної географії
Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка

Кирильчук К. С. – кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри екології та ботаніки Сумського
національного аграрного університету

Кисельов Ю. О. – доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри геодезії, картографії і кадастру
Уманського національного університету садівництва

Ковальчук О. М. – доктор біологічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник Національного
науково-природничого музею НАН України

Корнус О. Г. – кандидат географічних наук, доцент, завідувач кафедри загальної та регіональної географії
Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка

Крайнюк О. В. – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри метрології та безпеки життєдіяльності
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Круподьорова Т. А. – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий
співробітник ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України»

Литвиненко Ю. І. – кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри біології та методики навчання
біології Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка

Ляшенко В. П. – доктор біологічних наук, професор, професор кафедри біології людини, хімії
та методики навчання хімії, Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна, Україна

Сегіда К. Ю. – доктор географічних наук, доцент, професор кафедри соціально-економічної географії
і регіоназнавства факультету геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету
імені В. Н. Каразіна

Скиба О. О. – кандидат біологічних наук, доцент, вчений секретар Сумського державного педагогічного
університету імені А.С. Макаренка

Удалов І. В. – доктор геологічних наук, професор, професор кафедри фундаментальної і прикладної геології
Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

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

ЗМІСТ

1. БІОЛОГІЯ

Вакал Анатолій Петрович, Литвиненко Юлія Іванівна Поширення рідкісних видів судинних рослин у басейні річки Сироватка (Сумська область).....	7
Govorun Oleksandr Volodymyrovych, Firman Lesia Oleksiivna, Lytvynenko Yulia Ivanivna, Orlova-Hudim Kateryna Sergiivna Rare species of fire flies (Lepidoptera, Pyraloidea) of the Hetmanskyi National Nature Park.....	15
Ляшенко Валентина Петрівна, Дуванов Дмитро Сергійович Сучасні дослідження вікових особливостей варіабельності серцевого ритму: теоретичні аспекти.....	25
Ляшенко Валентина Петрівна, Кофан Ірина Миколаївна, Дзюба Тетяна В'ячеславівна Аналіз психофізіологічних показників осіб, які перехворіли на COVID-19.....	33
Ляшенко Валентина Петрівна, Стеценко Сергій Миколайович Особливості варіабельності серцевого ритму на фоні порушення сну та стресових факторів: теоретичний аспект.....	43
Торяник Валентина Миколаївна, Васюк Іван Олексійович Характеристика первинних донорів крові Сумського обласного центру служби крові за еритроцитарними антигенами.....	50

2. ЕКОЛОГІЯ

Власюк Володимир Павлович, Кратюк Олександр Леонідович, Климчук Олександра Олександрівна Чисельність зайця сірого в мисливських угіддях користувачів різних форм господарювання в умовах Житомирщини.....	56
Данильченко Олена Сергіївна, Корнус Анатолій Олександрович, Корнус Олеся Григорівна, Король Олена Миколаївна Оцінка екологічного стану річки Ромен у межах міста Ромни та шляхи її ревіталізації.....	62
Кузнєцов Павло Миколайович, Бєдункова Ольга Олександрівна Дослідження впливу водокористування електростанції на гідрологічний режим річки (на прикладі річки Стир).....	69
Пацева Ірина Григорівна, Кагукіна Анастасія Максимівна Аналіз стану атмосферного повітря міста Житомира	77
Хрутьба Юлія Сергіївна, Пацева Ірина Григорівна, Алпатова Оксана Миколаївна, Хрутьба Ольга Володимирівна, Пацев Ігор Сергійович Концепція GreenPM в управлінні природоохоронними проектами в контексті сталого розвитку.....	82

3. ГЕОГРАФІЯ

Барановський Микола Олександрович, Барановська Ольга Віталіївна Сільські території Сумської області: підходи до ідентифікації, особливості розвитку, типізація.....	89
Кузишин Андрій Васильович, Поплавська Інна Володимирівна, Задворний Сергій Ігорович, Пушкар Богдан Тарасович, Горошко Артем Артурович Особливості просторової диференціації територіальних громад: приклад Тернопільської області.....	97
Рейманн Март, Корнус Олеся Григорівна, Пацюк Вікторія Сергіївна, Венгеська Наталя Сергіївна, Корнус Анатолій Олександрович Перспективи розвитку сільського туризму у прифронтових громадах України.....	105

4. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

Васильєва Ірина Вікторівна

Аналіз різних методів виробництва водню в аспекті надійності й ефективності зменшення викидів.....111

**Войтків Петро Степанович, Мороз Григорій Богданович, Іванов Євген Анатолійович,
Попик Олександра Олександрівна**

Результати агрохімічної оцінки темно-сірих опідзолених оглеєних ґрунтів Вінницького природно-сільськогосподарського району (на прикладі дослідного поля № 27 ПрАТ «Дашківці»)..... 116

**Кошлякова Тетяна Олексіївна, Кураєва Ірина Володимирівна, Верховцев Валентин Геннадійович,
Тищенко Юрій Євгенович**

Еколого-гідрохімічні дослідження південної ділянки Балахівського родовища графіту.....125

Наконечний Юрій Ігорович

Фізико-хімічні властивості ґрунтів долини річки Ставчанка в межах міста Пустомити.....132

CONTENT

1. BIOLOGY

Vakal Anatolii, Lytvynenko Yulia Distribution of rare vascular plant species in the of the Syrovatka River basin (Sumy region).....	7
Govorun Oleksandr Volodymyrovych, Firman Lesia Oleksiivna, Lytvynenko Yulia Ivanivna, Orlova-Hudim Kateryna Sergiivna Rare species of fire flies (lepidoptera, pyraloidea) of the Hetmanskyi National Nature Park.....	15
Liashenko Valentyna, Duvanov Dmytro Modern research on age-related differences in heart rate variability.....	25
Lyashenko Valentyna, Kofan Iryna, Dziuba Tetiana Analysis of psychophysiological parameters of persons who have recovered from COVID-19.....	33
Liashenko Valentyna, Stetsenko Serhii Peculiarities of heart rate variability against the background of sleep disturbance and stress factors: theoretical aspect.....	43
Torianyk Valentyna, Vasyk Ivan Characteristics of the primary donors of the Sumy regional blood service center.....	50

2. ECOLOGY

Vlasiuk Volodymyr, Kratiuk Oleksandr, Klymchuk Oleksandra Population of the European Hare in hunting grounds of users with different forms of management in the conditions of Zhytomyr Region.....	56
Danylchenko Olena, Kornus Anatoly, Kornus Olesia, Korol Olena Assessment of the environmental state of the Romain river within the boundaries of the city of Romny and the roads of its revitalization.....	62
Kuznietsov Pavlo, Biedunkova Olha Investigation of the influence of water use of the power plant on the hydrological regime of the river (on the example of the Styr river).....	69
Patseva Iryna, Kahukina Anastasiia Analysis of the atmospheric air state in the city of Zhytomyr	77
Khrutba Yulia, Patseva Iryna, Alpatova Oksana, Khrutba Olga, Patsev Igor GreenPM concept in the management of nature protection projects in the context of sustainable development.....	82

3. GEOGRAPHY

Baranovskyi Mykola, Baranovska Olga Rural areas of Sumy region: approaches to identification, features of development, typification.....	89
Kuzyshyn Andrii, Poplavska Inna, Zadvornyi Serhii, Pushkar Bogdan, Goroshko Artem Peculiarities of spatial differentiation of territorial communities: the case of Ternopil region.....	97
Reimann Mart, Kornus Olesia, Patsiuk Viktoriia, Venherska Natalia, Kornus Anatolii Prospects for the Development of Rural Tourism in the Frontline Communities of Ukraine.....	105

4. EARTH SCIENCES

Vasilieva Iryna

Analysis of various ways of hydrogen production in terms of reliability and emission reduction efficiency.....111

Voitkiv Petro, Moroz Hryhorii, Ivanov Yevhen, Popyk Oleksandra

Results of agrochemical assessment of dark grey podzolized clayey soils of Vinnytsia natural and agricultural region (based on the example of the experimental field № 27 of PJSC “Dashkivtsi”).....116

Koshliakova Tetiana, Kuraieva Iryna, Verkhovtsev Valentyn, Tyshchenko Yurii

Environmental and hydrochemical research of the Balakhiv graphite deposit southern section.....125

Nakonechnyy Yuriy

Physico-chemical properties of the soils of the Stavchanka river valley in the boundaries of the city of Pustomyty.....132

1. БІОЛОГІЯ

УДК 581.95

DOI <https://doi.org/10.32782/naturalspu/2024.1.1>

ПОШИРЕННЯ РІДКІСНИХ ВИДІВ СУДИННИХ РОСЛИН У БАСЕЙНІ РІЧКИ СИРОВАТКА (СУМСЬКА ОБЛАСТЬ)

Вакал Анатолій Петрович,

кандидат біологічних наук, доцент,

доцент кафедри біології та методики навчання біології

Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка

ORCID ID: 0009-0009-9244-1375

Scopus Author ID: 58573005100

Литвиненко Юлія Іванівна,

кандидат біологічних наук, доцент,

завідувач кафедри біології та методики навчання біології

Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка

ORCID ID: 0000-0001-9095-0437

Scopus Author ID: 57204771998

Web of Science Researcher ID: HKV-8087-2023

Стаття присвячена проблемі вивчення стану популяцій рідкісних видів судинних рослин, які трапляються на території басейну річки Сироватка (Сумська область). Актуальність досліджень зумовлена необхідністю інвентаризації видового складу рідкісних видів рослин, визначення їхнього природоохоронного статусу, що є передумовою охорони та збереження видів. У процесі обстежень території, які проводилися протягом 2001–2021 років, було встановлено, що природні угруповання рослинності на значних площах території були цілком знищені, а на тих, що залишилися, спостерігається збіднення видового та популяційного розмаїття рослин. Необхідно зазначити, що в наш час значна частина території досліджень перебуває в зоні бойових дій, спричинених військовою агресією Росії, що також негативно впливає на екосистеми даного регіону. У процесі проведених досліджень у межах території басейну річки Сироватка виявлено популяції 17 видів рідкісних рослин. Серед них 16 видів занесені до Червоної книги України – *Adonis vernalis* L., *Allium ursinum* L., *Astragalus dasyanthus* Pall., *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó s.l., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz., *Iris pineticola* Klokov, *Fritillaria ruthenica* Wikstr., *Lilium martagon* L., *Listera ovata* (L.) R. Bz., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Platanthera bifolia* (L.) Rich., *Platanthera chlorantha* (Cust.) Rchb., *Pulsatilla patens* (L.) Mill. s.l., *Salix myrtilloides* L., *Stipa capillata* L., *Stipa pennata* L. Два види занесені до Резолюції № 6 Бернської конвенції і два – до Європейського червоного списку тварин і рослин, що опинилися під загрозою зникнення у світовому масштабі. Ці рослини можна віднести до категорії особливо цінних для збереження, що потребують захисту та збалансованого використання як самих видів, так і біоценозів, в умовах яких вони поширені. Проведений аналіз показав, що 12 видів рослин ростуть за межами території об'єктів природно-заповідного фонду. З метою більш гарантованого збереження виявлених у районі дослідження рідкісних видів рослин і вжиття практичних заходів із відтворення їх ресурсів вважаємо доцільним розширити територію заповідних лісових урочищ і перевести їх до категорії ботанічних пам'яток природи місцевого значення.

Ключові слова: рідкісні види, охорона флори, Бернська конвенція, Європейський червоний список, Червона книга України, природно-заповідні території, Лівобережний Лісостеп, Україна.

Vakal Anatolii, Lytvynenko Yulia. Distribution of rare vascular plant species in the of the Syrovatka River basin (Sumy region)

The article is devoted to the problem of studying the state of populations of rare vascular plant species found in the basin of the Sirovatka River (Sumy region). The relevance of research is due to the need to inventory the species composition of rare plant species, to determine their conservation status, which is a prerequisite for the protection and preservation of species. As a result of surveys of the territory, which were carried out during 2001–2021, it was established that natural plant groups on significant areas of the territory were completely destroyed, and on those that remained, there was an impoverishment of plant species and population diversity. It should be noted that nowadays a significant part of the research area is in the zone of hostilities caused by Russia's military aggression, and this has a negative effect on the ecosystems of this region. In the course of the conducted research, populations of 17 species of rare plants were found within the territory of the Syrovatka river basin. Among them, 16 species are listed in the Red Data Book of Ukraine – *Adonis vernalis* L., *Allium ursinum* L., *Astragalus dasyanthus* Pall., *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó s.l., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz., *Iris pineticola* Klokov, *Fritillaria ruthenica* Wikstr., *Lilium martagon* L., *Listera ovata* (L.) R. Bz., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Platanthera bifolia* (L.) Rich., *Platanthera chlorantha* (Cust.) Rchb., *Pulsatilla patens* (L.) Mill. s.l., *Salix myrtilloides* L., *Stipa capillata* L., *Stipa pennata* L. Among them, two species are included in Resolution 6 of the Berne Convention and two – in the European Red List of Vascular Plants. These plants can be attributed to the category of special values for preservation, which require protection and balanced use of both these species themselves and the complex of biocenosis in the territory of their distribution. The conducted analysis showed that 12 species of plants grow outside the territory of the objects of the nature reserve fund. For the purpose of more guaranteed preservation of the rare

species found in the research area and implementation of practical measures to reproduce their resources, we consider it expedient to expand the territories of protected forest tracts and transfer them to the category of botanical natural monuments of local importance.

Key words: rare species, flora protection, Bern Convention, European Red List, Red Data Book of Ukraine, nature reserves, Left Bank Forest-Steppe, Ukraine.

Вступ. У зв'язку із глобальним потеплінням й аридизацією клімату питання поглибленого вивчення природних екосистем і змін, що в них відбуваються, стають усе більш актуальними. Ці процеси мають ланцюговий характер і починаються в лісових екосистемах зі змін у формуванні трав'яно-чагарникового ярусу, а також у прилеглих до лісів водоймах і лучних екосистемах [1, с. 291; 2, с. 412].

Серед основних причин збіднення біологічного розмаїття окремо варто виділити дві: діяльність людини щодо прямого знищення видів чи їх природних оселищ; зникнення деяких видів унаслідок погіршення стану природного середовища, його фрагментації, деградації, надмірної експлуатації, впливу інших інвазійних видів і забруднення [2, с. 414]. Першими на ці зміни реагують найбільш вразливі види. Антропогенного впливу зазнала і територія басейну річки Сироватка, на якій проводилося наше дослідження з пошуку видів судинних рослин, занесених до Червоної книги України. Обстеженнями була охоплена значна територія площею 738 км² [3] у межах Лівобережного Лісостепу України.

Дослідження з пошуку раритетних видів рослин у басейні р. Сироватка розпочалися лише наприкінці ХХ – на початку ХХІ ст. і були спрямовані на забезпечення охорони рідкісних і зникаючих видів. Їхня актуальність була зумовлена зникненням багатьох видів рослин унаслідок антропогенної руйнації їхніх оселищ. Меліоративні роботи, які проводились у 60-х рр. ХХ ст. в заплаві р. Сироватка, та її розорювання призвели до знищення деяких раритетних видів рослин, особливо тих, що біотопічно прив'язані до заплавлених лук і боліт долини річки [4].

Особливої актуальності результати досліджень у басейні р. Сироватка набувають у наш час, після початку повномасштабного російського вторгнення. Через свою близькість до україно-російського кордону природні екосистеми території басейну зазнають постійного прямого чи опосередкованого впливу внаслідок ведення бойових дій, інтенсивних артилерійських обстрілів тощо. Через специфіку впливу пошкоджень зазнають як екосистеми загалом, так і їхні окремі компоненти. Унаслідок цього можуть бути частково зруйновані або цілком знищені оселища раритетних видів, зокрема і судинних рослин.

Для запобігання збідненню та знищенню біорізноманітності передусім необхідно впорядкувати знання про живі організми, їхній видовий склад і ценотичні умови в конкретних регіонах [5, с. 145; 6, с. 45]. Дослідження в басейнах річок Лівобережного Лісостепу України проводилися фрагментарно, на незначних територіях або в окремих локалітетах [7, с. 81]. Багато дослідників в Україні вказують на актуальність інвентаризації видів рослин і визначення їхнього природо-

охоронного статусу, інвентаризації фіторозмаїття на всій території України, визначення локалізації популяцій рослин, особливо раритетних [8, с. 435; 9, с. 103; 10, с. 20; 11, с. 435].

Аналіз наявних наукових публікацій з теми дослідження показав, що вивченість рослинного світу басейну р. Сироватка також має неналежний і фрагментарний характер. Про рослинність території дослідження та знахідки на ній рідкісних і таких, що зникають, видів рослин повідомляється в нечисленних працях Р.В. Бойченка зі співавторами [12, с. 46–49], К.К. Карпенко зі співавторами [4; 5; 13], С.М. Панченка [14, с. 112; 15], В.Г. Скляр зі співавторами [16, с. 7; 17, с. 48], І.Я. Тимочко зі співавторами [18].

Матеріали та методи. Річка Сироватка бере початок на південний схід від села Покровка Сумського району Сумської області і впадає до річки Псел на південний захід від селища Низи. Загальна довжина річки становить 58 км, а площа басейну – 738 км² [3].

Згідно з удосконаленою системою фізико-географічного районування України [19] територія басейну р. Сироватка належить до Тростянецько-Сумського фізико-географічного району Сумської схилово-височинної області Східно-Українського краю Лісостепової зони Східно-Європейської рівнини. У системі геоботанічного районування [20] територія досліджень перебуває в межах Сумського геоботанічного округу кленово-липово-дубових, дубових лісів і лучних степів Середньоруської лісостепової підпровінції Східноєвропейської лісостепової провінції дубових лісів, остепнених лук і лучних степів Лісостепової підобласті Євразійської степової області.

Вивчення розмаїтості та поширення рідкісних видів судинних рослин на території басейну р. Сироватка проводилося шляхом застосування теоретичних і практичних методів. Теоретичні методи базувались на аналізі інформації в наявних наукових літературних джерелах за предметом дослідження [12; 14–18] з подальшою її систематизацією й узагальненням. Практичні методи включали польові дослідження та камеральну обробку даних. Польові експедиційні дослідження проводилися протягом 2001–2021 рр. в основному маршрутно-діагностичним методом. Маршрути прокладалися через усю територію басейну р. Сироватка з метою охоплення всіх характерних для цього району біотопів. Польові дослідження проводилися за такими параметрами, як: установлення загальної кількості охоронюваних видів на ділянках окремого типу середовища, визначення площі ділянок поширення охоронюваних видів і їх локації, кількість ділянок, на яких присутній кожен з охоронюваних видів, і, за можливості, параметри середньої кількості рослин охоронюваного виду на ділянку в межах середовища існування або проєктивного покриття. Під час камеральних досліджень цено-

тичної належності виявлених видів і угруповань рослин була застосована методика геоботанічних описів [21], для чого була використана еколого-фітоценотична класифікація рослинності України [22]. Номенклатуру виявлених видів подано за “Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist” [23]. Для ідентифікації охоронюваних видів рослин були використані дані Резолюції № 6 Бернської конвенції [24, с. 25–28], Європейського червоного списку тварин і рослин, що опинилися під загрозою зникнення у світовому масштабі [25] та Червоної книги України [26].

Результати. Для території басейну р. Сироватка типовими та панівними угрупованнями природної рослинності є дубові, дубово-ясеневі, соснові, вільхові ліси, степи, луки, евтрофні болота.

Нині на правобережжі басейну річки на великих площах розташувались лісові масиви [27], серед яких переважають широколистяно-дубові ліси, що здебільшого представлені угрупованнями формації *Querceta roboris*. Дубові ліси найбільш представлені асоціаціями *Quercetum aegopodiosum (podagrariae)*, *Quercetum caricosum (pilosae)*, *Quercetum stellariosum (holostaeae)*, *Tilieto-Acereto-Quercetum aegopodiosum (podagrariae)*, *Tilieto-Quercetum coryloso (avellanae)-aegopodiosum (podagrariae)*, *Tilieto-Quercetum coryloso-caricosum (pilosae)*, *Tilieto-Quercetum coryloso-stellariosum (holostaeae)*, *Tilieto-Acereto-Quercetum coryloso-caricosum (pilosae)*, *Tilieto-Acereto-Quercetum coryloso-stellariosum (holostaeae)*. На незначних площах трапляються асоціації *Fraxinetum-Tilieto-Quercetum alliosum (ursini)*, *Tilieto-Acereto-Quercetum urticosum (dioicae)*, *Fraxinetum-Quercetum urticosum (dioicae)*, *Quercetum coryloso (avellanae)-pteridiosum (aquilini)* тощо.

Соснові ліси мають штучне походження і представлені угрупованнями формації *Pineta sylvestris*. У даних лісах переважають асоціації *Pinetum calamagrostidosum (epigeioris)*, *Pinetum festucosum (rubrae)*, *Pinetum pteridiosum (aquilini)*, *Pinetum pteridioso-hylocomiosum*. У дубово-соснових лісах переважають асоціації *Querceto-Pinetum coryloso (avellanae)-stellariosum (holostaeae)*, *Querceto-Pinetum pteridioso-calamagrostidosum (epigei)*, *Querceto-Pinetum pteridiosum (aquilini)*, а в липово-дубово-соснових – *Tilieto-Querceto-Pinetum vaccinosum (myrtilli)*.

У заплавах річок трапляються формації *Saliceta albae*, *Alneta glutinosae*, *Populeta tremulae*, а чагарникова рослинність представлена переважно угрупованнями *Saliceta cinerea*, *Saliceta triandrae*.

Степова рослинність збереглася лише на схилах балок, недоступних для розорювання, і найбільші її площі зосереджені на лівобережжі р. Сироватка. Представлена вона здебільшого формаціями *Poa angustifoliae*, *Elytrigietea repens*, *Festuceta valesiacae*, *Calamagrostideta epigeioris*. Дуже рідко трапляються угруповання *Stipeta capillatae* і *Stipeta pennatae*. Більшість степових ділянок перебувають у деградованому стані.

Луки басейну р. Сироватка належать до чотирьох класів формацій: справжніх, остепнених, болотистих і торф'янистих [28]. Вони переважно представ-

лені угрупованнями формацій *Agrostideta stoloniferae*, *Alopecureta pratensis*, *Calamagrostideta epigeioris*, *Festuceta pratensis*, *Festuceta rubrae*, *Phleeta pratensis* і *Poa pratensis*.

Евтрофні болота в басейні р. Сироватка представлені переважно групами формацій *Phragmiteta australis*, *Equiseteta (palustris)-hypneta*, *Glycerieta maxima*, *Cariceta acutiformis* і *Cariceta cespitosis*.

Тип водної рослинності на даній території представлений повітряно-водним і водним класами формацій рослин [29, с. 8]. Найбільш поширеними формаціями повітряно-водної рослинності є *Phragmiteta australis*, *Glycerieta maxima*, *Typheta latifoliae*, *Shoeplecteta lacustris*, *Sagitarieta sagitofoliae*, а водної – *Potamogetoneta pectinati*, *Myriophylleta spicati*, *Elodeeta canadensis*, *Lemneta minoris*, *Spirodeleta polyrrhizae*.

Результатом аналізу матеріалів польових досліджень та ідентифікації їх за допомогою баз даних міжнародних і національних охоронних документів зі збереження дикої природи та біорозмаїття стали відомості про знахідки на території басейну р. Сироватка популяцій 17 видів судинних рослин, серед яких 16 видів включені до Червоної книги України [26], 2 – до Резолюції № 6 Бернської конвенції [24], 2 – до Європейського червоного списку тварин і рослин, що опинилися під загрозою знищення у світовому масштабі [25]. Нижче наводимо характеристики цих видів за охоронним статусом.

Види рослин, включені до Резолюції № 6 Бернської конвенції та Червоної книги України: *Iris pineticola* Klokov та *Pulsatilla patens* (L.) Mill. s.l.

Iris pineticola в Україні трапляється в Лісостепу, зрідка – у північній частині Степу та в долині Сіверського Донця [26, с. 129]. Небагаточисленну популяцію даного виду між с. Верхня Сироватка та с. Новоселиця було описано у 2021 р. В.Г. Скляр зі співавторами [17, с. 48]. Два локалітети *Iris pineticola* загальною площею 13 м² були знайдені в південній і східній частинах соснового лісу серед трав'яного ярусу з домінуванням *Poa nemoralis* L. (проективне покриття до 30%) та *Carex hirta* L.

Pulsatilla patens в Україні поширений на Поліссі, у Лісостепу та Північному Степу [26, с. 565]. У районі досліджень розсіяно трапляється по всій території на дерново-підзолистих ґрунтах у середньовікових і старих соснових, сосново-дубових лісах. У процесі наших польових досліджень вид виявлений у степовій балці правого берега р. Велика Войкова, між с. Великий Бобрик і Глибне, на площі 0,04 га у кількості понад 200 екземплярів.

На території досліджень трапляється один вид рослин, який занесений до Європейського червоного списку та Червоної книги України – *Astragalus dasyanthus* Pall. На території України вид трапляється в Лісостепу, у Степу та Криму (рідко) у складі лучно-степових і петрофітно-степових фітоценозів. Ростає на степових схилах, переважно балочних систем і долин річок [26, с. 438]. У басейні р. Сироватка нами виявлений у степовій балці на захід від с. Таратутине на площі 0,005 га у кількості 7 екземплярів.

На території досліджень також трапляється *Crataegus ucrainica* Pojark., який включений до Європейського червоного списку. Вид зростає на території ландшафтного заказника місцевого значення «Красно-

пільський», розташованого на південно-східній околиці селища Краснопілля [12, с. 48].

Інформацію про наступні 13 видів судинних рослин, включених до Червоної книги України, які були вияв-

Таблиця 1

Характеристика включених до Червоної книги України видів судинних рослин і їх локусів у басейні р. Сироватка

Місця локалізації виду в Україні	Характеристики середовища локусів виду	Місця знахідок виду в басейні р. Сироватка	Площа знайдених локусів
1	2	3	4
<i>Adonis vernalis</i> L.			
Лісостепові та степові райони, зрідка – на степових схилах в Розточчі- Опілля	1. Асоціація <i>Stipetum (capillatae) festucosum (valesiacae)</i> . 2. Асоціація <i>Elytrigietum (repentis) poosum (angustifoliae)</i> .	1. Схили балок у районі р. Рублена між с. Глибне, Думівка та Великий Бобрик. 2. Система балок західніше с. Таратутине.	1. Сумарно на площі 10,0 га, понад 1 000 екземплярів. 2. На площі приблизно 2,0 га, майже 300 екземплярів.
<i>Allium ursinum</i> L.			
Карпати, Полісся, Лісостеп, північно-східна частина Степу	1. Дубовий ліс, асоціація <i>Fraxineto-Tilieto-Quercetum alliosum (ursini)-urticosum (dioicae)</i> . 2. Дубовий ліс, асоціація <i>Tilieto-Acereto-Quercetum alliosum (ursini)</i> . 3. Дубовий ліс, асоціація <i>Querceto-Tilieto- Aceretum alliosum (ursini)</i> .	1. Верхньо-Сироватське лісництво, кв. 77. 2. Південно-східна околиця с. Думівка, ДП «Краснопільський агролісгосп», кв. 17. 3. Ландшафтний заказник «Образ», Велико-Бобрицьке лісництво, кв. 37.	1. 0,5 га із проєктивним покриттям від 10–20 до 60–70%. 2. 0,4 га із проєктивним покриттям 10–20%. 3. 0,01 га із проєктивним покриттям до 70%.
<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soó s.l.			
Карпати, лісова зона, Лісостеп, гірський Крим, зрідка Степ	1. Торф'янисті луки, формація <i>Cariceta cespitosis</i> . 2. Торф'янисті луки, формація <i>Cariceta acutiformis</i> .	1. Північно-західна околиця с. Глибне (між с. Глибне та Хвойне) у заплаві р. Сироватка. 2. Заплава р. Сироватка, на захід від с. Верхня Сироватка.	1. 0,1 га, приблизно 100 генеративних рослин. 2. 0,05 га, приблизно 20 екземплярів.
<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz			
Карпати, лісова, лісостепова, степова зони (у лісах долин великих річок)	1. Старий дубовий ліс, асоціація <i>Quercetum aegopodiosum (podagrariae)</i> . 2. Дубовий ліс, асоціація <i>Quercetum coryloso(avellanae)-caricosum (pilosae)</i> .	1. Заповідне урочище «Глибнянське», Верхньо-Сироватське лісництво, кв. 74. 2. Ново-Дмитрівське лісництво, кв. 28.	1. 0,04 га, 25 екземплярів. 2. Розсіяно на площі 0,1 га, 27 екземплярів.
<i>Fritillaria ruthenica</i> Wikstr.			
Розсіяно в лісостеповій і степовій зонах.	Листяний ліс, асоціація <i>Tilieto-Quercetum coryloso-stellariosum (holosteaе)</i> .	У долині притоки р. Сироватка між с. Думівка та Глибне.	0,02 га, 8 екземплярів.
<i>Lilium martagon</i> L.			
Карпати, Закарпаття, Розточчя, Опілля, Полісся, Лісостеп.	1. Освітлена ділянка дубового лісу, асоціація <i>Tilieto-Quercetum stellariosum (holosteaе)</i> . 2. Освітлена ділянка дубового лісу, асоціація <i>Tilieto-Quercetum stellariosum (holosteaе)</i> . 3. Старий листяний ліс, асоціація <i>Tilieto-Quercetum coryloso-stellariosum (holosteaе)</i> .	1. Велико-Бобрицьке лісництво, уздовж просіки між кв. 45 і 46. 2. Верхньо-Сироватське лісництво, уздовж просіки між кв. 76 і 78. 3. Заповідне урочище «Глибнянське», Верхньо-Сироватське лісництво, кв. 74.	1. 0,02 га, 32 екземпляри. 2. 0,5 га, приблизно 50 екземплярів. 3. 0,1 га, 11 екземплярів.
<i>Listera ovata</i> (L.) R.Br.			
На більшій частині території України	Волога діброва, асоціація <i>Fraxineto-Quercetum urticosum (dioicae)</i> .	Верхньо-Сироватське лісництво, кв. 77.	0,05 га, 3 екземпляри.
<i>Neottia nidus-avis</i> (L.) Rich.			
Карпати, Закарпаття, Полісся, Лісостеп, Північний Степ, гірський Крим.	1. Старий дубовий ліс, асоціація <i>Tilieto-Quercetum stellariosum (holosteaе)</i> . 2. Листяний ліс, асоціація <i>Querceto- Tilieto-Aceretum. coryloso-stellariosum (holosteaе)</i> .	1. Урочище «Глибнянське», Верхньо-Сироватське лісництво, кв. 74. 2. Ландшафтний заказник «Образ», Велико-Бобрицьке лісництво, кв. 37.	1. Розсіяно на площі 0,05 га, 20 екземплярів. 2. 0,01 га.

<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.			
1	2	3	4
Карпати, Передкарпаття, Розточчя, Опілля, Полісся, зрідка Лісостеп і Степ.	1. Дубовий ліс, асоціація <i>Tilieto-Quercetum stellariosum</i> (holosteae). 2. Дубовий ліс, асоціація <i>Tilieto-Quercetum pteridiosum</i> (aquilini). 3. Дубовий ліс, асоціація <i>Tilieto-Quercetum pteridiosum</i> (aquilini). 4. Дубовий ліс, асоціація <i>Quercetum pteridiosum</i> (aquilini).	1. 3 км на північ від станції Корчаківка, Краснопілське лісництво, кв. 43. 2. Краснопілське лісництво, кв. 77. 3. Краснопілське лісництво, кв. 69. 4. Краснопілське лісництво, кв. 79.	1. Розсіяно на площі 0,3 га, сумарно приблизно 30 екземплярів. 2. 0,01 га, 7 екземплярів. 3. 0,01 га, 4 екземпляри. 4. 0,01 га, 20 екземплярів.
<i>Platanthera chlorantha</i> (Cust.) Rchb.			
Карпати, Розточчя, Опілля, Полісся, Лісостеп, зрідка – Степ.	Дубовий ліс, асоціація <i>Tilieto-Quercetum stellariosum</i> (holosteae).	Велико-Бобрицьке лісництво, кв. 45.	0,05 га, бприлизно 50 екземплярів.
<i>Salix myrtilloides</i> L.			
Полісся, Прикарпаття, зрідка – у лісостепових районах.	Болото, формація <i>Cariceta-sphagneta</i> .	Борова тераса р. Сироватка, Верхньо-Сироватське лісництво, кв. 73.	0,2 га, 15 екземплярів.
<i>Stipa capillata</i> L.			
Лісостеп, Степ, звичайний у Криму, іноді на півдні Полісся та Прикарпатті.	Асоціація <i>Stipetum (capillatae) festucosum</i> (valesiacae).	1. На правому березі р. Рублена між с. Думівка та Глибне.	1. 3,1 га, понад 50 000 екземплярів.
<i>Stipa pennata</i> L.			
Волино-Подільська височина, Лісостеп, Степ.	1. Асоціація <i>Stipetum (pennatae) festucosum</i> (valesiacae). 2. Асоціація <i>Stipetum (pennatae) poosum</i> (angustifoliae).	1. Південна околиця с. Глибне. 2. На правому березі р. Рублена між с. Думівка та Глибне.	1. 0,05 га, 50 екземплярів. 2. 1,5 га, понад 1 000 екземплярів.

лені нами під час польових досліджень на території басейну р. Сироватка, наведено в таблиці.

У басейні р. Сироватка також виявлені рослинні угруповання, які потребують особливої охорони та занесені до Зеленої книги України [30], а саме формації *Stipeta capillatae*, *Stipeta pennatae* і *Nupharea luteae*.

Знахідки на території басейну р. Сироватка нових локусів рідкісних видів рослин дозволять у подальшому здійснювати просторовий моніторинг популяцій цих видів, організовувати інформаційно-роз'яснювальну роботу щодо їх збереження та проводити заходи із забезпечення режимів їх охорони.

Висновки. У басейні р. Сироватка в результаті антропогенної деградації екосистем, порушення їхнього гідрологічного режиму, надмірного розорювання земель, знеліснення та фрагментації лісів найбільш вразливими виявились види рослин, виживання яких більшою мірою залежить не тільки від зміни абіотичних чинників навколишнього середовища, а й від складу устале-

них ценозів. Дослідження фіторозмаїття та поширення рідкісних видів судинних рослин на території басейну річки дозволило встановити й охарактеризувати локуси для 17 таких видів.

Аналіз стану охорони рідкісних видів рослин басейну р. Сироватка засвідчив, що із 16 видів, занесених до Червоної книги України, 12 видів ростуть за межами природно-заповідних територій, що вказує на необхідність створення нових об'єктів природно-заповідного фонду. З метою гарантованого збереження виявлених у районі дослідження червонокнижних видів рослин і здійснення практичних заходів із відтворення їхніх ресурсів вважаємо доцільним ужиття таких природоохоронних заходів: розширення територій наявних заповідних лісових урочищ і переведення їх до категорії ботанічних пам'яток природи місцевого значення; створення заказників місцевого значення на берегах р. Рублена між с. Глибне, Думівка та Великий Бобрик.

Література:

1. Protected species in grassland habitats of Ukraine / O.O. Chusova et al. *Український ботанічний журнал*. 2022. Т. 79. № 5. С. 290–307. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.05.290>.
2. Trends in the transformation of plant ontogenesis under global climate warming / I. Kovalenko et al. *Agrartheadus: Journal of Agricultural Science*. 2022. Vol. 33. № 2. Р. 410–417. <https://doi.org/10.15159/jas.22.27>.
3. Малі річки України : довідник / за ред. А.В. Яценка. Київ : Урожай, 1991. 296 с.
4. Сфагнове болото на надзаплавній терасі р. Сироватка у Краснопілському районі Сумської області / К.К. Карпенко та ін. *Матеріали наукової конференції за підсумками науково-дослідної й науково-методичної роботи кафедр Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка*. Суми : СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2007. С. 240.
5. Поширення, стан збереження та рекомендації щодо охорони рідкісних і зникаючих видів рослин у басейні р. Псел на території Сумського та Краснопілського районів Сумської області / К.К. Карпенко та ін. *Екологічні*

дослідження річкових басейнів Лівобережної України : збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції. Суми : СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2002. С. 144–149.

6. Kovalenko I.M. Forest ecosystems of the North-East of Ukraine in the context of global and regional antropogenesis. *Effects of pollution and climate change on the ecosystem components* / ed. Y.V. Lykholat. Praha : Oktan Print, 2021. P. 40–69. <https://doi.org/10.46489/EOPACC-1204211>.

7. Forest species diversity in river watersheds of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine / O. Bondar et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11. Issue 3. P. 79–85. https://doi.org/10.15421/2021_146.

8. Буджак В.В., Дідух Я.П. Синфітоіндикаційна оцінка оселищ рослин Червоної книги України та ризиків їхніх втрат під впливом кліматогенних змін. Геоботаніка, екологія, охорона рослинного світу. *Український ботанічний журнал*. 2020. Т. 77. № 6. С. 434–453. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj77.06.434>.

9. Structure of some rare flora species populations in conditions of Volhynian Upland / I.P. Lohvynenko et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9. Issue 1. P. 102–114.

10. Методичні підходи та ідентифікація територій із особливими цінностями для збереження (у східній частині лісів Сумської області) / Є.О. Кременецька та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2021. Т. 44 (2). С. 19–32. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.3>.

11. Сучасні тенденції динаміки раритетних фітоценозів України та зміна парадигми абсолютної заповідності / П.М. Устименко та ін. *Український ботанічний журнал*. 2019. Т. 76. № 5. С. 434–444. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj76.05.434>.

12. Природничо-заповідний фонд Сумської області : атлас-довідник / уклад. : Р.В. Бойченко та ін. Київ : ТОВ «Українська картографічна група», 2019. 96 с.

13. Рослини, занесені до Червоної книги України, що виявлені на території Сумської області / К.К. Карпенко та ін. *Стан природного середовища та проблеми його охорони на Сумщині*. Кн. 5. Суми : Джерело, 2001. С. 7–43.

14. Панченко С.М. Синузії весняних ефемероїдів у лісах околиць м. Суми. *Вакаліщина: до 40-річчя біологічного стаціонару Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка* : збірник наукових праць. Суми : СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2008. С. 111–119.

15. Панченко С.М., Іванець В.Ю. 50 рідкісних рослин Сумщини : атлас-довідник. Чернівці, 2019. 64 с.

16. Скляр В.Г., Скляр Ю.Л. Характеристика урочища «Образ» як перспективної для заповідання території. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2011. Вип. 4 (21). С. 5–8.

17. Вивчення фіторізноманіття долини річки Сироватка з перспективою використання її природних комплексів в екологічному туризмі / В.Г. Скляр та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2021. Вип. 45 (3). С. 45–51. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.3.6>.

18. Ecological and coenotic features of the Syrovatka river basin in the Emerald network of the Sumy region, Ukraine / I.Ya. Tymochko et al. *Environmental & Socio-economic Studies*. 2022. Vol. 10 (3). P. 12–21. <https://doi.org/10.2478/environ-2022-0013>.

19. Удосконалена схема фізико-географічного районування України / О.М. Маринич та ін. *Український географічний журнал*. 2003. № 1. С. 16–20.

20. Дідух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Геоботанічне районування України та суміжних територій. *Український ботанічний журнал*. 2003. Т. 60. № 1. С. 6–17.

21. Геоботаніка: методичні аспекти досліджень : навчальний посібник / Б.Є. Якубенко та ін. Київ : Ліра-К, 2018. 316 с.

22. Продромус рослинності України / Д.В. Дубина та ін. ; НАН України, Ін-т ботаніки ім. М.Г. Холодного. Київ : Наукова думка, 2019. 782 с.

23. Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Vascular Plants of Ukraine. A Nomenclatural Checklist. Kyiv : M.G. Kholodny Institute of Botany, 1999. 345 p.

24. Судинні рослини Смарагдової мережі України під охороною Бернської конвенції / кол. авт. ; за ред. В.А. Соломахи. Київ, 2016. 152 с.

25. European Red List of Vascular Plants / M. Bilz et al. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2011. 130 p. <https://doi.org/10.2779/8515>.

26. Червона книга України. Рослинний світ / за заг. ред. Я.П. Дідуха. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.

27. Шахова В.О., Вакал А.П. Лісова рослинність території басейну р. Сироватка. *Природнича освіта і наука для сталого розвитку України: проблеми і перспективи* : матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Глухів : Глухівський НПУ ім. О. Довженка, 2023. С. 200–202.

28. Класифікація рослинності Української РСР / Д.Я. Афанасьєв та ін. *Український ботанічний журнал*. 1956. Т. 13. № 4. С. 63–82.

29. Дубина Д.В. Класифікація вищої водної рослинності України: стан та перспективи. *Український фітоценологічний збірник*. Вип. 3. Серія А. Київ : Фітосоціоцентр, 1996. С. 6–14.

30. Зелена книга України / за заг. ред. Я.П. Дідуха. Київ : Альтерпрес, 2009. 448 с.

References:

1. Chusova, O.O., Shyriaieva, D.V., Budzhak, V.V., Chorney, I.I., Dziuba, T.P., Iemelianova, S.M., Kucher, O.O., Moysiienko, I.I., Tokariuk, A.I., Vasheniak, Iu.A., Vynokurov, D.S., Boyko, M.F., Khodosovtsev, O.Ye., Kuzemko, A.A. (2022). Protected species in grassland habitats of Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, Vol. 79 (5), pp. 290–307. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.05.290>.

2. Kovalenko, I., Butenko, S., Zhezhkun, A., Porokhniach, I., Abduraimov, O., Klymenko, H. (2022). Trends in the transformation of plant ontogenesis under global climate warming. *Agrarteasus: Journal of Agricultural Science*, Vol. 33 (2), pp. 410–417. <https://doi.org/10.15159/jas.22.27>.
3. Mali richky Ukrayiny: dovidnyk (1991) [Small rivers of Ukraine: handbook] / Ed. A.V. Yatsyk. Kyiv: Urozhay, 296 p. [in Ukrainian].
4. Karpenko, K.K., Rodinka, O.S., Budnyk, S.A., Vakal, A.P. (2007). Sfahnove boloto na nadzaplavnyi terasi r. Syrovatka v Krasnopil's'komu rayoni Sums'koyi oblasti [Sphagnum bog on the floodplain terrace of the Syrovatka River in the Krasnopil District of the Sumy Region]. *Materials of the scientific conference based on the results of research and scientific-methodical work of the departments of the Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko*. Sumy, P. 240 [in Ukrainian].
5. Karpenko, K.K., Rodinka, O.S., Vakal A.P., Kovtun, V.A. (2002). Poshyrennya, stan zberezhenya ta rekomendatsiyi shchodo okhorony ridkisykh i znykayuchykh vydiv roslyn u baseyni r. Psel na terytoriyi Sums'koho ta Krasnopil's'koho rayoniv Sums'koyi oblasti [Distribution, state of conservation and recommendations for the protection of rare and endangered plant species in the basin of the Psel River in the territory of Sumy and Krasnopil districts of Sumy region]. *Ecological studies of river basins of the Left Bank of Ukraine: a collection of scientific works*. Sumy, pp. 144–149 [in Ukrainian].
6. Kovalenko, I.M. (2021). Forest ecosystems of the North-East of Ukraine in the context of global and regional antropogenesis. *Effects of pollution and climate change on the ecosystem components* / Ed. Y.V. Lykholat. Praha: Oktan Print, pp. 40–69. <https://doi.org/10.46489/EOPACC-1204211>.
7. Bondar, O., Adamenko, O., Korobkova, H., Hryn, Y., Tsytsiura, N., Zaiarna, O., Halahan, O., Chalaya, O., Pavlushenko, Ye., Stankevych, S., Matsyura, A. (2021). Forest species diversity in river watersheds of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, Vol. 11 (3). pp. 79–85. https://doi.org/10.15421/2021_146.
8. Budzhak, V.V., Didukh, Ya.P. (2020). Synfitoindykatsiyna otsinka oselyshch roslyn Chervonoyi knyhy Ukrayiny ta ryzykiv yikhnikh vtrat pid vplyvom klimatohehnykh zmin. Heobotanika, ekolohiia, okhorona roslynnoho svitu [Synphytoindication evaluation of habitats of plant species listed in the Red Data Book of Ukraine and habitat risk assessment under the impact of climate change]. *Ukrainian Botanical Journal*, Vol. 77 (6), pp. 434–453 [in Ukrainian].
9. Lohvynenko, I.P., Lyko, S.M., Trochymchuk, I.M., Portukhay, O.I., Glinska, S.O. (2019). Structure of some rare flora species populations in conditions of Volhynian Upland. *Ukrainian Journal of Ecology*. Vol. 9, Issue 1, pp. 102–114.
10. Kremenetska, Ye.O., Holub, M.G., Cherepovsky, M.V. (2022). Metodychni pidkhody ta identyfikatsiya terytoriy iz osoblyvymy tsinnostyamy dlya zberezhenya (u skhidniy chastyni lisiv Sums'koyi oblasti) [Methodological approaches and identification of high conservation value areas (in the eastern part of Sumy region forests)]. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*, Vol. 44 (2), 19–32 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.3>.
11. Ustyomenko, P.M., Popovych, S.Yu., Dubyna, D.V. (2019). Suchasni tendentsiyi dynamiky rarytetnykh fitotsenoziv Ukrayiny ta zmina paradyhm absolyutnoyi zapovidnosti [Current trends in the dynamics of rare phytocoenoses in Ukraine and modification of the concept of absolute conservation]. *Ukrainian Botanical Journal*, 76 (5): 434–444 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj76.05.434>.
12. Pryrodnycho-zapovidnyy fond Sums'koyi oblasti. Atlas-dovidnyk (2019) [Nature Reserve Fund of Sumy region: Atlas-reference book] / Ed. R.V. Boychenko, V.V. Vertel, O.Yu. Karlyukova et al. Kyiv: TOV “Ukrayins’ka Kartohrafichna Hrupa”, 96 p. [in Ukrainian].
13. Karpenko, K.K., Rodinka, O.S., Vakal, A.P., Panchenko, S.M. (2001). Roslyny, zaneseni do Chervonoyi knyhy Ukrayiny, shcho vyvayleni na terytoriyi Sums'koyi oblasti [Plants listed in the Red Book of Ukraine, found on the territory of the Sumy region]. *The state of the natural environment and problems of its protection in Sumy Oblast*, Book 5. Sumy : Dzherelo, pp. 7–43 [in Ukrainian].
14. Panchenko, S.M. (2008). Synuziyi vesnyanykh efemeroyidiv u lisakh okolyts' m. Sumy [Synusia of spring ephemerals in the forests of the outskirts of the Sumy city]. *To the 40th anniversary of the biostationary of Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko: collection of scientific works*. Sumy, pp. 111–119 [in Ukrainian].
15. Panchenko, S., Ivanets, V. (2019). 50 ridkisykh roslyn Sumshchyny. Atlas-dovidnyk [50 rare plants of Sumy region. Atlas-handbook]. Chernivtsi, 64 p. [in Ukrainian].
16. Sklyar, V.H., Sklyar, Yu.L. (2011). Kharakterystyka urochyshecha “Obraz” yak perspektyvnoyi dlya zapovidannya terytoriyi [Characteristics of the “Obraz” tract as a promising territory for inheritance]. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*, Vol. 4 (21), pp. 5–8 [in Ukrainian].
17. Sklyar, V.G., Tykhonova, O.M., Kyrylchuk, K.S., Klymenko, H.O., Onoprienko, V.P., Bondarieva, L.M., Trotska, S.S., Klymenko, Yu.O. (2021). Vyvchennya fitoriznomanittya dolyny richky Syrovatka z perspektyvoyu vykorystannya yiyi pryrodnykh kompleksiv v ekolohichnomu turyzmi [Study of phytodiversity of the Syrovatka river valley with the perspective of using its natural complexes in ecological tourism]. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*, Vol. 45 (3), pp. 45–51 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.3.6>.
18. Tymochko, I.Ya., Solomakha, I.V., Shevchyk, V.L., Maliarenko, V.M., Solomakha, V.A. (2022). Ecological and coenotic features of the Syrovatka river basin in the Emerald network of the Sumy region, Ukraine. *Environmental & Socio-economic Studies*, Vol. 10 (3), pp. 12–21. <https://doi.org/10.2478/enviro-2022-0013>
19. Marynych, O.M., Parkhomenko, H.O., Petrenko, O.M., Shyshchenko, P.H. (2003). Udoskonalena skhema fizyko-heohrafichnoho raionuvannia Ukrainy [Improved scheme of physical and geographical zoning of Ukraine]. *Ukrainian Geographical Journal*, № 1, pp. 16–20 [in Ukrainian].

20. Didukh, Ya.P., Shelyag-Sosonko, Yu.R. (2003). Heobotanichne raionuvannia Ukrainy ta sumizhnykh terytorii [Geobotanical zoning of Ukraine and adjusting territories]. *Ukrainian Botanical Journal*, Vol. 60 (1), pp. 6–17 [in Ukrainian].
21. Yakubenko, B.Ye., Popovych, S.I., Ustymenko, P.M., Dubyna, D.V., Churilov, A.M. (2018). Heobotanika: metodychni aspekty doslidzhen. Navchalnyi posibnyk [Geobotany: methodological aspects of research. Study guide]. Kyiv : Lira-K, 316 p. [in Ukrainian].
22. Prodromus roslynnosti Ukrainy [Prodrome of the vegetation of Ukraine] / D.V. Dubyna, T.P. Dziuba, S.M. Yemelianova et al. (2019). Kyiv: Naukova dumka, 782 p. [in Ukrainian].
23. Mosyakin, S.L., Fedoronchuk, M.M (1999). Vascular Plants of Ukraine. A Nomenclatural Checklist. Kyiv: M.G. Kholodny Institute of Botany, 345 p.
24. Sudynni roslyny Smaragdovoyi merezhi Ukrayiny pid okhoronoyu Berns'koyi konventsii (2016) [Vascular plants of the Emerald Network of Ukraine under the protection of the Berne Convention] / Ed. V. A. Solomakha. Kyiv, 152 p. [in Ukrainian].
25. Bilz, M., Kell, S.P., Maxted, N., Lansdown, R.V. (2011). European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 130 p. <https://doi.org/10.2779/8515>.
26. Chervona knyha Ukrayiny. Roslynnyy svit (2009) [Red Data Book of Ukraine. The Plant World] / Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Globalkonsaltyng, 900 p. [in Ukrainian].
27. Shakhova, V.O., Vakal, A.P. (2023). Lisova roslynnist' terytoriyi baseynu r. Syrovatka [Forest vegetation of the basin of the Syrovatka river]. *Natural education and science for the sustainable development of Ukraine: problems and prospects* : Materials of the IV All-Ukraine Scientific and Practical Internet Conference. Hlukhiv, pp. 200–202 [in Ukrainian].
28. Afanasiev, D.Ya., Bilyk, H.I., Bradis, Ye.M., Hryn, F.O. (1956). Klasyfikatsiia roslynnosti Ukrainskoi RSR [Classification of vegetation of the Ukrainian SSR]. *Ukrainian Botanical Journal*, Vol. 13 (4), pp. 63–82 [in Ukrainian].
29. Dubyna, D.V. (1996). Klasyfikatsiya vyshchoyi vodnoyi roslynnosti Ukrayiny: stan ta perspektyvy [Classification of higher aquatic vegetation of Ukraine: state and prospects]. *Ukrainian Phytocenological Collection*. Issue 3. Series A. Kyiv : Fitosotsiotsentr, pp. 6–14 [in Ukrainian].
30. Zelena knyha Ukrayiny (2009) [The Green Data Book of Ukraine] / Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Alterpress, 448 p. [in Ukrainian].

RARE SPECIES OF FIRE FLIES (LEPIDOPTERA, PYRALOIDEA) OF THE HETMANSKYI NATIONAL NATURE PARK

Govorun Oleksandr Volodymyrovych,

PhD, Associate Professor at the Department of Biology and Biology Teaching Methodology
Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko,
Research Officer of the Hetmanskyyi National Nature Park
ORCID ID: 0000-0002-6626-1241
Web of Science Researcher ID: IWE-3038-2023

Firman Lesia Oleksiivna,

Research Officer of the Hetmanskyyi National Nature Park
ORCID ID: 0009-0009-2961-3162
Scopus Author ID: 23969031500
Web of Science Researcher ID: JXX-6731-2024

Lytvynenko Yulia Ivanivna,

PhD, Associate Professor,
Head of the Department of Biology and Biology Teaching Methodology
Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko,
Research Officer of the Hetmanskyyi National Nature Park
ORCID ID: 0000-0001-9095-0437
Scopus Author ID: 57204771998
Web of Science Researcher ID: HKV-8087-2023

Orlova-Hudim Kateryna Sergiivna,

Assistant Lecturer at the Department of Geography and Ecology
Kherson State University
ORCID ID: 0000-0001-9534-3169
Scopus Author ID: 55941884800
Web of Science Researcher ID: P-1470-2018

*Hetmanskyyi National Nature Park is one of two national parks created in Sumy region. The Park, located in Okhtyrka district of the south-eastern part of Sumy region, reaches a total area of 23 360,1 ha, including 11 673,2 ha of land provided for permanent use. The article presents the results of research on the species composition of fire flies in the Hetmanskyyi National Nature Park, conducted from 2016 to 2023. As a result, 120 species of fire flies from 10 subfamilies were identified, making this area one of the most studied in the north-east of Ukraine. Most of these species are widespread in the region. Among them, 13 species had not been recorded in Sumy region before this study: *Synaphe punctalis* (Fabricius, 1775), *Elegia fallax* (Staudinger, 1881), *Pempelia palumbella* (Denis & Schiffermüller, 1775), *Acrobasis glaucella* Staudinger, 1859, *Phycitodes saxicola* Vaughan, 1870, *Elegia similella* Zincken, 1818, *Homoeosoma inustella* Ragonot, 1884, *Cadra furcatella* (Herrich-Schäffer, 1849), *Chrysocrambus craterella* (Scopoli, 1763), *Catoptria mytilella* (Hubner, 1805), *Atralata albofascialis* (Treitschke, 1829), *Pyrausta rectefascialis* Toll, 1936, *Pyrausta aerealis* (Hübner, 1793). The article provides information on these species, including their distribution in Europe and Ukraine (representation in the GBIF and UkrBIN global biodiversity databases) and our findings in the Park, as well as some biological and ecological features.*

The article notes that insect species from the steppe zone and the Black Sea region are increasingly being registered in Sumy region. Species from more southern regions of Ukraine may be expanding their range due to climate change and vegetation succession in the Park, in particular due to the invasion of alien plants. In general, the species composition of fire flies on the territory of the Park has been studied unevenly so these results do not reflect the full picture of fire flies fauna of the Park and require further research.

Key words: Ukraine, Sumy region, protected areas, biodiversity, fire flies, species composition, Pyraloidea.

Говорун Олександр, Фірман Леся, Литвиненко Юлія, Орлова-Гудім Катерина. Рідкісні види вогнівок (Lepidoptera, Pyraloidea) Гетьманського національного природного парку

Національний природний парк «Гетьманський» – один із двох національних парків, створених на території Сумської області. Парк, розташований в Охтирському районі південно-східної частини Сумської області, загальною площею 23 360,1 га, зокрема й 11 673,2 га земель, що надаються в постійне користування. У статті представлено результати досліджень видового складу вогнівок на території національного природного парку «Гетьманський», проведеного із 2016 по 2023 рік. У результаті вияв-

лено 120 видів вогнівок із 10 підродин, що робить цю територію однією з найбільш досліджених на північному сході України. Переважно це поширені в цьому регіоні види. Серед них 13 видів не були зареєстровані на Сумщині до початку досліджень: *Synaphe punctalis* (Fabricius, 1775 рік), *Elegia fallax* (Staudinger, 1881 рік), *Pempelia palumbella* (Denis & Schiffermüller, 1775 рік), *Acrobasis glauca* Staudinger (1859 рік), *Phycitodes saxicola* Vaughan (1870 рік), *Elegia similella* Zincken (1818 рік), *Homoeosoma inustella* Ragonot (1884 рік), *Cadra furcatella* (Herrich-Schäffer, 1849 рік), *Chrysocrambus craterella* (Scopoli, 1763 рік), *Catoptria mytilella* (Hubner, 1805 рік), *Atrallata albofascialis* (Treitschke, 1829 рік), *Pyrausta rectefascialis* Toll (1936 рік), *Pyrausta aerealis* (Hübner, 1793 рік). У статті наведено інформацію про ці види, зокрема про їх поширення на території Європи й України (представлену у глобальних базах біорізноманіття GBIF та UkrBIN), а також дані про наші знахідки на території парку, деякі біологічні й екологічні особливості видів.

У статті зазначається, що на Сумщині все частіше реєструються види комах із зони Степів та Причорномор'я. Вихідці з більш південних регіонів України, можливо, розширюють свій ареал через кліматичні зміни та сукцесії рослинного покриву національного парку, зокрема через інвазію чужорідних рослин. Загалом видовий склад вогнівок на території Національного природного парку «Гетьманський» досліджений ще вкрай нерівномірно, отже, ці результати не відображають повної картини фауни цих метеликів парку та зумовлюють проведення подальших досліджень.

Ключові слова: Україна, Сумська область, заповідні території, біорізноманітність, вогнівки, видовий склад, *Pyraloidea*.

Introduction. Hetmanskyyi National Nature Park (here and hereafter HNNP) was established in 2009 to monitor the unique natural complexes of the Left Bank Forest-Steppe, in particular the floodplain of Vorskla river, their changes in terms of recreational use, and to develop scientific recommendations on environmental protection and efficient use of natural resources [1].

The Park located in Okhtyrka district (the south-eastern part of Sumy region) covers a total area of 23 360,1 hectares, including 11 673,2 hectares of land provided for permanent use. The length of the Park is 122 km, which corresponds to the length of Vorskla river within its boundaries. Over 50% of the Park's area is covered by forest vegetation, over 20% by meadows, 22% by marshes, and less than 5% by water bodies. The climate of the region is temperate continental.

Despite the high degree of anthropogenic impact the river basin has preserved a variety of landscapes of the left-bank forest-steppe – from lowland floodplains and sphagnum bogs to relict indigenous forests characterised by rich resource potential, gene pool of flora and fauna, historical and cultural monuments that require urgent protection and environmentally sound sustainable use.

The study of regional faunas and ecological features of individual species is one of the priority areas of zoological research, which fully applies to Lepidoptera of the north-east of Ukraine. Despite fairly complete studies of butterflies, compared to other insects groups, the species composition of the lepidopteran fauna of certain Ukrainian regions remains rather fragmentary. This also applies to the territory of HNNP where the species composition of insects has been studied unevenly, and some groups have not been studied at all.

One of the lepidoptera groups that has been well studied in the Park over the past eight years is the moths of the superfamily Pyraloidea. These moths are distributed almost everywhere [2–7]. According to some estimates, the total number of species and subspecies of the world fauna reaches more than 16,000, the vast majority of which are distributed in the tropics. In general, about 850 species from 13 subfamilies are listed for Europe, including more than 400 species for its middle part. The superfamily unites small and medium-sized butterflies with a wingspan of 7 to 50 mm, usually with bright and variegated colour and a silky shine. At rest, the wings are folded like a flat triangle or wrapped around the body in a tube form. Cat-

erpillars of most species feed on the tissues of various living plants; saprophagy is also quite common. Caterpillars and moths are an essential part of the diet of many invertebrate and vertebrate species. About 25% of moth species are known to be pests of cultivated plants, food supplies and beekeeping. Pests of practical importance are primarily pests of food stocks (flour, cereals, dried fruit, etc.), seed and fodder grains, forest plantations and weed phytophages.

The study of nocturnal butterflies species composition, including fire flies, on the territory of HNNP began in 2012 [8–10]. Until that time, the fauna of the Park's lepidoptera remained unexplored.

Material and methods. The material was collected in 2016–2023, mainly in 6 locations of the Park (figs. 1–4).

The material was collected at night by light (fig. 5). At dusk (19,30–21,30) a Philips ML 250W E27 arc mercury lamp was switched on. The lamp was placed at a height of 2–2,5 m from the soil surface against a white screen. A petrol generator was used to power the lamp.

The captured butterflies were immediately placed in ethyl acetate stains. After midnight (1,00–3,00 am) the light was switched off. The captured insects were mounted on entomological needles or placed in mattresses for further identification (figs. 6, 7).

Butterflies were collected by hand in places of their daytime residence (vegetation, trunks and stumps, fences, walls of buildings, storage facilities, etc.). This method



Fig. 1. The floodplain of Vorskla river near Podil village (50.374430805309736, 34.90817124003085)



Fig. 2. Meadows in the floodplain of Vorskla river on the border of “Lytovskiy Bir” tract near Lytovka village (50.39252240082388, 34.94176932814512)



Fig. 3. Meadows, floodplain forest near Zhuravne village (50.25708417526543, 34.77851935902161)

allowed us to find some species that did not come to the light and also allowed us to collect material in places where it was impossible to use lamps.

Species identification was based on preparations of their genitalia, wing patterns and external morphological features [11–16].

Discussion. By 2000, 177 fireflies species were found in the Polissya and Forest-Steppe zones of the Left Bank of Ukraine. Later, this list was supplemented by 19 more species, including those found in the Park’s territory.

The Park’s Chronicles of Nature currently contain an information about 120 species of fireflies on its territory. Among them, 13 are species that we have not recorded in Sumy region before research of the Park’s territory. Below is the information on these species, including their distribution in the world and our findings in the Park, as well as some biological and ecological features.

Synaphe punctalis (Fabricius, 1775)

This butterfly is widespread in Europe except for Ireland and Iceland [17–19]. The UkrBIN database contains

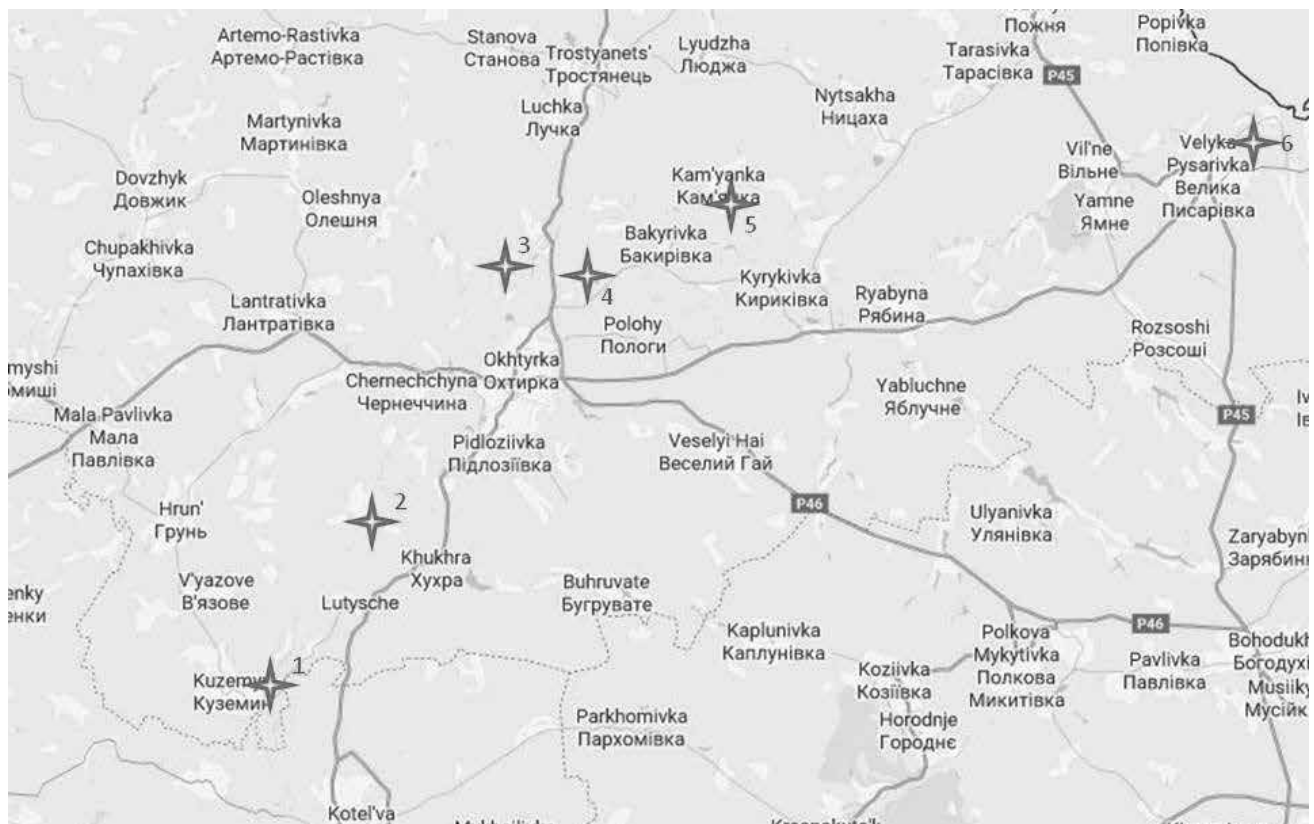


Fig. 4. Material collection points on the territory of Hetmanskyi National Nature Park: 1 – Kuzemyn village; 2 – Zhuravne village; 3 – Podil village; 4 – “Lytovskiy Bir” tract, 5 – Kamianka village; 6 – Velyka Pysarivka and Oleksandrivka villages



Fig. 5. Collection of fire flies in the floodplain of Vorskla river near Podil village on 20 June 2020 (50.374430805309736, 34.90817124003085)

information on its registration on the left bank of Ukraine (fig. 6).

One specimen was recorded in a floodplain aspen forest near Zhuravne village on 11 August 2022 (50.25708417526543, 34.77851935902161).

Wingspan is 22–27 mm.

The forewings of *S. punctalis* have an ochre-brown background colour with darker markings. Towards the body, in the postdorsal area, which crosses the entire wing, there

is a light wavy line bordered by darker background shades. From this line to the outer edge the colour of the wing can gradually darken approaching the edge even in shades of brown. This feature is not present in all specimens. Females are usually darker than males.

The hindwing is grey and may have an intense dark patina more intense towards the edge which has a fringe.

It has long tentacles the colour of which is similar to that of the forewings as well as the head and breast while the abdomen is usually slightly darker.

It flies in one generation from June to August. Males sometimes fly both during the day and at night. Hibernates in the larval stage. The larva lives in a light web hidden in a moss discharging its excrement on the surface. The larva is dark grey or deep black with a dark brown head, pronotum and anal plates.

It turns into a pupa in a silken cocoon among moss. The pupa is ocher-brown in colour.

Elegia fallax (Staudinger, 1881)

The species is known from Spain, Portugal, France, Italy, Croatia, Czech Republic, Slovenia, Hungary, Romania, Bulgaria, North Macedonia and Greece [17–19]. It was also recorded in the Channel Islands in 2005. This species is registered in the Dnipro region of Ukraine on the UkrBIN website (fig. 7).

We recorded this species twice in the floodplain of Vorskla River on the border of the “Lytovskiy Bir” tract (50.39252240082388, 34.94176932814512) in 2020 and 2021.

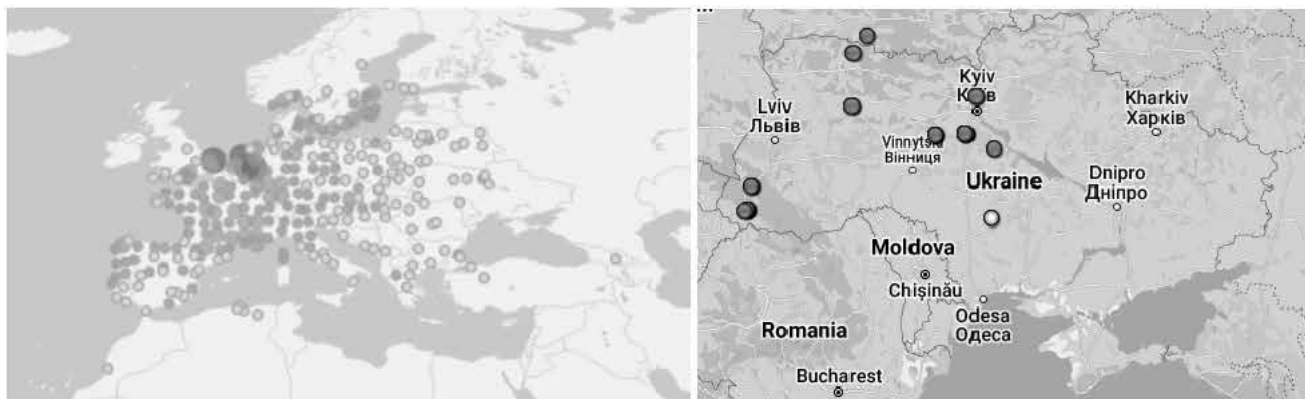


Fig. 6. *S. punctalis* registration on GBIF and UkrBIN maps

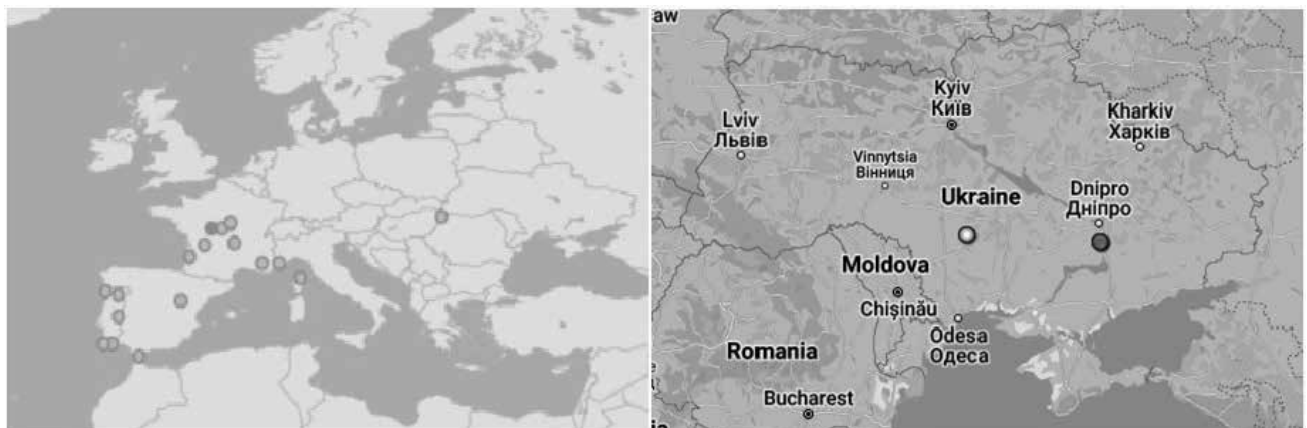


Fig. 7. *E. fallax* registration on GBIF and UkrBIN maps

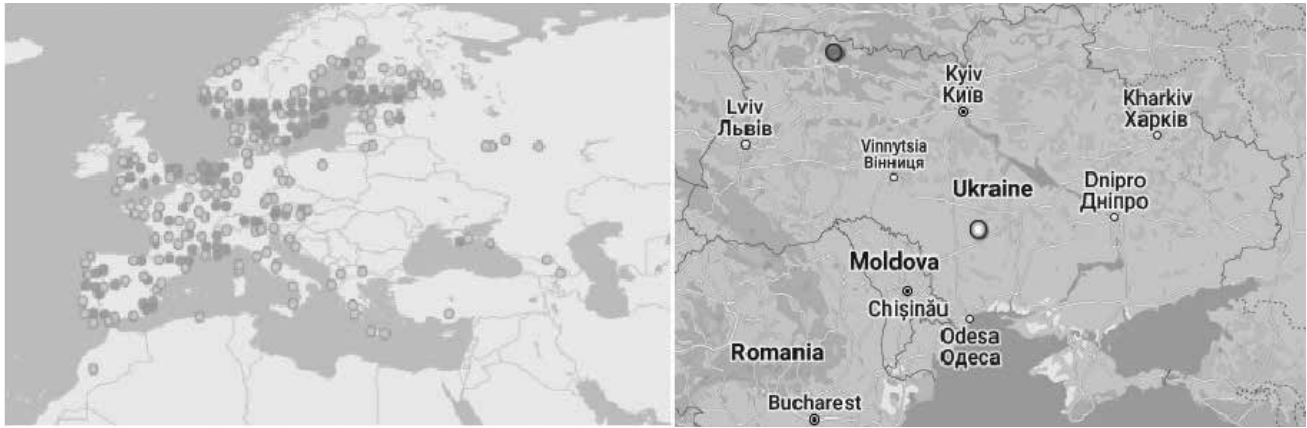


Fig. 8. *P. palumbella* registration on GBIF and UkrBIN maps



Fig. 9. *Acrobasis glaucella* registration on GBIF and UkrBIN maps

Wingspan is 17–19 mm. Larvae feed on oaks.

Pempelia palumbella (Denis & Schiffmüller, 1775)

This species is widespread in Europe. It is also recorded in Polissya according to UkrBIN website [17–19] (fig. 8).

We recorded one specimen on 11 August 2022 in a floodplain aspen forest near Zhuravne village (50.25708417526543, 34.77851935902161).

Wingspan is 21–27 mm. Flies in one generation from May to September. The caterpillar feeds on *Calluna* Salisb., *Thymus* L., and Polygalaceae species.

Acrobasis glaucella Staudinger, 1859

It is found in most of Europe [18–20] (fig. 9).

One specimen of this species was recorded in the floodplain of Vorskla river on the border of the “Lytovskyi Bir” tract (50.39252240082388, 34.94176932814512) in 2020.

The wingspan is 19–23 mm. Adults fly away from June to August. The larvae feed on various oak species.

Phycitodes saxicola Vaughan, 1870

It is found in most of Europe (except Poland and the western part of the Balkan Peninsula), as well as in Iran, Morocco and the Canary Islands. The species is not registered on the UkrBIN website [17–19] (fig. 10).

Four specimens were caught on 28.07.2007 in a meadow area near Kuzemyn village (50.14225477094884, 34.68502975482776) [1].

Wingspan is 12–19 mm. Adults fly from June to August in one generation per year. Larvae feed on flower heads of Asteraceae species.

Elegia similella Zincken, 1818

E. similella is known in most of Europe including Ukraine [17–19] (fig. 11).

We recorded four specimens near Podil village in 2019 (50.374430805309736, 34.90817124003085), and 6 more specimens near the “Lytovskyi Bir” tract in 2021 (50.39252240082388, 34.94176932814512).

The butterflies are mostly found in old, mature forests and parks.

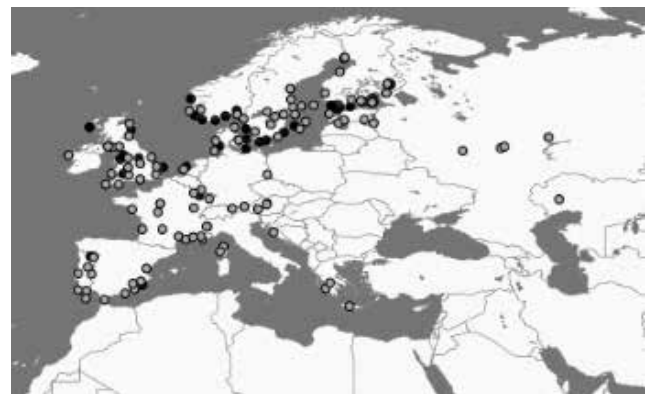


Fig. 10. *Ph. saxicola* registration on GBIF maps

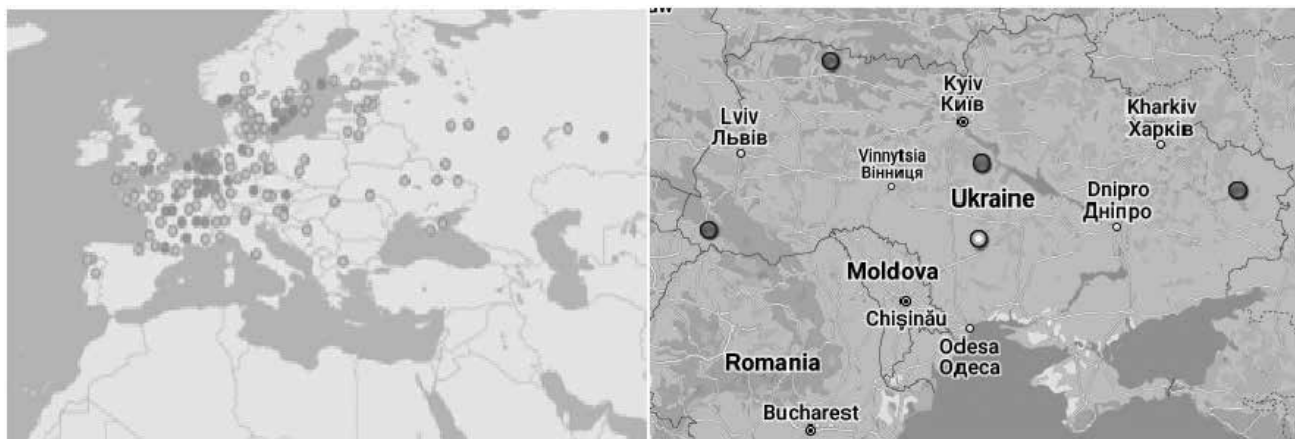


Fig. 11. *E. similella* registration on GBIF and UkrBIN maps

Wingspan is 19–22 mm. They fly from June to July and usually high in trees. Larvae feed on oaks.

Homoeosoma inustella Ragonot, 1884

The species occurs in Spain, France, Italy, Switzerland, Austria, Czech Republic, Slovakia, Hungary, Romania, Bulgaria, North Macedonia, Ukraine, Belarus and Russia, although it is poorly represented on GBIF maps [17–19] (fig. 12).

We recorded 3 specimens in the area of Oleksandrivka village in 2015 (50.44836874433891, 35.500055973861954), and another specimen was recorded near Zhuravne village in 2022

(50.25708417526543, 34.77851935902161). Wingspan is about 20 mm.

Cadra furcatella (Herrich-Schäffer, 1849)

The species is found in Southern Europe, Southern Russia, Turkey, Morocco, Libya, Iran, Afghanistan, Uzbekistan, Turkmenistan, Azerbaijan and Georgia (fig. 13).

We recorded one specimen near Kuzemyn village (50.14225477094884, 34.68502975482776) in 2016.

Chrysocrambus craterella (Scopoli, 1763)

It occurs in southern Europe and the Middle East [17–19] (fig. 14). Two specimens were recorded near



Fig. 12. *H. inustella* registration on GBIF and UkrBIN maps



Fig. 13. *C. furcatella* registration on GBIF and UkrBIN maps



Fig. 14. *Ch. craterellus* registration on GBIF and UkrBIN maps

Podil village (50.14225477094884, 34.68502975482776) in 2019.

Ch. craterellus has a wingspan of about 20 mm. The butterfly flies from June to July. The larvae feed on *Festuca* L. and other cereal species.

It prefers meadows and pastures.

Catoptria mytilella (Hubner, 1805)

The species is found in large parts of Europe (except Ireland, Great Britain, the Netherlands, Denmark, the Baltic region, Portugal), Asia Minor and the North Caucasus. The species is not registered on the UkrBIN website [17–19] (fig. 15).

One specimen was recorded on 19.06.2009 in alder on the edge of a pine forest in Kuzemyn village (50.14225477094884, 34.68502975482776) [8].



Fig. 15. *C. mytilella* registration on GBIF maps

Wingspan is 17–25 mm. Adults fly from mid-June to late July in one generation per year. Larvae probably feed on mosses.

Atralata albofascialis (Treitschke, 1829)

It is found in most of Europe, except Ireland, Great Britain, Norway, Finland, Lithuania and Greece [17–19] (fig. 16).

We recorded one specimen in a meadow area near Velyka Pysarivka (50.426900193375026, 35.422485049718496) on 24.06.2012 [9; 10].

Wingspan is 10–14 mm. Can produce two generations per year.

Larvae feed on Asteraceae plants, in particular *Inula conyza* (Griess.) DC. The caterpillar mines the leaves of the host plant. The mine looks like a large brown spot on the leaf. One mine contains several larvae.

Pyrausta rectefascialis Toll, 1936

The species occurs in central and eastern Europe, it was also recorded in the steppe zone of Ukraine.

Two specimens were recorded in Zhuravne village (50.24134289807154, 34.76729463476857) in 2013.

Pyrausta aerealis (Hübner, 1793)

The species is found in most of Europe (except Portugal, Ireland, Great Britain, Benelux, Norway, Czech Republic, Croatia and Hungary). It has also been recorded in Kyrgyzstan, Kazakhstan, Afghanistan, China, and Algeria [17–19] (fig. 18).



Fig. 16. *A. albofascialis* registration on GBIF and UkrBIN maps



Fig. 17. *P. rectefascialis* registration on GBIF and UkrBIN maps



Fig. 18. *P. aerealis* registration on GBIF and UkrBIN maps

We recorded one specimen in Zhuravne village (50.24134289807154, 34.76729463476857) in 2013.

Wingspan is 18–26 mm. It is known that *P. aerealis* larvae feed on plants such as *Artemisia vulgaris*, *Thymus serpyllum*, *Scrophularia*, *Gnaphalium*, *Helichrysum* and *Thalictrum*.

Results. In total, 120 species of fireflies from 10 subfamilies were found in the Hetmanskyi National Nature Park during the entire period of research. It makes this area one of the most studied in the north-east of Ukraine.

Most of these species are widespread in the northeastern forest-steppe of Ukraine.

It should be noted that species from the steppe and Black Sea regions are being recorded increasingly in Sumy region. Species native to more southern regions of Ukraine may be expanding their range due to climate change.

In general, the species composition of fire flies on the territory of the Park has been studied unevenly so these results do not reflect the full picture of fire flies fauna of the Park and require further research.

Bibliography:

1. Природничо-заповідний фонд Сумської області : атлас-довідник / уклад. : Р.В. Бойченко та ін. Київ : ТОВ «Українська картографічна група», 2019. 96 с.
2. Rhopalocera fauna of National nature park “Getmanskyi” / O.V. Govorun et al. *Слобожанський науковий вісник. Серія «Природничі науки»*. 2023. Вип. 1. С. 15–19. <https://doi.org/10.32782/naturalspu/2023.2>.
3. Результати дослідження вогнівок (Lepidoptera, Pyraloidea) на території Гетьманського НПП у 2022 р. / О.В. Говорун та ін. *Актуальні проблеми дослідження довкілля* : матеріали X Міжнародної наукової конференції, Суми – Тростянець, 25–27 травня 2023 р. Суми : СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2023. С. 356–364.
4. До вивчення вогнівок (Lepidoptera, Pyralidae) території Гетьманського НПП / О.В. Яковенко та ін. *Теоретичні та прикладні аспекти досліджень з біології, географії та хімії* : матеріали III Всеукраїнської наукової конференції студентів та молодих учених, м. Суми, 30 квітня 2020 р. Суми : ФОП С.П. Цьома, 2020. С. 58–63.
5. Review of the tribe Anerastiini (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae) from Ukraine / O. Bidzilya et al. *Zootaxa*. 2020. Vol. 4718. № 1. P. 1–24. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4718.1.1>.
6. Єпішин В.В. Перша знахідка *Crambus heringiellus* (Herrich-Schäffer, 1848) (Lepidoptera: Crambidae) у фауні України. *Українська ентомофауністика*. 2015. Т. 6. № 3. С. 23–25.
7. New records of little known pyraloid moths (Lepidoptera: Pyraloidea) from Ukraine / V. Yepishin et al. *Zootaxa*. 2020. Vol. 4808. № 1. P. 101–20. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4808.1.5>.

8. Гугля Ю.О. До вивчення фауни лускокрилих комах (Insecta: Lepidoptera) Куземинської ділянки Гетьманського НПП. *Літопис природи Гетьманського національного природного парку*. Том 2 : 2012 р. Рукопис. Тростянець : НПП «Гетьманський», 2013. С. 214–225.
9. Гугля Ю.О. До вивчення фауни комах (Insecta: Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, Orthoptera) Великописарівської ділянки Гетьманського НПП (2012 р.). *Літопис природи Гетьманського національного природного парку*. Том 3 : 2013 р. Рукопис. Тростянець : НПП «Гетьманський», 2014. С. 241–245.
10. Гугля Ю.О. До вивчення фауни комах (Insecta: Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, Orthoptera) Великописарівської ділянки Гетьманського НПП. *Літопис природи Гетьманського національного природного парку*. Том 4 : 2014 р. Рукопис. Тростянець : НПП «Гетьманський», 2015. С. 203–209.
11. Slamka F. Die Zünslerartigen (Pyraloidea) Mitteleuropas. Bratislava : F. Slamka, 1997. 112 p.
12. Slamka F. Pyraloidea of Europe (Lepidoptera). Vol. 1 : Pyralinae, Galleriinae, Epipaschiinae, Cathariinae & Odontiinae. Bratislava : F. Slamka, 2006. 139 p.
13. Slamka F. Pyraloidea of Europe (Lepidoptera). Vol. 2 : Crambinae & Schoenobiinae. Bratislava : F. Slamka, 2008. 224 p.
14. Slamka F. Pyraloidea of Europe (Lepidoptera). Vol. 3 : Pyraustinae & Spilomelinae. Bratislava : F. Slamka, 2013. 357 p.
15. Slamka F. Pyraloidea of Europe (Lepidoptera). Vol. 4 : Phycitinae. Part 1. Bratislava : F. Slamka, 2019. 432 p.
16. Speidel W. Pyralidae. The Lepidoptera of Europe. Stenstrup : Karsholt O. & Razowski J., 1996. P. 166–196.
17. Insects (Insecta) of the World. URL: <http://insecta.pro/> (дата звернення: 21.11.2023).
18. GBIF. Global Biodiversity Information Facility. URL: <https://www.gbif.org/> (дата звернення: 27.11.2023).
19. Ukrainian Biodiversity Information Network. URL: <https://ukrbin.com/> (дата звернення: 27.11.2023).

References:

1. Pryrodnycho-zapovidnyy fond Sums'koyi oblasti. Atlas-dovidnyk. (2019). [Nature Reserve Fund of Sumy region: Atlas-reference book] / Ed. R.V. Boychenko, V.V. Vertel, O.Yu. Karlyukova et al. Kyiv: TOV "Ukrayins'ka Kartohrafichna Hrupa", 96 p. [in Ukrainian].
2. Govorun, O.V., Konvisar, A.S., Kvarta, N.O., Firman, L.O. (2023). Rhopalocera fauna of National nature park "Getmanskyi". *Slobozhanskyi naukovy visnyk. Seriya Pryrodnychi nauky*, № 1, pp. 15–19 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/naturalspu/2023.2>.
3. Govorun, O.V., Firman, L.O., Kvarta, N.S. (2023). Rezultaty doslidzhennia vohnivok (Lepidoptera, Pyraloidea) na terytorii Hetmanskoh NPP u 2022 r. [Results of the study of fireflies (Lepidoptera, Pyraloidea) on the territory of the Hetmanskyi National Nature Park in 2022.]. *Current problems of environmental research : Papers presented at X International Scientific Conference (Sumy – Trostianets, 25–27 May 2023)*. Sumy, pp. 356–364 [in Ukrainian].
4. Yakovenko, O.V., Govorun, O.V., Dubikovska, A.V. (2020). Do vyvchennia vohnivok (Lepidoptera, Pyralidae) terytorii Hetmanskoh NPP [To the study of fireflies (Lepidoptera, Pyralidae) of the territory of the Hetman National Park]. *Theoretical and applied aspects of research in Biology, Geography and Chemistry : Materials of III Scientific conference of the students and young scientists (Sumy, 30 April 2020)*. Sumy: PPC Tsoma S. P., pp. 58–63 [in Ukrainian].
5. Bidzilya, O., Budashkin, Yu., Yepishin, V. (2020). Review of the tribe Anerastiini (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae) from Ukraine. *Zootaxa*, Vol. 4718, № 1, pp. 1–24. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4718.1.1>.
6. Yepishin, V.V. (2015). The First Record of *Crambus heringiellus* (Herrich-Schäffer, 1848) (Lepidoptera: Crambidae) from Ukraine. *Ukrainska Entomofaunistyka*, Vol. 6, № 3, pp. 23–25 [in Ukrainian].
7. Yepishin, V., Bidzilya, O., Budashkin, Yu., Zhakov, O., Mushynskyi, V., Novytskyi, S. New records of little known pyraloid moths (Lepidoptera: Pyraloidea) from Ukraine. *Zootaxa*. 2020. Vol. 4808, № 1. P. 101–20. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4808.1.5>.
8. Huhlia, Yu.O. (2013). Do vyvchennia fauny luskokrylykh komakh (Insecta: Lepidoptera) Kuzemynskoi dilianky Hetmanskoh NPP [To the study of the Lepidoptera fauna (Insecta: Lepidoptera) of the Kuzemin area of the Hetmanskyi National Nature Park]. *Chronicle of Nature of Hetmanskyi National Nature Park*. Tom 2. 2012 year. Trostianets: NPP "Hetmanskyi", pp. 214–225 [in Ukrainian].
9. Huhlia, Yu.O. (2014). Do vyvchennia fauny komakh (Insecta: Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, Orthoptera) Velykopysarivskoi dilianky Hetmanskoh NPP (2012 r.) [To the study of the insect fauna (Insecta: Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, Orthoptera) of the Velyka-Pysarivka section of the Hetmanskyi National Nature Park (2012)]. *Chronicle of Nature of Hetmanskyi National Nature Park*. Tom 3. 2013 year. Trostianets: NPP "Hetmanskyi", pp. 241–245 [in Ukrainian].
10. Huhlia, Yu.O. (2015). Do vyvchennia fauny komakh (Insecta: Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, Orthoptera) Velykopysarivskoi dilianky Hetmanskoh NPP [To the study of the insect fauna (Insecta: Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, Orthoptera) of the Velyka-Pysarivka section of the Hetmanskyi National Nature Park]. *Chronicle of Nature of Hetmanskyi National Nature Park*. Tom 2. 2012 year. Trostianets: NPP "Hetmanskyi". Tom 4. 2014 year. Trostianets: NPP "Hetmanskyi", pp. 203–209 [in Ukrainian].
11. Slamka, F. (1997). Die Zünslerartigen (Pyraloidea) Mitteleuropas. Bratislava: F. Slamka, 112 p.
12. Slamka, F. (2006). Pyraloidea of Europe (Lepidoptera). Vol. 1. Pyralinae, Galleriinae, Epipaschiinae, Cathariinae & Odontiinae. Bratislava: F. Slamka, 139 p.
13. Slamka, F. (2008). Pyraloidea of Europe (Lepidoptera). Vol. 2. Crambinae & Schoenobiinae. Bratislava: F. Slamka, 224 p.
14. Slamka, F. (2013). Pyraloidea of Europe (Lepidoptera). Vol. 3. Pyraustinae & Spilomelinae. Bratislava: F. Slamka, 357 p.

15. Slamka, F. (2019). Pyraloidea of Europe (Lepidoptera). Vol. 4. Phycitinae. Part 1. Bratislava: F. Slamka, 432 p.
16. Speidel, W. (1996). Pyralidae. The Lepidoptera of Europe. Stenstrup: Karsholt O. & Razowski J., pp. 166–196.
17. Insects (Insecta) of the World. [Electronic resource]. Available from: <http://insecta.pro/> (accessed: 21.11.2023).
18. GBIF. Global Biodiversity Information Facility [Electronic resource]. Available from: <https://www.gbif.org/> (accessed: 27.11.2023).
19. Ukrainian Biodiversity Information Network [Electronic resource]. Available from: <https://ukrbio.com/> (accessed: 27.11.2023).

СУЧАСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІКОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ: ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ

Ляшенко Валентина Петрівна,

доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри біології людини, хімії та методики навчання хімії
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0000-0001-5849-278X

Дуванов Дмитро Сергійович,

аспірант кафедри біології людини, хімії та методики навчання хімії
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0009-0006-9757-2196

У статті представлено результати аналізу сучасних наукових досліджень, присвячених вивченню модуляції показників варіабельності серцевого ритму (BCP) під час онтогенетичного розвитку людини. Дослідження розглядає важливість показників варіабельності серцевого ритму як майже єдиного інструменту оцінки функціонального стану вегетативної нервової системи, а також можливість використання цих даних у різних галузях наукового та практичного досвіду.

Натепер вимірювання показників варіабельності серцевого ритму стає все більш доступним і застосовується в різних галузях. Важливо відзначити, що стандартизація методів вимірювання й аналізу даних варіабельності серцевого ритму ще не досягла завершення, норми чи референтні значення для показників варіабельності серцевого ритму в дорослого здорового населення залишаються неостаточними. Отже, перед дослідниками вікових особливостей варіабельності серцевого ритму стоїть низка завдань, як-от визначення референтних значень для всіх індексів варіабельності серцевого ритму різних вікових груп, з урахуванням статевих відмінностей. Важливо враховувати, що такі чинники, як генетика, етнічні та культурні особливості, соціальні умови та спосіб життя, можуть впливати на варіабельності серцевого ритму.

Результати досліджень свідчать про те, що параметри варіабельності серцевого ритму у здорових осіб, починаючи із пренатального періоду розвитку людини, загалом зростають, досягають піку приблизно у 12–14 років. Найвищий рівень варіабельності серцевого ритму зазвичай спостерігається у віці від 20 до 25 років. Проте вже між другим і третім десятиліттями життя фіксується зниження варіабельності серцевого ритму. Приблизно до 50 років показники варіабельності серцевого ритму людини можуть залишатися стабільними або зменшуватися повільно і досягати мінімальних значень упродовж 7-го десятиліття. Підкреслено необхідність індивідуалізованого підходу до оцінки серцевого ритму в різних вікових групах. Проте деякі дослідження надають основу для припущення, що зниження варіабельності серцевого ритму з віком не є неминучим процесом, що потребує подальших наукових досліджень.

Подальші дослідження проблематики змін у характеристиках варіабельності серцевого ритму, пов'язаних із віком та іншими чинниками, мають велике значення в кардіології, особливо в неврології, що сприяє розвитку знань у медицині та фізіології людини.

Ключові слова: варіабельність серцевого ритму, вік, вегетативна нервова система, часовий аналіз, частотний аналіз.

Liashenko Valentyna, Duvanov Dmytro. Modern research on age-related differences in heart rate variability

The article presents the results of the analysis of modern scientific research devoted to the study of the modulation of heart rate variability (HRV) indicators during human ontogenetic development. The study examines the importance of HRV indicators as almost the only tool for assessing the functional state of the autonomic nervous system, as well as the possibility of using these data in various fields of scientific and practical experience.

Today, the measurement of heart rate variability is becoming more and more accessible and is used in various fields. It is important to note that the standardization of methods for measuring and analyzing HRV data has not yet been completed, and norms or reference values for HRV values in a healthy adult population remain inconclusive. Therefore, researchers of age-specific HRV face a number of tasks, such as determining reference values for all HRV indices of different age groups, taking into account gender differences. At the same time, it is important to consider that factors such as genetics, ethnic and cultural characteristics, social conditions and lifestyle can affect HRV.

Research results indicate that HRV parameters in healthy individuals generally increase from the prenatal period of human development, reaching a peak at approximately 12–14 years of age. The highest level of HRV is usually observed between the ages of 20 and 25. However, already between the second and third decades of life, a decrease in HRV is recorded. Up to about 50 years, human HRV indicators can remain stable or decrease slowly and reach minimum values during the 7th decade. The need for an individualized approach to heart rate assessment in different age groups is emphasized. However, some studies provide a basis for the assumption that the decrease in heart rate variability with age is not an inevitable process, which requires further scientific research.

Further studies of the problems of changes in HRV characteristics associated with age and other factors are important in cardiology and, especially, neurology, which contributes to the development of knowledge in medicine and human physiology.

Key words: heart rate variability, age, autonomic nervous system, time domain methods, frequency domain methods.

Вступ. Сучасна наука приділяє особливу увагу вивченню варіабельності серцевого ритму (далі – ВСР), розглядає цей показник як ключовий індикатор функціонального стану вегетативної нервової системи та загального здоров'я. ВСР відображає адаптивність і гнучкість організму людини та його резерви в реагуванні на різні умови та впливи, як-от фізична активність, емоційний стрес, інші зовнішні та внутрішні чинники. ВСР є маркером взаємодії між парасимпатичною та симпатичною нервовими системами.

Вивчення ВСР в сучасних дослідженнях є динамічною сферою, її застосування охоплює значний діапазон аспектів, від діагностики захворювань серця до аналізу активності вегетативної системи, реалізації стрес-відповіді й оптимізації тренувань у спорті [1–3].

Нині визначення показників ВСР є найінформативнішим неінвазивним методом кількісної оцінки вегетативної регуляції серцевого ритму, отже, і стану вегетативної нервової системи. Показники ВСР відображають життєво важливі показники управління фізіологічними функціями організму – вегетативний баланс і функціональні резерви механізмів управління. Завдяки проведенню аналізу ВСР ми можемо не лише оцінювати функціональний стан організму, але й стежити за його динамікою, аж до патологічних станів із різким зниженням ВСР та високою ймовірністю смерті. Показники ВСР несуть у собі незалежну прогностичну інформацію, яка лежить поза традиційними чинниками ризику [1]. Нині з'являється все більше доказів того, що підвищення ВСР пов'язане з покращенням психічного та фізичного здоров'я [2].

У цьому контексті особливої актуальності набуває розуміння ВСР в різних вікових групах, що надає можливість індивідуалізованого підходу до оцінки функ-

ціональних можливостей адаптації та профілактики захворювань. Останні роки спостерігається активізація досліджень у сфері вивчення ВСР, зокрема щодо виявлення вікових особливостей цього показника.

Визначення вікових особливостей ВСР, з огляду на її суттєве значення на різних етапах людського життя, має на меті не лише розширення наукового розуміння цих показників, але й акцентує їхню ключову роль у забезпеченні оптимального функціонування регулювальних систем протягом усього життя. Перегляд варіабельності серцевого ритму в різних вікових групах необхідний для точного визначення механізмів регуляторних процесів, що дозволяє розробляти ефективні стратегії профілактики та лікування, адаптовані до потреб і характеристик різних вікових категорій.

Матеріали та методи. Матеріалом стали сучасні наукові дослідження в галузі фізіології регуляторних систем. Для досягнення цілей дослідження обрано теоретичні методи: аналіз, синтез, узагальнення літературних наукових джерел і підходів щодо вивчення зазначеної проблематики.

Результати. Нині одним із значущих напрямів досліджень ВСР є дослідження стандартизації норм ВСР для всього вікового спектра. У дослідженні М.Е. Van den Berg та інших [3], що охоплювало віковий діапазон від 1 місяця до 89 років, аналізувалися ЕКГ майже 14 тис. осіб. За результатами цього дослідження автори представили нормальні значення скоригованої ВСР для різного віку (табл. 1). Дослідження було виконано на 10-секундних ЕКГ. Загальноприйнятими рекомендаціями є проведення вимірювання на основі 5-хвилинних або 24-годинних записів ЕКГ, але 10-секундні ЕКГ частіше проводяться під час звичайної медичної допомоги і є більш швидкими, дешевшими та зручнішими

Таблиця 1

Нормальні значення SDNN та RMSSD з поправкою на частоту серцевих скорочень (мс) для кожної вікової групи та для обох статей [3]

Вікова група	Медіана (2-й процентиль; 98-й процентиль)			
	SDNN		RMSSD	
	Хлопчики/ чоловіки	Дівчата/ жінки	Хлопчики/ чоловіки	Дівчата/ жінки
<1 міс.	99,6 (33,6; 265,6)	109,2 (35,1; 282,2)	153,1 (63,0; 440,2)	161,9 (56,9; 463,9)
1–2 міс.	99,4 (33,4; 265,1)	108,8 (35,0; 281,6*)	152,4 (62,7; 438,7)	161,1 (56,6; 462,2)
3–5 міс.	98,8 (33,2; 264,1)	108,1 (34,7; 280,3)	150,9 (52,1; 435,7)	159,6* (56,0; 458,6)
6–11 міс.	98,1 (32,9; 262,7)	107,1 (34,3; 278,3)	148,8 (61,2; 431,1)	157,3* (55,1; 453,2)
1–2 р.	95,4 (31,8; 258,0)	103,8 (33,1; 271,9)	141,9 (48,4; 416,3)	150,0 (52,1; 435,8)
3–4 р.	91,3 (30,0; 250,4)	98,6 (31,2; 261,9)	131,4 (44,1; 393,1)	138,9 (47,6; 409,4)
5–7 р.	86,0 (27,8; 240,5)	92,3 (28,9; 249,8)	118,8 (39,1; 364,6)	126,0 (42,5; 378,3)
8–11 р.	78,3 (24,7; 225,7)	84,0 (25,8; 233,5)	102,1 (32,8; 324,9)	109,7 (36,1; 338,1)
12–15 р.	69,3 (21,1; 208,0)	75,2 (22,7; 215,7)	84,8 (26,5; 280,3)	93,6 (30,1; 297,1)
16–19 р.	60,7 (17,8; 190,9)	67,3 (20,0; 199,2)	70,1 (21,6; 239,3)	80,4 (25,3; 261,8)
20–29 р.	48,5 (13,9; 161,4)	56,0*** (16,6**; 172,7)	51,9 (16,0; 182,7)	63,7*** (19,8**; 212,9)
30–39 р.	37,5 (11,0; 129,2)	43,4*** (13,3**; 137,8)	37,7 (12,1; 134,4)	47,7*** (15,3*; 158,4)
40–49 р.	30,4 (8,8; 113,7)	33,3* (10,6; 109,5)	29,9 (9,8; 111,5)	35,8*** (12,1; 118,5)
50–59 р.	24,4 (6,9; 103,4)	25,6 (8,4***; 90,2*)	24,1 (7,7; 102,5)	27,3*** (9,5***; 95,6)
60–69 р.	20,4 (5,6; 104,8)	20,7 (6,9**; 82,8)	20,7 (6,2; 114,6)	22,6** (8,0*; 92,2)
70–79 р.	17,8 (4,7; 120,9)	17,9 (5,9; 89,5*)	19,0 (5,4; 157,1)	20,3 (7,0; 112,1*)
80–89 р.	15,6 (3,9; 158,3)	16,1 (6,1; 126,1)	17,9 (4,9; 230,1)	19,2 (6,3; 166,7)

Примітки: *P-value < 0,05 для різниці між чоловіками та жінками; **P-value < 0,01; ***P-value < 0,001.

для пацієнта, ніж триваліші записи ЕКГ. Незважаючи на те, що неможливо виконати вимірювання в частотному діапазоні або деякі вимірювання в часовому діапазоні для 10-секундного сигналу, можна отримати два найчастіше використовувані індекси часового діапазону – SDNN та RMSSD.

За допомогою показників ВСР оцінюють регуляторні впливи вегетативної нервової системи, що напряму пов'язано з віком [4]. Вік є важливою детермінантою ВСР у здорових людей. Показники ВСР людини лінійно зростають до підліткового віку [5; 6], а починаючи з 19–24 років ВСР має лінійну тенденцію знижуватись [2; 7]. З віком змінюється також кореляція між ВСР та варіабельністю артеріального тиску [8]. Індекси SDNN та SDANN [9], HF, LF, VLF, TP [7] демонструють лінійне зниження. Індекси RMSSD та pNN50 (у деяких дослідженнях pNN50 також має лінійне зниження [7]) з віком виявили U-подібний патерн, а означені параметри знижуються із 40 до 60 років і потім збільшуються після 70 років. U-подібний патерн та зворотне збільшення парасимпатичних змінних можуть відображати вікову вегетативну дисфункцію навіть у здорових людей, що можна використовувати як предиктор розвитку захворювань [9].

Варто зазначити, що натеper референтні значення показників ВСР у дорослого здорового населення вза-

галі та одержаних за допомогою холтерівської ЕКГ зокрема [1] усе ще не встановлені [9].

Наявні відмінності вікової модуляції ВСР залежно від статі (рис. 1). У чоловіків, у яких вихідні рівні ВСР значно вищі, похилий вік пов'язаний із загальним зниженням ВСР, що відображає зниження як симпатичної, так і парасимпатичної модуляції [11]. Жінки мають нижчі значення індексу SDNN та SDANN, особливо у 24-годинних дослідженнях, порівняно із чоловіками. Вони показали меншу ТР, потужність VLF та LF, але більшу потужність HF. Тоді як жінки демонстрували відносно домінування парасимпатичного впливу, незважаючи на більш високу середню ЧСС, чоловіки демонстрували відносно домінування СНС, незважаючи на нижчу ЧСС [11].

Підсумовуючи дані багатьох досліджень, у яких відображалась динаміка зміни ВСР з віком (залежно від вибірки досліджуваних та інших дискретних параметрів), можна виокремити такі узагальнювальні та дуже приблизні результати.

Умовні позначки: кількість жінок – 318, чоловіків – 225; вік: ≥ 18 і < 30 р. (n = 137); 30–39 р. (n = 154); 40–49 р. (n = 110); 50–59 р. (n = 92); ≥ 60 р. (n = 50). Відповідно до 2-факторного дисперсійного аналізу, тестування різниці між групами для SDNN (P-value для статі = $< 0,001$, для віку = $< 0,001$); для SDANN (P-value для

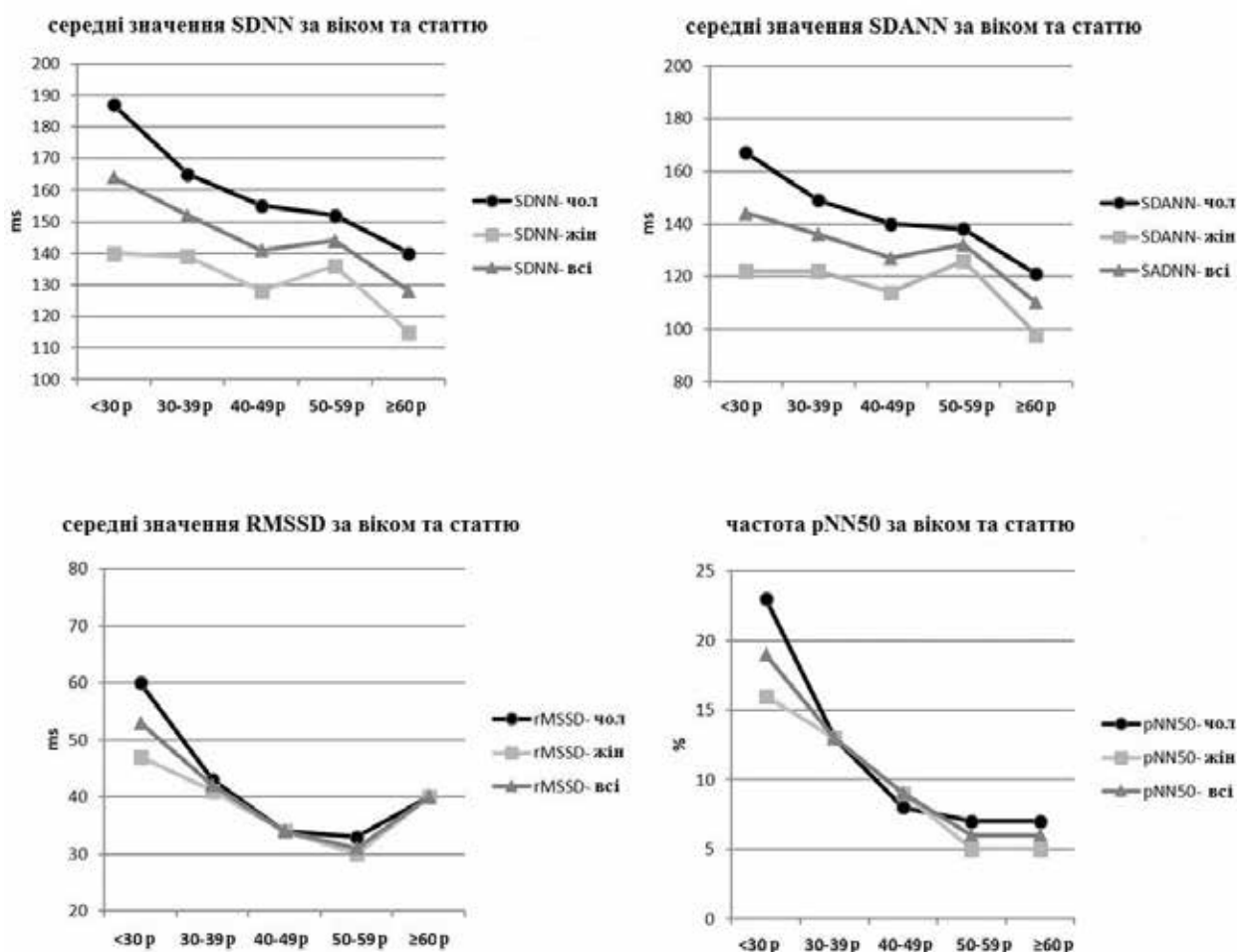


Рис. 1. Середні значення показників ВСР за віком (декади) та статтю [9]

статі = <0,001, для віку = <0,001); для RMSSD (P-value для статі = 0,070, для віку = <0,001); для pNN50 (P-value для статі = 0,017, для віку = <0,001).

Починаючи із пренатального періоду розвитку людини, показники BCP загалом збільшуються в дитинстві, до 12–14 років. Пікові показники BCP зазвичай спостерігаються у 20–25 років. Найбільш різке зниження параметрів BCP спостерігається між другим і третім десятиліттями життя [12]. У період приблизно до 50 років показники BCP або не змінюються, або повільно знижуються. Від 50 до 80 років показники BCP знижуються до визначеного віку, після цього не змінюються [12] або мають найнижчі значення на 7-му десятилітті. Це дуже узагальнена, орієнтовна картина, для ілюстрації загального вигляду змін BCP з віком. Деякі дослідження дозволяють припустити, що вікове зниження BCP не є неминучим, але для уточнення цих даних потрібні додаткові дослідження [13].

У дослідженні T. Zhang та інших вивчався вплив віку на BCP в пацієнтів із психічними розладами у 5-хвилинних ЕКГ. Результати вказують на суттєве зниження BCP з віком у пацієнтів із психічними розладами. Показники частоти серцевих скорочень і BCP були вищими у групах підліткового та раннього дорослого віку, ніж у групах середнього та пізнього дорослого віку. Вік та всі показники BCP мали негативну кореляцію, причому ці закономірності кореляції були більш виражені у групах молодшого віку [4]. Ці дані можуть бути корисними для клінічної практики. Визначення за допомогою параметрів BCP парасимпатичної дисфункції на ранніх стадіях шизофренії до початку лікування можна розглядати як нейробіологічний маркер у патофізіології шизофренії, що допомагає уникнути негативних ускладнень перебігу захворювання [14].

Аналіз BCP може слугувати прогностичним інструментом для визначення ризику захворювань і загального стану здоров'я в різні вікові періоди. Параметри зв'язку серцевого ритму плоду та матері можуть використовуватися для оцінки віку плоду [15]. Оцінка BCP відіграє велику роль у діагностиці афективно-респіраторних нападів у дітей, особливо білого ядра APH [16].

Оскільки показники варіабельності серцевого ритму свідчать про стан регуляторних систем, а значить, про адаптаційні можливості організму, їх усе частіше використовують у різних професійних сферах.

Спортсмени зазвичай демонструють кращу вегетативну функцію серця, ніж неспортсмени [17]. Окрім того, спортсмени, які займаються видами спорту на витривалість, показують у стані спокою нижчу частоту пульсу та більшу BCP [18]. Поріг варіабельності серцевого ритму (HRVT) є альтернативою для оцінки дихального (анаеробного) порога (ventilatory threshold) у спортсменів [19]. Доступність і простота інструментарію для вимірювання й оброблення даних BCP відкривають перспективи та можливості для подальшого вдосконалення практики тренувань і змагань. Дослідження із цього напрямку відображають практичні аспекти аналізу BCP, зокрема й відмінності залежно від статі та віку спортсменів [18].

Уважається, що спектральний аналіз дає більш чіткі та точні дані регуляторних компонентів BCP [20]. У вивченні денних і нічних відмінностей у динаміці серцевого ритму показники BCP 24-годинних записів ЕКГ (pNN50, HF, nLF, LF/HF) показали значні відмінності серед молодих здорових (середній вік – 34,5 років) і літніх здорових (середній вік – 61,6 років) пацієнтів. У здорових молодих пацієнтів, на відміну від літніх, спостерігалось зниження складності серцевого ритму (ніч < день). Зазначені показники BCP демонструють великі відмінності між днем і ніччю у здорових людей; ці відмінності притуплюються у літніх осіб. Вимірювання добової динаміки можуть бути корисними показниками зниження адаптаційних можливостей пацієнтів [21]. Дослідження показують, що адекватна тривалість сну може позитивно впливати на вегетативну регуляцію серця в людей середнього віку [22].

Виходячи з характеристики BCP, як медичного або клінічного показника, найбільш широке використання показників BCP спостерігається в медицині – у діагностиці, моніторингу й оцінці функціонального стану CCC та вегетативної нервової системи [23].

BCP як показник оцінки регуляції автономної НС розкриває механізм балансу між симпатичною та парасимпатичною активністю. Дослідження L.D. Asarickli зі співавторами виявили парасимпатичний тонус і підвищення BCP у пацієнтів із COVID-19 в анамнезі. Це може пояснити невирішені симптоми постковідного синдрому, які можуть бути пов'язані з вегетативним дисбалансом [24].

BCP широко використовується для моніторингу стресу та психофізіологічного стану. Дослідження C. da Estrela зі співавторами показали, що нижча BCP пов'язана з більшою вразливістю до пов'язаних із стресом порушень сну, що, у свою чергу, підвищує ризик посилення симптомів депресії у відповідь на хронічний стрес. BCP прогнозує пов'язані зі стресом порушення сну та є потенційним біомаркером підвищеної реактивності сну на стрес [25]. На основі BCP можна вирахувати також індекс стресу (інтенсивність розслаблення-стресу, RSI). Результати показали, що RSI можна використовувати для кількісної оцінки фізіологічних реакцій на психосоціальний стрес у різних вікових групах [26].

Прогностичне значення має взаємозв'язок між гіперглікемією та вегетативною дисфункцією. Вегетативна дисфункція передуює розвитку цукрового діабету 2 типу, особливо серед молодих людей [27]. Виявлена сильна кореляція між параметрами BCP та рівнем цукру у крові [28]. Вегетативна дисфункція, діагностована за допомогою індексів BCP, може бути залучена до патогенезу несприятливих результатів у разі клубочкової гіперфільтрації, особливо в молодих осіб [29]. На вегетативну дисфункцію вказує зниження параметрів BCP під час фізичних навантажень у людей з віковими хронічними захворюваннями, як-от діабет і гіпертонія [30]. Дані BCP, з урахуванням вікових особливостей, можуть використовуватися для прогнозування інтрадіалітичної гіпотензії в пацієнтів, які проходять гемодіаліз [31].

ВСР використовується для визначення ефективності лікування та запобігання побічним ефектам медикаментів. Параметри ВСР успішно використовуються для визначення ефективності методів лікування депресії [32]. У дослідженні A.L. Lopresti вивчався зв'язок між ВСР та мікроелементами. Згідно з результатами дослідження, дефіцит вітамінів D і B-12 пов'язаний із зниженням ВСР, а прийом цинку під час вагітності може позитивно впливати на ВСР в потомства аж до віку 5 років [2].

Широко вивчаються прикладні технології та методи реєстрації й обробки серцевого ритму. У дослідженні M. Altini та D. Plews, яке було зроблено на великій вибірці із 28 175 осіб, за допомогою додатку HRV4Training було встановлено, що залежно від вікової групи ВСР явно знижується, кореляція між RMSSD та віком була помірною [33]. Датчики фотоплетизмографії (PPG) використовуються в дослідженнях популяційних та індивідуальних особливостей серцевого ритму протягом доби залежно від віку, статі, сну, ІМТ та пори року [34]. Але, як зазначають автори досліджень [35], точності популярних комерційних технологій, що можуть вимірювати ВСР, незважаючи на стрімкий розвиток комерційних пристроїв, не надто високі. Необхідно постійно калібрувати ці пристрої для з'ясування точності параметрів і реальної прикладної цінності [36].

Беручи до уваги всі розглянуті сфери застосування показників ВСР, натеper дуже важливим є встановлення референтних значень актуальних індексів ВСР для всіх вікових періодів, з урахуванням статевих відмінностей. Також важливо враховувати, що відмінності ВСР можуть бути детерміновані впливом різних чинників, як-от генетика, етнічні та культурні особливості, соціальні умови, індивідуальний спосіб життя тощо. Вплив цієї низки детермінант на ВСР також є актуальним питанням майбутніх досліджень.

Висновки. Проведений аналіз сучасних досліджень вікових особливостей ВСР надав можливість з'ясувати сучасні наукові підходи до вивчення вікових особливостей ВСР та розкрити їхні основні характеристики. Літературний огляд наукових джерел у галузі досліджень щодо використання параметрів ВСР в різних контек-

стах і напрямках діяльності підкреслив важливість урахування вікових особливостей ВСР в різноманітних сферах їх використання.

Результати показують, що вік є важливою детермінантою ВСР у здорових людей. Починаючи із пренатального періоду розвитку людини, параметри ВСР загалом зростають у дитинстві та досягають максимуму приблизно у 12–14 років. Пік ВСР зазвичай припадає на вік 20–25 років. Значно виражений спад ВСР спостерігається між другим і третім десятиліттями життя. У період приблизно до 50 років показники ВСР можуть залишатися стабільними або зменшуватися повільно. Від 50 до 80 років ВСР зменшується до певного рівня, після цього залишається стабільним або досягає найнижчих значень на 7-му десятилітті. Деякі дослідження дозволяють припустити, що вікове зниження ВСР не є неминучим, але для уточнення цих даних потрібні додаткові дослідження.

Останнім часом вимірювання показників варіабельності серцевого ритму стало доступним для широкого кола досліджень і практичного застосування, набуває все більшої популярності в різних професійних галузях. Варто зазначити, що стандартизація методів вимірювання й аналізу даних ще далека від завершення, натеper усе ще не встановлені норми, чи референтні значення, показників ВСР у дорослого здорового населення взагалі й одержаних за допомогою холтерівської ЕКГ зокрема.

Перед дослідниками вікових особливостей ВСР стоїть низка завдань, серед яких визначення референтних значень показників ВСР у всіх вікових групах, беручи до уваги статеві відмінності. Важливо враховувати, що різні чинники, як-от генетика, етнічні та культурні особливості, соціальні умови, індивідуальний спосіб життя, можуть впливати на ВСР, це залишається предметом майбутніх досліджень.

Перспективним напрямом, зважаючи на швидкість розвитку технологій, що може мати високу значущість у практичному використанні, є розвиток і вдосконалення використання COTS-пристроїв для точної реєстрації параметрів ВСР та програмного забезпечення для її коректного аналізу.

Література:

1. Heart rate variability: reference values and role for clinical profile and mortality in individuals with heart failure / S. Zeid et al. *Clinical research in cardiology: official journal of the German Cardiac Society*. 2023. <https://doi.org/10.1007/s00392-023-02248-7>.
2. Lopresti A.L. Association between Micronutrients and Heart Rate Variability: A Review of Human Studies. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*. 2020. № 11 (3). P. 559–575. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz136>.
3. Normal values of corrected heart-rate variability in 10-second electrocardiograms for all ages / M.E. Van den Berg et al. *Frontiers in physiology*. 2018. Vol. 9. P. 424. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00424>.
4. Heart rate variability in patients with psychiatric disorders from adolescence to adulthood / T. Zhang et al. *General hospital psychiatry*. 2023. № 84. P. 179–187. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2023.08.002>.
5. Variabilidad del ritmo cardíaco en pediatría: aspectos metodológicos y aplicaciones clínicas [Heart rate variability in children: methodological issues and clinical applications] / I. Rodríguez-Núñez et al. // *Archivos de cardiología de Mexico*. 2022. Vol. 92 (2). P. 242–252.
6. The effect of age on the heart rate variability of healthy subjects / L. Garavaglia et al. *PLoS One*. 2021. № 16 (10). e0255894. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255894>.
7. Declining Trends of Heart Rate Variability According to Aging in Healthy Asian Adults / J. Choi et al. *Frontiers in aging neuroscience*. 2020. № 12. 610626. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.610626>.

8. Age induced interactions between heart rate variability and systolic blood pressure variability using approximate entropy and recurrence quantification analysis: a multiscale cross correlation analysis / V. Singh et al. *Physical and engineering sciences in medicine*. 2021. № 44 (2). P. 497–510. <https://doi.org/10.1007/s13246-021-01000-7>.
9. Age and Sex Differences in Heart Rate Variability and Vagal Specific Patterns – Baependi Heart Study / G.R. Geovanini et al. *Global Heart*. 2020. Vol. 15. № 1. P. 71. <https://doi.org/10.5334/gh.873>.
10. Sex differences in heart rate responses to postural provocations / K. Hnatkova et al. *International Journal of Cardiology*. 2019. Vol. 297. P. 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2019.09.044>.
11. Shaffer F., Ginsberg J.P. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health*. Vol. 5 (258). P. 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>.
12. Heart Rate Variability and Exceptional Longevity / A. Hernández-Vicente et al. *Frontiers in physiology*. 2020. Vol. 11. 566399. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.566399>.
13. Heart rate variability as a marker of healthy ageing / J.P.H. Tan et al. *International journal of cardiology*. 2019. № 275. P. 101–103. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.08.005>.
14. Heart Rate Variability with Deep Breathing in Drug-Naïve Patients with Schizophrenia / Y.C. Tai et al. *Applied psychophysiology and biofeedback*. 2020. № 45 (4). P. 275–282. <https://doi.org/10.1007/s10484-020-09489-6>.
15. Estimating Fetal Age by Fetal Maternal Heart Rate Coupling Parameters / A.H. Khandoker et al. *42'nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC)*. 2020. P. 604–607. <https://doi.org/10.1109/EMBC44109.2020.9176049>.
16. Evaluation of Heart Rate Variability in Children With Breath-Holding Episodes / A. Al-Shahawy et al. *Pediatric neurology*. 2019. Vol. 93. P. 34–38. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2018.10.016>.
17. Heart rate variability in middle-aged sprint and endurance athletes / L.A. Deus et al. 2019. Vol. 205. P. 39–43. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.10.018>.
18. Practices and Applications of Heart Rate Variability Monitoring in Endurance Athletes / C.J. Lundstrom et al. *International journal of sports medicine*. 2023. № 44 (1). P. 9–19. <https://doi.org/10.1055/a-1864-9726>.
19. Agreement between the Heart Rate Variability Threshold and Ventilatory Threshold in Young Women: Impact of Cardiac Parasympathetic Status and Cardiorespiratory Fitness / C.J.G. Da Cruz et al. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*. 2022. Vol. 26 (3). P. 179–190. <https://doi.org/10.1080/1091367X.2021.1979980>.
20. Лісун Ю.Б., Углев Є.І. Варіабельність серцевого ритму, використання та методи аналізу. *Pain, Anaesthesia & Intensive Care*. 2020. № 4 (93). С. 83–89. DOI: 10.25284/2519-2078.4(93).2020.220693.
21. Day-night patterns in heart rate variability and complexity: differences with age and cardiopulmonary disease / Y. Ma et al. *Journal of clinical sleep medicine, JCSM* : official publication of the American Academy of Sleep Medicine. 2023. Vol. 19 (5). P. 873–882. <https://doi.org/10.5664/jcsm.10434>.
22. Influence of sleep duration and sex on age-related differences in heart rate variability: Findings from program 4 of the HAIE study / J.U. Gonzales et al. *Sleep Medicine*. 2023. Vol. 106. P. 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2023.03.029>.
23. Perek S., Raz-Pasteur A. Heart rate variability: the age-old tool still remains current. *Harefuah*. 2021. № 160 (8). P. 533–536. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34396730/>.
24. Heart rate variability and cardiac autonomic functions in post-COVID period / L.D. Asarcikli et al. *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology*. 2022. № 63. P. 715–721. <https://doi.org/10.1007/s10840-022-01138-8>.
25. Heart Rate Variability, Sleep Quality, and Depression in the Context of Chronic Stress / C. Da Estrela et al. *Annals of behavioral medicine: a publication of the Society of Behavioral Medicine*. 2021. № 55 (2). P. 155–164. <https://doi.org/10.1093/abm/kaaa039>.
26. Seipäjärvi S.M. et al. Measuring psychosocial stress with heart rate variability-based methods in different health and age groups. *Physiological Measurement*. 2022. № 43 (5). 055002. DOI: 10.1088/1361-6579/ac6b7c.
27. Heart Rate Variability and Incident Type 2 Diabetes in General Population / K. Wang et al. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*. 2023. Vol. 108(10). P. 2510–2516. DOI: 10.1210/clinem/dgad200.
28. Age and Gender Impact on Heart Rate Variability towards Noninvasive Glucose Measurement / A. Stojmenski et al. *Sensors*. 2023. № 23.21. P. 8697. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/21/8697>.
29. Role of Heart Rate Variability in Association Between Glomerular Hyperfiltration and All-Cause Mortality / H.C. Chang et al. *Journal of the American Heart Association*. 2021. Vol. 10 (24). e021585. <https://doi.org/10.1161/JAHA.121.021585>.
30. The impact of age, type 2 diabetes and hypertension on heart rate variability during rest and exercise at increasing levels of heat stress / J.A. De Barros et al. *European journal of applied physiology*. 2022. № 122 (5). P. 1249–1259. <https://doi.org/10.1007/s00421-022-04916-4>.
31. Predicting intradialytic hypotension using heart rate variability / S. Park et al. *Scientific reports*. 2019. № 9 (1). P. 2574. DOI: 10.1038/s41598-019-39295-y.
32. Efficacy of bio- and neurofeedback for depression: a meta-analysis / J. Fernández-Alvarez et al. *Psychological Medicine*. 2022. Vol. 52 (2). P. 201–216. <https://doi.org/10.1017/S0033291721004396>.
33. Altini M., Plews D. What Is behind Changes in Resting Heart Rate and Heart Rate Variability? A Large-Scale Analysis of Longitudinal Measurements Acquired in Free-Living. *Sensors (Basel)*. 2021. Vol. 21 (23). P. 7932. <https://doi.org/10.3390/s21237932>.
34. Inter- and intraindividual variability in daily resting heart rate and its associations with age, sex, sleep, BMI, and time of year: Retrospective, longitudinal cohort study of 92,457 adults / G. Quer et al. *PloS one*. 2020. Vol. 15 (2). e0227709. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227709>.

35. Wrist-worn devices for the measurement of heart rate and energy expenditure: A validation study for the Apple Watch 6, Polar Vantage V and Fitbit Sense / G. Hajj-Boutros et al. *European journal of sport science*. 2023. Vol. 23 (2). P. 165–177. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.2023656>.
36. Assessing the Accuracy of Popular Commercial Technologies That Measure Resting Heart Rate and Heart Rate Variability / J.D. Stone et al. *Frontiers in sports and active living*. 2021. Vol. 3. 585870. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.585870>.

References:

1. Zeid, S., Buch, G., Velmeden, D., Söhne, J., Schulz, A., Schuch, A., Tröbs, S.O., Heidorn, M.W., Müller, F., Strauch, K., Coboeken, K., Lackner, K.J., Gori, T., Münzel, T., Prochaska, J.H., Wild, P.S. (2023). Heart rate variability: reference values and role for clinical profile and mortality in individuals with heart failure. *Clinical research in cardiology: official journal of the German Cardiac Society*. <https://doi.org/10.1007/s00392-023-02248-7>. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00392-023-02248-7#citeas> [in English].
2. Lopresti, A.L. (2020). Association between Micronutrients and Heart Rate Variability: A Review of Human Studies. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*, 11 (3), 559–575. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz136> [in English].
3. Van den Berg, M.E., Rijnbeek, P.R., Niemeijer, M.N., Hofman, A., Van Herpen, G., Bots, M.L., ... & Kors, J.A. (2018). Normal values of corrected heart-rate variability in 10-second electrocardiograms for all ages. *Frontiers in physiology*, 9, 424. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00424> [in English].
4. Zhang, T., Zhou, L., Wei, Y., Tang, X., Gao, Y., Hu, Y., Xu, L., Chen, T., Liu, H., Li, C., Lu, Z., & Wang, J. (2023). Heart rate variability in patients with psychiatric disorders from adolescence to adulthood. *General hospital psychiatry*, 84, 179–187. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2023.08.002> [in English].
5. Rodríguez-Núñez, I., Rodríguez-Romero, N., Álvarez, A., Zambrano, L., Luciano da Veiga, G., & Romero, F. (2022). Variabilidad del ritmo cardíaco en pediatría: aspectos metodológicos y aplicaciones clínicas [Heart rate variability in children: methodological issues and clinical applications]. *Archivos de cardiología de Mexico*, 92 (2), 242–252. <https://doi.org/10.24875/ACM.20000473> [in Spanish].
6. Garavaglia, L., Gulich, D., Defeo, M.M., Thomas Mailland, J., Irurzun, I.M. (2021). The effect of age on the heart rate variability of healthy subjects. *PLoS One*, 16 (10), e0255894. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255894> [in English].
7. Choi, J., Cha, W., & Park, M.G. (2020). Declining Trends of Heart Rate Variability According to Aging in Healthy Asian Adults. *Frontiers in aging neuroscience*, 12, 610626. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.610626> [in English].
8. Singh, V., Gupta, A., Sohal, J.S., Singh, A., Bakshi, S. (2021). Age induced interactions between heart rate variability and systolic blood pressure variability using approximate entropy and recurrence quantification analysis: a multiscale cross correlation analysis. *Physical and engineering sciences in medicine*, 44 (2), 497–510. <https://doi.org/10.1007/s13246-021-01000-7> [in English].
9. Geovanini, G.R., Vasques, E.R., de Oliveira Alvim, R., Mill, J.G., Andreão, R.V., Vasques, B.K., ... Krieger, J.E. (2020). Age and Sex Differences in Heart Rate Variability and Vagal Specific Patterns – Baependi Heart Study. *Global Heart*, 15 (1), 71. <https://doi.org/10.5334/gh.873> [in English].
10. Hnatkova, K., Šišáková, M., Smetana, P., Novotný, T., Schmidt, G. & Malik, M. (2019). Sex differences in heart rate responses to postural provocations. *International Journal of Cardiology*, 297, 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2019.09.044> [in English].
11. Shaffer, F. Ginsberg J.P. (2017). An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health*, 5: 258, 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258> [in English].
12. Hernández-Vicente, A., Hernando, D., Santos-Lozano, A., Rodríguez-Romo, G., Vicente-Rodríguez, G., Pueyo, E., Bailón, R., Garatachea, N. (2020). Heart Rate Variability and Exceptional Longevity. *Frontiers in physiology*, 11, 566399. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.566399> [in English].
13. Tan, J.P.H., Beilharz, J.E., Vollmer-Conna, U., Cvejic, E. (2019). Heart rate variability as a marker of healthy ageing. *International journal of cardiology*, 275, 101–103. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.08.005> [in English].
14. Tai, Y.C., Lin, S.H., Chen, K.C., Lee, I.H., Chen, P.S., Lee, L.T., Tsai, H.C., Yeh, T.L., Yang, Y.K. (2020). Heart Rate Variability with Deep Breathing in Drug-Naïve Patients with Schizophrenia. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 45 (4), 275–282. <https://doi.org/10.1007/s10484-020-09489-6> [in English].
15. Khandoker, A.H., Wahbah, M., Al Sakaji, R., Funamoto, K., Krishnan, A., Kimura, Y. (2020). Estimating fetal age by fetal maternal heart rate coupling parameters. In *2020 42'nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC)* (pp. 604–607). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EMBC44109.2020.9176049> [in English].
16. Al-Shahawy, A., El Amrousy, D., Abo Elezz, A. (2019). Evaluation of Heart Rate Variability in Children With Breath-Holding Episodes. *Pediatric neurology*, 93, 34–38. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2018.10.016> [in English].
17. Deus, L.A., Sousa, C.V., Rosa, T.S., Filho, J.M.S., Santos, P.A., Barbosa, L.D., Silva Aguiar, S., Souza, L.H.R., Simões, H.G. (2019). Heart rate variability in middle-aged sprint and endurance athletes. *Physiology & behavior*, 205, 39–43. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.10.018> [in English].
18. Lundstrom, C.J., Foreman, N.A., Biltz, G. (2023). Practices and Applications of Heart Rate Variability Monitoring in Endurance Athletes. *International journal of sports medicine*, 44 (1), 9–19. <https://doi.org/10.1055/a-1864-9726> [in English].
19. Da Cruz, C.J.G., Porto, L.G.G., Molina, G.E. (2022). Agreement between the Heart Rate Variability Threshold and Ventilatory Threshold in Young Women: Impact of Cardiac Parasympathetic Status and Cardiorespiratory Fitness. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 26 (3), 179–190 [in English].

20. Lisun, Y.B., Uglev, E.I. (2020). Variabelnist sertsevoho rytmu, vykorystannia ta metody analizu [Heart rate variability, uses and methods of analysis]. *Pain, Anaesthesia & Intensive Care*. № 4. P. 83–89.
21. Ma, Y., Chang, M.C., Litrownik, D., Wayne, P.M., Yeh, G.Y. (2023). Day-night patterns in heart rate variability and complexity: differences with age and cardiopulmonary disease. *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 19 (5), 873–882. <https://doi.org/10.5664/jcsm.10434> [in English].
22. Gonzales, J.U., Elavsky, S., Cipryan, L., Jandačková, V., Burda, M., Jandačka, D. (2023). Influence of sleep duration and sex on age-related differences in heart rate variability: Findings from program 4 of the HAIE study. *Sleep Medicine*, 106, 69–77. DOI: 10.1016/j.sleep.2023.03.029 [in English].
23. Perek, S., & Raz-Pasteur, A. (2021). Heart rate variability: the age-old tool still remains current. *Harefuah*, 160 (8), 533–536 [in Hebrew].
24. Asarcikli, L.D., Hayiroglu, M.İ., Oskan, A., Keskin, K., Kolak, Z., Aksu, T. (2022). Heart rate variability and cardiac autonomic functions in post-COVID period. *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology*, 63 (3), 715–721. <https://doi.org/10.1007/s10840-022-01138-8> [in English].
25. Da Estrela, C., McGrath, J., Booij, L., Gouin, J.P. (2021). Heart Rate Variability, Sleep Quality, and Depression in the Context of Chronic Stress. *Annals of behavioral medicine: a publication of the Society of Behavioral Medicine*, 55 (2), 155–164. <https://doi.org/10.1093/abm/kaaa039>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32525208/> [in English].
26. Seipäjärvi, S.M., Tuomola, A., Juurakko, J., Rottensteiner, M., Rissanen, A.P.E., Kurkela, J.L., ... Wikgren, J. (2022). Measuring psychosocial stress with heart rate variability-based methods in different health and age groups. *Physiological Measurement*, 43 (5), 055002. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/ac6b7c> [in English].
27. Wang, K., Ahmadizar, F., Geurts, S., Arshi, B., Kors, J.A., Rizopoulos, D., Sijbrands, E.J.G., Ikram, M.A., Kavousi, M. (2023). Heart Rate Variability and Incident Type 2 Diabetes in General Population. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 108 (10), 2510–2516. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgad200> [in English].
28. Stojmiski, A., Gusev, M., Chorbev, I., Tudjarski, S., Poposka, L., Vavlukis, M. (2023). Age and Gender Impact on Heart Rate Variability towards Noninvasive Glucose Measurement. *Sensors*, 23 (21), 8697 [in English].
29. Chang, H.C., Huang, C.J., Yang, A.C., Cheng, H.M., Chuang, S.Y., Yu, W.C., Chiang, C.E., Chen, C.H., Sung, S.H. (2021). Role of Heart Rate Variability in Association Between Glomerular Hyperfiltration and All-Cause Mortality. *Journal of the American Heart Association*, 10 (24), e021585. <https://doi.org/10.1161/JAHA.121.021585> [in English].
30. De Barros, J.A., Macartney, M.J., Peoples, G.E., Notley, S.R., Herry, C.L., Kenny, G.P. (2022). The impact of age, type 2 diabetes and hypertension on heart rate variability during rest and exercise at increasing levels of heat stress. *European journal of applied physiology*, 122 (5), 1249–1259. <https://doi.org/10.1007/s00421-022-04916-4> [in English].
31. Park, S., Kim, W.J., Cho, N.J., Choi, C.Y., Heo, N.H., Gil, H.W., Lee, E.Y. (2019). Predicting intradialytic hypotension using heart rate variability. *Scientific reports*, 9 (1), 2574. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-39295-y> [in English].
32. Fernández-Alvarez, J., Grassi, M., Colombo, D., Botella, C., Cipresso, P., Perna, G., Riva, G. (2022). Efficacy of bio- and neurofeedback for depression: a meta-analysis. *Psychological medicine*, 52 (2), 201–216. <https://doi.org/10.1017/S0033291721004396> [in English].
33. Altini, M., & Plews, D. (2021). What Is behind Changes in Resting Heart Rate and Heart Rate Variability? A Large-Scale Analysis of Longitudinal Measurements Acquired in Free-Living. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21 (23), 7932. <https://doi.org/10.3390/s21237932> [in English].
34. Quer, G., Gouda, P., Galarnyk, M., Topol, E.J., Steinhubl, S.R. (2020). Inter- and intraindividual variability in daily resting heart rate and its associations with age, sex, sleep, BMI, and time of year: Retrospective, longitudinal cohort study of 92,457 adults. *PloS one*, 15 (2), e0227709. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227709> [in English].
35. Hajj-Boutros, G., Landry-Duval, M.A., Comtois, A.S., Gouspillou, G., Karelis, A.D. (2023). Wrist-worn devices for the measurement of heart rate and energy expenditure: A validation study for the Apple Watch 6, Polar Vantage V and Fitbit Sense. *European journal of sport science*, 23 (2), 165–177. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.2023656> [in English].
36. Stone, J.D., Ulman, H.K., Tran, K., Thompson, A.G., Halter, M.D., Ramadan, J.H., Stephenson, M., Finomore, V.S., Jr, Galster, S.M., Rezai, A.R., Hagen, J.A. (2021). Assessing the Accuracy of Popular Commercial Technologies That Measure Resting Heart Rate and Heart Rate Variability. *Frontiers in sports and active living*, 3, 585870. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.585870> [in English].

АНАЛІЗ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ОСІБ, ЯКІ ПЕРЕХВОРИЛИ НА COVID-19

Ляшенко Валентина Петрівна,

доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри біології людини, хімії та методики навчання хімії
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0000-0001-5849-278X
Scopus Author ID: 56368728400
Web of Science Researcher ID: O-9498-2019

Кофан Ірина Миколаївна,

кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри фізіології та інтродукції рослин
Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара
ORCID ID: 0000-0002-7252-1134
Scopus Author ID: 16063750100
Web of Science Researcher ID: HGE-0403-2022

Дзюба Тетяна В'ячеславівна,

здобувач освіти
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка

Дослідження присвячене вивченню психофізіологічних аспектів в осіб, які перехворіли на COVID-19, і тих, хто отримав вакцину Pfizer. В обстеженні брали участь жінки, середній вік яких становив $47,34 \pm 0,66$ років. Комплексне дослідження включало аналіз рівня депресії в зазначених вище осіб за методикою «Шкала депресії Бека», виявлення ступеня денної сонливості за діагностичним опитувальником «Шкала сонливості Епворта» й оцінку якості сну протягом останнього місяця за Пітсбурзьким опитувальником якості сну.

Результати анкетування та спостережень обстежених щодо їхнього психічного стану, зокрема й рівень депресії та показники якості сну, показали, що захворювання COVID-19 чинить суттєвий вплив на психофізіологічні параметри жінок. Показано, що постковідний синдром спричиняє депресію, втрату інтересу або задоволення, зниження енергії, порушення концентрації уваги, апетиту, якості та кількості сну. Спричинене вірусом порушення імунної системи може сприяти розвитку психопатології через посилення психологічного стресу внаслідок перенесення потенційно смертельної хвороби та стрес-зумовленого запалення. Взаємодія між вродженою й адаптивною імунними системами та нейромедіаторами є механізмом, який лежить в основі розладів настрою, психозів і тривожних розладів. Стрес, який супроводжує хворобу, може призводити до змін у сні та бадьорості під час дня. Зайва енергія в умовах відсутності фізичної активності може поглибити метаболічні порушення, що внаслідок цього підвищує ризик виникнення різних хронічних захворювань. Кишковий мікробіом є потенційно ключовим чинником у розвитку психічних розладів, як-от депресія та тривога, особливо в умовах пандемії. Також наявний взаємозв'язок, де мікробні метаболіти й ендотоксини можуть впливати на легені через кров, запалення в легенях може взаємодіяти з мікробіотою кишечника. Особи, які отримали вакцину, можуть мати більше відчуття безпеки щодо можливості уникнути тяжкого перебігу COVID-19 або передачі вірусу іншим особам. Це може позитивно вплинути на їхній психологічний стан.

Результати дослідження можуть бути корисними для лікарів і психологів, щоб покращити підтримку та лікування осіб, які перехворіли на COVID-19, та допомогти їм відновитися після цього захворювання.

Ключові слова: COVID-19, жінки, психофізіологічні функції, сон, депресія, вакцинація.

Lyashenko Valentyna, Kofan Iryna, Dziuba Tetiana. Analysis of psychophysiological parameters of persons who have recovered from COVID-19

The study is devoted to the study of psychophysiological aspects in people who have recovered from COVID-19 disease and those who received the Pfizer vaccine. The survey involved 102 women, whose average age was $47,34 \pm 0,66$ years. A comprehensive study included an analysis of the level of depression in the above-mentioned persons using the Beck Depression Scale, detection of the degree of daytime sleepiness using the Epworth Sleepiness Scale diagnostic questionnaire, and assessment of sleep quality during the last month using the Pittsburgh Sleep Quality Questionnaire.

The results of the questionnaire and observations of the examinees regarding their mental state, including the level of depression and indicators of sleep quality, showed that the disease of COVID-19 has a significant impact on the psychophysiological parameters of women. Post-COVID syndrome has been shown to cause depression, loss of interest or pleasure, decreased energy, impaired concentration, appetite, quality and quantity of sleep. Virus-induced immune system impairment can contribute to the development of psychopathology by increasing psychological stress due to suffering a potentially fatal illness and stress-related inflammation.

The interaction between the innate and adaptive immune systems and neurotransmitters is the mechanism that underlies mood disorders, psychoses, and anxiety disorders. The stress that accompanies illness can lead to changes in sleep and alertness during the day. Excess energy in the absence of physical activity can exacerbate metabolic disorders, which consequently increases the risk of various chronic diseases. The gut microbiome is potentially a key factor in the development of mental disorders such as depression and anxiety, especially in a pandemic. There is also a relationship where microbial metabolites and endotoxins can affect the lungs through the bloodstream, and inflammation in the lungs can interact with the gut microbiota. People who have received the vaccine may feel more secure about being able to avoid severe COVID-19 or transmitting the virus to others. This can have a positive effect on their psychological state.

The results of the study can be useful for doctors and psychologists to improve the support and treatment of people who have recovered from COVID-19 and help them recover from this disease.

Key words: COVID-19, women, psychophysiological functions, sleep, depression, vaccination.

Вступ. Пандемія COVID-19, яка вибухнула наприкінці 2019 р., стала однією з найсуттєвіших глобальних криз у сучасній історії [1; 2]. Ця пандемія не лише спричинила фізичні хвороби та смерті, але й мала значний вплив на психічне та фізичне здоров'я людей [3–5]. Вплив даного захворювання на психофізіологічні показники став об'єктом інтенсивного дослідження й обговорення в науковій спільноті та суспільстві загалом [6; 7].

Від початку пандемії вчені різних країн повідомляли про те, що коронавірус спричиняє не лише проблеми фізичного здоров'я, але й зміни у психічних і емоційних реакціях у багатьох людей [8–12]. Рівень стресу, тривожності та депресії підвищився, і багато хто зіткнувся зі складнощами у впорядкуванні свого психологічного стану [13]. Однак важливо розуміти, що реакція на вірус є індивідуальною і може варіювати від особи до особи. Деякі люди можуть виявити високий рівень стійкості й адаптивності, тоді як інші можуть потребувати підтримки та допомоги. Розуміння цього впливу допоможе розробити ефективні стратегії для забезпечення психофізіологічного благополуччя населення в умовах пандемії.

Важливим аспектом у боротьбі з пандемією COVID-19 є вакцинація, яка вважається однією з найефективніших стратегій для запобігання захворюванню та подолання пандемії [14; 15]. Вона впливає на різні аспекти життя людей, зокрема і психологічний та фізіологічний стан. Однак загальна тенденція полягає в тому, що вакцинація сприяє покращенню психофізіологічного стану та зменшенню негативного впливу пандемії на емоційний і фізичний стан людей.

Стаття присвячена розгляду й аналізу впливу коронавірусу на психофізіологічні аспекти життя людей. У ній розглядаються різні аспекти цього впливу, зокрема й фізіологічні та психологічні аспекти, а також їх взаємозв'язок. Окрім того, ми висвітлюємо можливі наслідки цього впливу на загальний стан здоров'я та якість життя, запропонуємо можливі шляхи подолання цих викликів.

Мета статті – зробити аналіз психофізіологічних показників осіб, які перехворіли на COVID-19, і осіб, які були вакциновані.

Матеріали та методи. Дослідження проводилось у період із січня 2021 р. по січень 2022 р. В обстеженні брали участь 102 жінки, середній вік яких становив $47,34 \pm 0,66$ років. Було сформовано дві групи. Перша група включала 48 осіб, які перехворіли на COVID-19, а друга – 54 особи, які не мали COVID-19 в анамнезі та були щеплені вакциною Pfizer.

Аналіз усіх параметрів проводився через місяць після перенесення хвороби в осіб першої групи та через місяць після вакцинації в осіб другої групи.

Дослідження було проведено відповідно до вимог етичних стандартів, отримано відповідні дозволи для проведення дослідження.

Для виявлення рівня депресії в осіб, які перехворіли на COVID-19, і вакцинованих ми використовували стандартизований психологічний тест «Шкала депресії Бека» (Beck Depression Inventory) (далі – BDI) [16]. Цей тест оцінює симптоми депресії, як-от настрої, енергія, інтерес до життя, апетит і сон.

Гарний сон, як і харчування та фізична активність, є важливим індикатором здоров'я та благополуччя людини. Безсоння далеко не завжди є ознакою серйозних захворювань. Набагато частіше воно зумовлене незвичними ситуаціями, що порушують діяльність нервової системи та внутрішніх органів. Для виявлення ступеня денної сонливості нами використовувався спеціальний діагностичний опитувальник – «Шкала сонливості Епворта» / “Epworth Sleepiness Scale” (далі – ESS) [10]. Процедура триває від 2 до 5 хвилин, під час яких потрібно оцінити свою ймовірність заснути в обраній ситуації за 3-бальною шкалою, де 0 – засипання дуже мало ймовірно, 1 – невелика ймовірність заснути, 2 – помірна, 3 – висока ймовірність. Досліджені мають заповнювати варіант опитувальника, де не вказана кількість балів, яку вони отримують за кожен варіант відповіді.

Опитувальник Епворта слугує тільки для попередньої оцінки симптомів і для постановки діагнозу має бути доповнений об'єктивними методами: кардіореспіраторним моніторингом або полісомнографією. Протягом дня в усіх бувають короткі напади сонливості, особливо якщо людина пізно лягла спати. Але шкала Епворта не призначена для перевірки ступеня сонливості в конкретний день і годину. Її мета – виміряти загальну сонливість у більш широкому контексті життя.

Для оцінки якості сну протягом останнього місяця нами було використано Пітсбурзький опитувальник якості сну [16]. Опитувальник містить 19 пунктів, які допомагають оцінити сон за сімома компонентами, як-от: суб'єктивна якість сну, латентність сну, тривалість сну, суб'єктивна оцінка достатності кількості сну, порушення сну, використання снодійних медикаментів, порушення денного функціонування. Сумарний бал за всіма компонентами шкали від 0 до 21, за ≤ 5 балів якість сну оцінюється як гарна, за > 6 – як погана [16].

Результати були оброблені статистично за допомогою програми "STATISTICA". Проводився статистичний аналіз для порівняння групових середніх значень і частот.

Результати. За результатами тесту Бека в першій групі осіб, які перехворіли на COVID-19, за шкалою BDI відсутність депресії виявлено в 48% жінок, легку депресію – у 36% жінок, помірна депресія відзначена в 16% жінок (рис. 1).

У жінок другої групи, які були вакциновані, відзначено відсутність депресивних симптомів у 63% осіб, а легка депресія (субдепресія) наявна у 37% осіб (рис. 2).

Депресивні розлади в осіб, які перехворіли на COVID-19, стали досить поширеною проблемою під час пандемії. Ця проблема виникає через комплексний вплив фізичних, психологічних і соціальних чинників.

Постковідний синдром спричиняє депресивні настрої, втрату інтересу або задоволення, зниження енергії, почуття провини або низьку самооцінку, порушення сну або апетиту, слабку концентрацію уваги. Депресія часто пов'язана із симптомами тривоги. Ці проблеми можуть стати хронічними або рецидивними та призвести до істотних порушень працездатності жінок, неможливості виконувати свої повсякденні обов'язки в повному обсязі.

Як видно з результатів наших досліджень, депресивні симптоми були більш вираженими в жінок, які перехворіли на COVID-19, порівняно з тими, хто був вакцинований. Це пов'язано, по-перше, з фізичними ефектами, оскільки COVID-19 може призвести до серйозних фізичних симптомів, як-от висока температура, кашель, втома, втрата смаку та нюху, болі у грудях тощо. Ці фізичні симптоми можуть викликати стрес і призвести до почуття безсилля та невдоволення своїм становищем, що може загострити депресію.

По-друге, з фізіологічними змінами, бо COVID-19 може впливати на нейрологічну й імунну системи, це може мати вплив на настрій і психічне здоров'я. Він може спричинити запалення, яке впливає на функціонування мозку та може бути пов'язане з депресією.

Варто зважати також на соціальну ізоляцію та страх перед зараженням. Особи, які перехворіли на COVID-19, можуть відчувати страх перед інфікуванням інших, і це може призвести до соціальної ізо-

ляції. Також вони можуть боятися, що їхнє захворювання призведе до зараження рідних і близьких. Це може підсилити почуття страху та тривожності, що може виявитися в депресивних симптомах.

Заходи соціальної ізоляції спричинили різке зниження фізичної активності, оскільки рекреаційні заклади, спортивні центри, спортзали, громадські парки, ігрові майданчики та школи були змушені закритися. Проте фізична активність більш ніж заохочується, оскільки доведено, що вона зміцнює імунну систему, запобігає респіраторним інфекціям і, як наслідок, запобігає новим випадкам COVID-19.

Надлишок енергії в умовах відсутності фізичної активності може посилити метаболічні розлади, що, у свою чергу, підвищує ризик багатьох хронічних захворювань; тому правильне харчування має велике значення, рекомендується мати збалансовану та здорову дієту з обмеженим споживанням калорій, уникаючи надмірного споживання. Нарешті, кишковий мікробіом може бути потенційним ключовим чинником, оскільки кишкова мікробіота відіграє важливу роль у розвитку психічних розладів, як-от депресія та тривога (як наслідок пандемії), а також двосторонній зв'язок, де мікробні метаболіти й окремі ендотоксини можуть впливати на легені через кров, коли запалення може виникнути в легенях, реципрокним чином впливає на мікробіоту кишечника. Мікробіом кишечника був визначений як другий мозок людини через його двоспрямовану передачу сигналів між шлунково-кишковим трактом і мозком, який є життєво важливим для підтримки гомеостазу та бере участь у виробництві нейромедіаторів мозку, як-от серотонін, дофамін, ГАМК, норадреналін або ацетилхолін [17].

Відомо, що психологічний слід карантину можна виявити через місяці та навіть роки після карантину, що свідчить про гострі та хронічні наслідки [18]. Отже, разом із карантинними заходами необхідно впроваджувати психологічну допомогу, планування та заходи не лише протягом періоду карантину, але й під час подальшої деескалації.

Мають місце й економічні та соціальні чинники: особи, які перехворіли на COVID-19, можуть стикатися із загрозою втрати роботи, фінансових труднощів

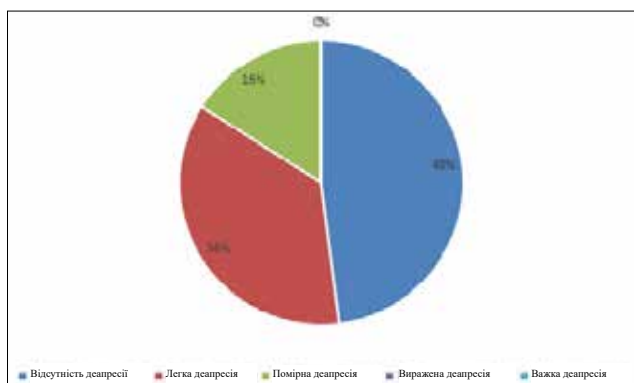


Рис. 1. Наявність депресивних симптомів в осіб першої групи

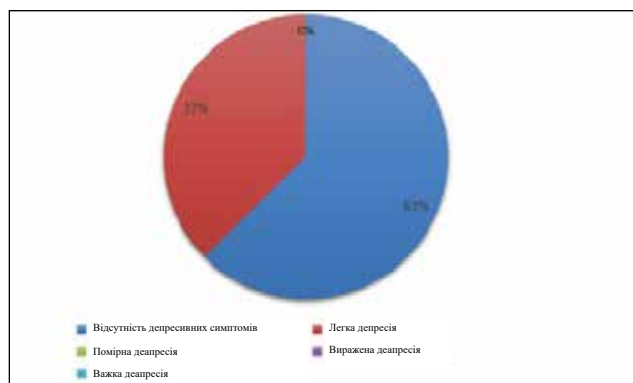


Рис. 2. Наявність депресивних симптомів в осіб другої групи

та інших економічних проблем. Ці чинники можуть призвести до стресу та депресії.

На останок зазначимо такий чинник, як невизначеність майбутнього. Невизначеність щодо того, коли пандемія закінчиться, коли життя повернеться до норми, може також впливати на психічне здоров'я та спричинити депресію.

Попередні дані свідчать про те, що пацієнти з COVID-19 можуть відчувати делірій, депресію, тривогу та безсоння [19]. Коронавіруси можуть викликати психопатологічні наслідки через пряму вірусну інфекцію центральної нервової системи або опосередковано, через імунну відповідь [20]. Клінічні, посмертні дослідження, дослідження на тваринах, *in vitro* та клітинні культури показали, що коронавіруси є потенційно нейротропними та можуть спричинити пошкодження нейронів [21]. Незважаючи на можливу інфільтрацію мозку, «цитокіновий шторм», який бере участь в імунній відповіді на коронавіруси, може спричинити психіатричні симптоми шляхом прискорення нейрозапалення [22].

Сучасне розуміння запалення у психіатрії свідчить про те, що спричинене інфекцією порушення імунної системи може сприяти розвитку психопатології, посилюючи психологічний стрес від перенесення потенційно смертельної хвороби та запалення, пов'язане зі стресом. Взаємодія між вродженою й адаптивною імунними системами та нейромедіаторами виникла як механізм, що лежить в основі розладів настрою, психозів і тривожних розладів. На додаток до імунологічних механізмів страх хвороби, невпевненість у майбутньому, стигма, травматичні спогади, важка хвороба та соціальна ізоляція, якої зазнали пацієнти під час COVID-19, є значними психологічними стресорами, які можуть взаємодіяти у визначенні психопатологічного результату. Психіатричні наслідки інфекції SARS-CoV-2 можуть бути спричинені як імунною відповіддю на сам вірус, так і психологічними стресовими чинниками, як-от соціальна ізоляція, психологічний вплив нової важкої та потенційно смертельної хвороби, занепокоєння щодо зараження інших і стигма. Імунна від-

повідь на коронавіруси індукує локальну та системну продукцію цитокінів, хемокинів та інших медіаторів запалення [23].

На відміну від цього, вакцинація проти COVID-19 допомагає знизити ризик захворювання та серйозних фізичних симптомів, що може позитивно впливати на психічне здоров'я. Також вакцинація може допомогти зменшити почуття страху та тривожності, пов'язані з ризиком зараження.

У нашому випадку жінки отримували вакцину Pfizer. Нині у США широко застосовують три вакцини: вакцини, що були розроблені Pfizer-BioNTech, Moderna та Johnson & Johnson. Pfizer-BioNTech і Moderna розробили мРНК-вакцини, націлені на поверхневий білок SARS-CoV-2. Результати досліджень показали, що вакцина Pfizer була ефективною у виробленні антитіл проти SARS-CoV-2, що означає ключовий момент у боротьбі з пандемією [24].

Важливо зауважити, що депресія та тривожність – це індивідуальні стани, і вплив COVID-19 або вакцинації на психічне здоров'я може відрізнятись від людини до людини.

Важливим психофізіологічним показником є денна сонливість, яка може вказувати на різні аспекти фізичного та психічного здоров'я людини. Ця сонливість може бути зумовлена різними чинниками та мати різний характер, вона може бути корисною для оцінки стану здоров'я та якості життя.

За результатами шкали сонливості (шкала Епворта) у першій групі жінок виявлено середній ступінь денної сонливості в 67% осіб, денна ж сонливість понад норму у 33% осіб (рис. 3).

У другій групі з 54 вакцинованих жінок середній ступінь денної сонливості спостерігався в 75% осіб, а денна сонливість понад норму – у 25% осіб.

Проблема денної сонливості є серйозним медичним і соціальним викликом. Вона виникає з різних причин і впливає на якість життя та функціонування людини: може призводити до зниження уваги та реакційної здатності, зменшення ефективності та продуктивності на

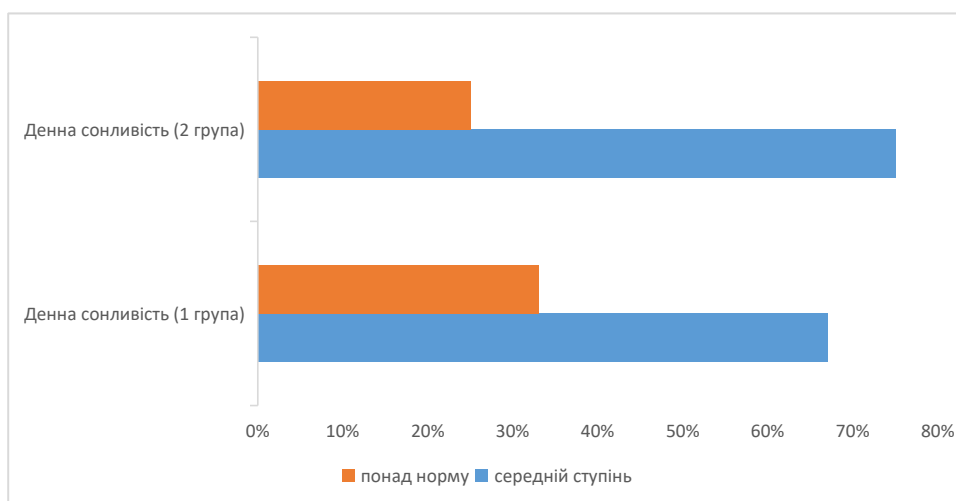


Рис. 3. Рівень виразності денної сонливості за шкалою Епворта в жінок обох груп

роботі або в навчанні. Вона може бути симптомом серйозних медичних захворювань, як-от апное сну, циркадні ритмічні розлади сну, депресія тощо, може призводити до збільшення ризику розвитку серцево-судинних захворювань, впливати на якість життя, спосіб ведення соціального життя та загальну життєву задоволеність.

Результати наших досліджень показують, що в жінок, які перехворіли на COVID-19, денна сонливість понад норму дещо переважає порівняно із жінками, які вакциновані. Як ми вже зазначали, COVID-19 – це вірусна інфекція, яка може впливати на різні системи організму, зокрема й імунну та нервову системи. Захворювання може спричинити загальну слабкість, втому, підвищення температури тіла й інші симптоми, що можуть сприяти сонливості. COVID-19 зумовлює запалення в організмі, імунна відповідь на інфекцію може бути досить виразною. Це може впливати на роботу центральної нервової системи та призводити до сонливості. Захворювання на COVID-19 може бути стресом для організму. Стрес, який супроводжує хворобу, може призводити до змін у сні та бадьорості протягом дня. Лікування COVID-19 може передбачати прийом різних медикаментів, деякі з яких можуть мати снодійні ефекти або впливати на бадьорість. З іншого боку, деякі препарати, що сприяють сну, можуть провокувати пригнічення дихання, а коронавірус уражає, головним чином, легеневу тканину, і використання ліків може посилити пригнічення дихання.

Вакцини ж призначені для стимуляції імунної системи без викликання хвороби, їхні побічні ефекти зазвичай менш виразні та тимчасові. Отже, люди, які отримали вакцину, можуть не відчувати такого рівня фізичного та психологічного стресу, який спричинює

сонливість, порівняно з тими, хто перехворів на дане захворювання. Зазначимо, що це загальні спостереження, реакція організму на COVID-19 або вакцинацію може варіюватися в кожній особі.

Наступним етапом наших досліджень було визначення якості сну за Пітсбурзьким опитувальником (далі – PSQI). Це самоопитувальник, що оцінює якість сну та його порушення протягом одного місяця.

У таблиці 1 представлено аналіз скарг на порушення сну в обстежуваних жінок. Так, було виявлено статистично значуще переважання скарг у жінок першої групи порівняно із другою групою за всіма показниками.

У групі обстежених жінок, які перехворіли на COVID-19, більша кількість осіб приймали медикаменти, що допомагають заснути. Деякі із цих медикаментів можуть мати вплив на сонливість або якість сну.

Зберігати належний настрій для того, щоби зробити всі справи, жінкам з першої групи взагалі не вдавалося. А належний настрій – це такий психологічний стан, коли людина відчуває себе веселою, задоволеною й емоційно стабільною, коли позитивні емоції переважають негативні, людина готова активно взяти участь у житті та впоратися з різними викликами.

Отже, якість сну в жінок першої групи гірше за всіма показниками, ніж у жінок другої групи.

У таблиці 2 показано результати дослідження за компонентом латентності сну.

«Компонент латентності сну» – це термін, який уживається у психофізіології сну на позначення часу, який пройшов між початком процесу засинання та фактичним початком сну. Інакше кажучи, це період від миті, коли людина лягає в ліжку та намагається заснути, до миті, коли вона засинає.

Таблиця 1

Порівняльна оцінка скарг на порушення сну в жінок обох груп (%)

Скарги	Перша група жінок, n = 48%	Друга група жінок, n = 54%
Труднощі із засинанням	83	58
Пробудження серед ночі	50	33
Розбитість уранці	42	25
Ранні пробудження	58	33
Денна сонливість	67	42
Зниження працездатності	75	25
Хропіння	58	25
Зупинка дихання уві сні	8	0
Погані сни	42	17
Нічне сечовипускання	8	0
Ліки, що допомагають заснути	50	25
Належний настрій	0	83

Таблиця 2

Компонент латентності сну жінок обох груп

Інтервал засинання	Жінки першої групи, %	Жінки другої групи, %
від 0 до 15 хвилин	25	0
від 15 до 30 хвилин	0	42
від 30 до 60 хвилин	17	25
понад 60 хвилин	58	33

Латентність сну може варіюватися від людини до людини і від одного дня до іншого. На цей показник можуть впливати різні чинники, як-от психологічний стан, фізична втомленість, стрес, сум, а також звички перед сном, як-от перегляд телевізора, використання смартфона або читання.

Латентність сну важлива для здорового сну, оскільки короткий час засинання може свідчити про високу здатність швидко впадати в сон і отримувати відповідний відпочинок, але водночас відсутність латентності, тобто неможливість засинання, може вказувати на проблеми зі сном.

Як би не здавалося, що більш швидке засинання приведе до більш якісного сну, засинання одразу може бути не менш небезпечним, ніж дуже довге засинання. Фахівці зазначають, якщо в людини низька якість сну, це зазвичай зменшує затримку настання сну. Інакше кажучи, людина засинає швидше. Якщо затримка настання сну триває від 15 до 30 хвилин, то це свідчить про гарну якість сну. Менший час може бути ознакою браку сну, а значно більший може свідчити про порушення функціонування організму, пов'язані зі сном або станом здоров'я.

За даним показником можна встановити, чи досить людина отримує якісного сну. Стрес, тривожність і психологічний дискомфорт, пов'язаний із захворюванням і його наслідками, можуть впливати на латентність сну. Жінки, які пережили COVID-19, можуть мати емоційні реакції, які впливають на їхню здатність заснути.

Результати нашого дослідження за компонентом латентності сну свідчать про те, що в більшості жінок першої групи (58%) спостерігалася затримка настання сну в інтервалі понад 60 хвилин, що може свідчити про проблеми зі сном, а у 25% жінок цієї групи сон наставав в інтервалі від 0 до 15 хвилин, що може свідчити про нестачу сну. Жінки, які перехворіли на COVID-19, можуть відчувати втомленість і слабкість. Це може сприяти швидшому засинанню, оскільки організм потребує відпочинку для відновлення сил.

Серед жінок другої групи 42% мали затримку настання сну у проміжку від 15 до 30 хвилин, що свідчить про гарну якість сну, хоча 33% осіб мали проблеми із засинанням і якістю сну.

Нині наукові дослідження щодо впливу вакцинації Pfizer-BioNTech (Comirnaty) на якість сну конкретно в жінок ще можуть бути обмеженими через брак часу для довготривалих спостережень і аналізу даних, оскільки інформація про вакцини зазвичай спрямована на їхню безпеку й ефективність щодо запобігання захворюванням. Проте є деякі загальні

спостереження та можливі впливи вакцинації на якість сну.

Так, вакцини, зокрема і Pfizer-BioNTech, можуть мати побічні ефекти, як-от втома, головний біль, біль у м'язах або легка підвищена температура. Ці симптоми можуть впливати на якість сну жінок після вакцинації. Однак зазвичай ці побічні ефекти є тимчасовими і зникають протягом декількох днів [14].

Вакцинація може призводити до змішаних емоцій, включаючи радість й тривогу. Ці емоції також можуть впливати на сон і якість сну. Наприклад, тривога або стурбованість можуть призвести до проблем із засинанням [15].

Реакція на вакцину може бути індивідуальною, якість сну може варіюватися залежно від особистих характеристик кожної жінки. Сам процес вакцинації може зумовлювати стрес або тривожність у деяких людей, що також може впливати на якість сну [14; 15].

Попри все, важливо враховувати, що вакцинація Pfizer-BioNTech спрямована на запобігання важкому перебігу COVID-19 і захист громадського здоров'я загалом. Вакцинація є ефективним і важливим інструментом у боротьбі з пандемією.

Тривалість сну є важливою частиною загального здоров'я та відновлення після захворювання. Результати дослідження за компонентом тривалості сну представлено в таблиці 3.

Дослідження показують, що жінкам зазвичай потрібно більше сну, ніж чоловікам, і це може бути пов'язано з різними фізіологічними та біологічними чинниками. По-перше, це гормональні зміни. Так, у жінок і чоловіків різні гормональні системи, ці системи можуть впливати на сон: жінки мають циклічні зміни в гормонах (естрогени та прогестерон) під час менструації та вагітності. Ці зміни можуть впливати на якість і тривалість сну. По-друге, психологічні чинники. Дослідження показують, що жінки частіше мають тенденцію до роздумів, переживань і аналізу подій перед сном. Ця емоційна активність може затримувати засинання та передбачати більше часу для відновлення. По-третє, більш виразна потреба в розмовах і соціальному спілкуванні: деякі дослідження вказують на те, що жінки можуть мати більш виразну потребу в соціальному спілкуванні та розмовах, які можуть затягувати час перед сном. По-четверте, материнство: багато жінок виховують дітей і беруть на себе відповідальність за сім'ю, що може призводити до більшого стресу та потреби у відновленні після трудового дня. По-п'яте, природні ритми: деякі дослідження вказують на те, що природні циркадні ритми жінок можуть відрізнятися

Таблиця 3

Компонент тривалості сну жінок обох груп

Тривалість сну	Жінки першої групи, %	Жінки другої групи, %
>7 годин	25	0
у межах 6–7 годин	17	83
у межах 5–6 годин	33	17
менше 5 годин	25	0

від чоловіків і вимагати більшої тривалості сну для підтримки фізіологічної гармонії. Нестача навіть однієї години сну робить жінок нервовими, роздратованими, збільшує ризик розвитку серцево-судинних захворювань і депресії [18].

Вплив COVID-19 на тривалість сну може бути різним у кожної жінки, і він зазвичай залежить від ступеня важкості захворювання й індивідуальних особливостей. Однак деякі загальні спостереження щодо впливу COVID-19 на тривалість сну в жінок усе ж таки можна відзначити. Жінки, які перехворіли на важкі форми COVID-19, можуть відчувати значну фізичну втомленість після інфекції [18]. Це може призвести до більшого бажання спати та збільшення тривалості сну. Наші результати це доводять, оскільки 25% осіб із першої групи жінок мали тривалість сну понад 7 годин.

Отже, захворювання COVID-19 може спричиняти стрес, тривожність і депресію. Жінки, які перенесли цю інфекцію, можуть мати тривожні думки та психологічний дискомфорт, що може впливати на їхній сон.

Інфекція COVID-19 може впливати на тривалість сну жінок, особливо якщо має серйозний характер.

83% жінок із другої групи, що є більшістю, мали тривалість сну в межах 6–7 годин, що є варіантом норми. Проте важливо зауважити, що потреба у сні може коливатися залежно від індивідуальних особливостей. Деякі люди можуть добре почуватися після 6 годин сну, тоді як інші можуть потребувати 9–10 годин сну для оптимального функціонування. Жінки можуть також відчувати зміни у своїй потребі у сні під час менструації, вагітності або після пологів.

Важливо враховувати свої власні потреби у сні та, у разі необхідності, якщо відчувається втома, погіршення функціонування внаслідок браку сну, потрібно встановити режим сну, який підходить саме вам.

Сон є життєво важливим процесом для підтримки гомеостазу та якості життя людини. Гарна якість сну впливає на самопочуття та психічне здоров'я. Дослідження за останнє десятиліття все більше підтверджують думку про те, що розлади сну мають сильний вплив на ризик інфекційних захворювань, появу та прогресування низки захворювань, а також частоту депресії [25].

Порушення сну виникають через збої в роботі різних його регуляторних механізмів. Безсоння, найпоширеніша скарга, пов'язана зі сном, є багатовимірним станом, що відображає фізичний і психічний стан людини. Це визначається як труднощі з ініціюванням, підтримкою сну або погіршенням загальної якості сну, що призводить до фізичного та психічного виснаження [26]. Депресія та поширене зростання тривоги є чинниками ризику, пов'язаними з появою безсоння. Надмірна стурбованість власним здоров'ям чи здоров'ям близьких їм людей, а також фінансовими аспектами, окрім соціальних обмежень, сприяють погіршенню сну, через роль сну в емоційній стабілізації, це може ще більше погіршити психічне здоров'я [27].

Пандемія COVID-19 (Sars-Cov-2) не тільки змінила розпорядок дня значної частини населення, але й вплинула на якість їхнього сну. Багато обговорювались сон

та його імунна функція, що стає більш очевидним під час оцінювання осіб, які страждають від депривації сну, коли спостерігається підвищення активності цитокінів, як-от інтерферон (IFN), фактор некрозу пухлини альфа (TNF- α), інтерлейкін-1-бета (IL-1-бета), на додаток до збільшення запальних маркерів, як-от С-реактивний білок [22; 23; 25]. Це сприяє загальному уявленню про те, що зниження якості сну негативно впливає на імунітет.

Отже, процес сну – це не просто відсутність пильності та сприйняття, а також призупинення сенсорних процесів, а поєднання пасивного припинення аферентних стимулів до мозку пов'язане з функціональною активацією окремих ділянок мозку. Сон не є простим процесом, окрім значного впливу на регуляцію настрою, концентрації уваги, пам'яті, температури тіла, серед інших процесів, також є важливим регулятором імунної системи. Тому брак сну може послабити імунітет, збільшити ймовірність захворювань. А.А. Prather та інші виявили, що спостерігається більша сприйнятливість до застуди, пов'язана з меншою тривалістю сну [28]. Існує також вплив сну на емоційну обробку, він відіграє роль у підтримці настрою й емоційного стану [27]. Таким же чином недосипання може мати сильний негативний вплив на повсякденну поведінку та, як наслідок, на повсякденне психічне здоров'я. Зміни в розпорядку дня разом із збільшенням часу сну, що дуже часто трапляється під час пандемії, можуть сприяти браку впливу сонячного світла не лише на метаболізм вітаміну D, але й на біологічний годинник та імунну систему.

Цикл сну та неспання діє як «внутрішній годинник» людського організму, регулює процеси сну та неспання, отже, різні циркадні цикли, які впливають на функціонування метаболізму людини. Існують докази того, що типові симптоми депресії іноді можуть бути пов'язані з порушеннями циркадних ритмів, що підтверджує думку про те, що зміни у сні чи інших циклах можуть впливати на психічне здоров'я [29].

Висновки. Проведені дослідження дозволили нам виявити порушення якості та кількості сну, наявність депресивних симптомів у жінок, які перехворіли на COVID-19, що впливає на працездатність і якість їхнього життя. Дослідження психофізіологічних показників у контексті вакцинації може допомогти лікарям і психологам зрозуміти взаємозв'язки між фізичним і психічним здоров'ям, а також розробляти стратегії підтримки для осіб після вакцинації. Такі дослідження можуть також сприяти покращенню комунікації й інформаційних кампаній, спрямованих на сприйняття вакцинації як важливого елементу глобальної боротьби з інфекційними хворобами.

Перспективи подальших досліджень. На наш погляд, цінними будуть дослідження, спрямовані на встановлення зв'язку між психофізіологічними змінами й іншими чинниками, як-от ступінь важкості інфекції, вік пацієнта, наявність коморбідностей і багато інших. Дослідження цих аспектів може допомогти вдосконалити клінічний підхід до лікування та реабілітації пацієнтів, які перенесли COVID-19, і покращити їхню якість життя.

Література:

1. Лікування хворих з COVID-19 на сучасному етапі / М.А. Андрейчин та ін. *Інфекційні хвороби*. 2020. № 3. С. 5–17.
2. Genomic study of COVID-19 Corona virus excludes its origin from recombination or characterized biological sources and suggests a role for HERVs in its wide range symptoms / A.M. El-Shehawi et al. *Cytology and Genetics*. 2020. V. 54 (6). P. 75–78.
3. Гриневич О.Й., Маркович І.Г. Коронавірус: проблеми та перспективи. *Український медичний часопис*. 2013. № 3. С. 45–48.
4. Демещька О.В. У зоні особливої уваги: алергія та COVID-19. *Фармацевт-практик*. 2021. № 3. С. 22–23.
5. The neurology of COVID-19 revisited: a proposal from the Environmental Neurology Specialty Group of the World Federation of Neurology to implement international neurological registries / G. Román et al. *Journal of the Neurological Sciences*. 2020. V. 414. P. 116884–116896.
6. Cognitive profile following COVID-19 infection: clinical predictors leading to neuropsychological impairment / M. Almeria et al. *Brain, Behavior and Immunity*. 2020. V. 9. P. 100163–100168.
7. Лікування та профілактика COVID-19. Охорона психічного здоров'я в умовах пандемії : навчальний посібник / О.Є. Абатуров та ін. Львів : Вид-во Т.В. Марченко, 2020. 252 с.
8. EANcore COVID-19 task force. EAN consensus statement for management of patients with neurological diseases during the COVID-19 pandemic / T.J. von Oertzen et al. *European Journal of Neurology*. 2021. V. 28 (1). P. 7–14.
9. Neurobiology of COVID-19 / M. Fotuhi et al. *Journal of Alzheimer's disease*. 2020. V. 76 (1). P. 3–19.
10. Стан психологічного дистресу серед різних соціальних груп в Україні під час пандемії COVID-19 / С.С. Дембіцький та ін. *Український соціум*. 2020. № 2. С. 74–92.
11. Чабан О.С. COVID-19 та соматизована депресія: що змінилося? *Здоров'я України*. 2020. № 23. С. 47.
12. Qigong for the Emotional Exhaustion in Nurses: Implications of a Prospective Randomized Controlled Trial in the COVID-19 Pandemic / A. Seica et al. *Alternative Therapies in Health and Medicine*. 2023. V. 29 (4). P. 128–133.
13. Проблеми охорони психічного здоров'я, зумовлені пандемією COVID-19 / І.А. Марценковський та ін. *Здоров'я України*. 2020. № 11. С. 23.
14. Зупанець І.А., Ратушна К.Л. Актуальні проблеми вакцинації проти COVID-19 в Україні: подолання перешкод як запорука прогресивного розвитку. *Аптека : щотижневик*. 2021. № 9. С. 10–11.
15. Sirekbasan S. The biggest challenge in the fight against the COVID-19 pandemic: Vaccine hesitancy. *Ukrainian Journal of Nephrology and Dialysis*. 2021. № 1 (69). P. 3–5.
16. Хаустова О.О., Чабан О.С. Практична психосоматика: діагностичні шкали : навчальний посібник. Київ : Видавничий дім «Медкнига», 2021. 200 с.
17. Ridaura V., Belkaid Y. Gut microbiota: the link to your second brain. *Cell*. 2015. V. 161. P. 193–194.
18. Effects of progressive muscle relaxation on anxiety and sleep quality in patients with COVID-19 / K. Liu et al. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2020. V. 39. P. 101132–101136.
19. Behavioral Change Towards Reduced Intensity Physical Activity Is Disproportionately Prevalent Among Adults With Serious Health Issues or Self-Perception of High Risk During the UK COVID-19 Lockdown / N.T. Rogers et al. *Frontiers in Public Health*. 2020. V. 8. P. 575091–575103.
20. Wu Z., McGoogan J.M. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: summary of a report of 72 314 cases from the Chinese center for disease control and prevention. *JAMA*. 2020. V. 323 (13). P. 1239–1242.
21. Human Coronaviruses and Other Respiratory Viruses: Underestimated Opportunistic Pathogens of the Central Nervous System? / M. Desforges et al. *Viruses*. 2019. V. 12 (1). P. 14.
22. Dantzer R. Neuroimmune Interactions: From the Brain to the Immune System and Vice Versa. *Physiological Reviews*. 2018. V. 98 (1). P. 477–504.
23. COVID-19 BioB Outpatient Clinic Study group; Francesco Benedetti. Anxiety and depression in COVID-19 survivors: Role of inflammatory and clinical predictors / Mario Gennaro Mazza et al. *Brain, Behavior, and Immunity*. 2020. V. 89. P. 594–600.
24. A comprehensive review of SARS-CoV-2 vaccines: Pfizer, Moderna & Johnson & Johnson / Rikin Patel et al. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*. 2022. V. 18 (1). P. 2002083–2002095.
25. Irwin M.R. Why sleep is important for health: a psychoneuroimmunology perspective. *Annual Review of Psychology*. 2015. V. 66. P. 143–172.
26. Bacelar A. Insônia: do diagnóstico ao tratamento. São Caetano do Sul, SP: Difusão Editora. São Paulo : Associação Brasileira do Livro, 2019. P. 17–27.
27. Sleep and emotional processing / D. Tempesta et al. *Sleep Medicine Reviews*. 2018. V. 40. P. 183–95.
28. Behaviorally Assessed Sleep and Susceptibility to the Common Cold / A.A. Prather et al. *Sleep*. 2015. V. 38 (9). P. 1353–1359.
29. Physiology, Circadian Rhythm / S. Reddy et al. StatPearls. *StatPearls Publishing*. 2023.

References:

1. Andreychyn, M.A., Nychyk, N.A., Zavidniuk, N.H., Iosyk, Ia.I., & Ischuk, I.S. (2020). Likuvannia khvorykh z COVID-19 na suchasnomu etapi [Treatment of patients with COVID-19 at the present stage]. *Infektsiini khvoroby*, № 3, P. 5–17 [in Ukrainian].

2. El-Shehawi, A.M., Alotaibi, S.S., Elseehy, M.M. (2020). Genomic study of COVID-19 Corona virus excludes its origin from recombination or characterized biological sources and suggests a role for HERVs in its wide range symptoms. *Cytology and Genetics*, V. 54 (6), P. 75–78 [in English].
3. Hrynevych, O.Y., Markovych, I.H. (2013). Koronavirus: problemy ta perspektyvy [Coronavirus: problems and prospects]. *Ukrainskyi medychnyi chasopys*, № 3, P. 45–48 [in Ukrainian].
4. Demetska, O. (2021). V zoni osoblyvoi uvahy: alerhiia ta COVID-19 [Special Focus: Allergies and COVID-19]. *Farmatsevt-praktyk*, № 3, P. 22–23 [in Ukrainian].
5. Román, G., Spencer, P., Reis, J. (2020). The neurology of COVID-19 revisited: a proposal from the Environmental Neurology Specialty Group of the World Federation of Neurology to implement international neurological registries. *Journal of the Neurological Sciences*, V. 414, P. 116884–116896 [in English].
6. Almeria, M., Cejudo, J., Sotoca, J., Deus, J., Krupinski, J. (2020). Cognitive profile following COVID-19 infection: clinical predictors leading to neuropsychological impairment. *Brain, Behavior and Immunity*. V. 9, P. 100163–100168 [in English].
7. Abatur, O.Ye., Buiko, O.O., Hrechukha, Ye.O., ta in. (2020). Likuvannia ta profilaktyka COVID-19. Okhorona psykhichnoho zdorovia v umovakh pandemii: navchalnyi posibnyk [Treatment and prevention of COVID-19. Mental health care in a pandemic: a study guide]. Lviv: Vyd-vo Marchenko T.V., 2020. 252 p. [in Ukrainian].
8. von Oertzen, T.J., Macerollo, A., Leone, M.A., Beghi, E., Crean, M., Oztuk, S., Bassetti, C., Twardzik, A., Bereczki, D., Di Liberto, G., Helbok, R., Oreja-Guevara, C., Pisani, A., Sauerbier, A., Sellner, J., Soffietti, R., Zedde, M., Bianchi, E., Bodini, B., Cavallieri, F., Campiglio, L., Maia, L.F., Priori, A., Rakusa, M., Taba, P., Moro, E., Jenkins, T.M. (2021). COVID-19 task force. EAN consensus statement for management of patients with neurological diseases during the COVID-19 pandemic. *European Journal of Neurology*, V. 28 (1), P. 7–14 [in English].
9. Fotuhi, M., Mian, A., Meysami, S., & Raji, C.A. (2020). Neurobiology of COVID-19. *Journal of Alzheimer's disease*, V. 76 (1), P. 3–19 [in English].
10. Dembitskyi, S.S., Zlobina, O.H., Sydorov, M.V.-S., Mamonova, H.A. (2020). Stan psykhologichnoho dystresu sered riznykh sotsialnykh hrup v Ukraini pid chas pandemii COVID-19 [The state of psychological distress among different social groups in Ukraine during the COVID-19 pandemic]. *Ukrainskyi sotsium*, № 2, P. 74–92 [in Ukrainian].
11. Chaban, O.S. (2020). COVID-19 ta somatyzovana depresii: shcho zminylosia? [COVID-19 and somatized depression: what has changed?]. *Zdorovia Ukrainy*, № 23. p. 47 [in Ukrainian].
12. Seiça, A., Gonçalves, M., Magalhães Leite, J., Pereira Machado, J., Magalhães Rodrigues, J., & Johannes Greten, H. (2023). Qigong for the emotional exhaustion in nurses: implications of a prospective randomized controlled trial in the COVID-19 pandemic. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, V. 29 (4), P. 128–133 [in English].
13. Martsenkovskiy, I.A., Martsenkovska, I.I., & Zdoryk, I.F. (2020). Problemy okhorony psykhichnoho zdorovia, zumovleni pandemiieiu COVID-19 [Mental health challenges caused by the COVID-19 pandemic]. *Zdorovia Ukrainy*, № 11, P. 23 [in Ukrainian].
14. Zupanets, I., Ratushna, K. (2021). Aktualni problemy vaksynatsii proty COVID-19 v Ukraini: podolannia pereshkod yak zaporuka prohresyvnoho rozvytku [Current Problems of Vaccination against COVID-19 in Ukraine: Overcoming Obstacles as a Guarantee of Progressive Development]. *Shchotyzhnevyy Apteka*, № 9, P. 10–11 [in Ukrainian].
15. Sirekbasan, S. (2021). The biggest challenge in the fight against the COVID-19 pandemic: Vaccine hesitancy. *Ukrainian Journal of Nephrology and Dialysis*, № 1 (69), P. 3–5 [in English].
16. Khaustova, O.O., Chaban, O.S. *Praktychna psykhosomatyka: diahnostychni shkaly. Navchalnyi posibnyk [Practical psychosomatics: diagnostic scales. Tutorial]. K.: Vydavnychiy dim Medknyha. 2021, 200 p. [in Ukrainian].*
17. Ridaura, V., & Belkaid, Y. (2015). Gut microbiota: the link to your second brain. *Cell*, V. 161, P. 193–194 [in English].
18. Liu, K., Chen, Y., Wu, D., Lin, R., Wang, Z., Pan, L. (2020). Effects of progressive muscle relaxation on anxiety and sleep quality in patients with COVID-19. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, V. 39, P. 101132–101136 [in English].
19. Rogers, N.T., Waterlow, N.R., Brindle, H., Enria, L., Eggo, R.M., Lees, S. (2020). Behavioral Change Towards Reduced Intensity Physical Activity Is Disproportionately Prevalent Among Adults with Serious Health Issues or Self-Perception of High Risk During the UK COVID-19 Lockdown. *Frontiers in Public Health*, V. 8, P. 575091–575103 [in English].
20. Wu, Z., McGoogan, J.M. (2020). Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: summary of a report of 72 314 cases from the Chinese center for disease control and prevention. *JAMA*, V. 323 (13), P. 1239–1242 [in English].
21. Desforges, M., Le Coupanec, A., Dubeau, P., Bourgouin, A., Lajoie, L., Dubé, M., Talbot, P.J. (2019). Human Coronaviruses and Other Respiratory Viruses: Underestimated Opportunistic Pathogens of the Central Nervous System? *Viruses*, V. 12 (1), p. 14 [in English].
22. Dantzer, R. (2018). Neuroimmune Interactions: From the Brain to the Immune System and Vice Versa. *Physiological Reviews*, V. 98 (1), P. 477–504 [in English].
23. Mazza, Mario Gennaro, De Lorenzo, Rebecca, Conte, Caterina, Poletti, Sara, Vai, Benedetta, Bollettini, Irene, Melloni, Elisa Maria Teresa, Furlan, Roberto, Cicci, Fabio, Rovere-Querini Patrizia. COVID-19 BioB Outpatient Clinic Study group; & Francesco, Benedetti (2020). Anxiety and depression in COVID-19 survivors: Role of inflammatory and clinical predictors. *Brain, Behavior, and Immunity*, V. 89, P. 594–600 [in English].

24. Rikin, Patel, Mohamad, Kaki, Venkat, S., Potluri, Payal, Kahar, Deepesh, Khanna (2022). A comprehensive review of SARS-CoV-2 vaccines: Pfizer, Moderna & Johnson & Johnson. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, V. 18 (1), P. 2002083–2002095 [in English].
25. Irwin, M.R. (2015). Why sleep is important for health: a psychoneuroimmunology perspective. *Annual Review of Psychology*, V. 66, P. 143–172 [in English].
26. Bacelar, A. (2019). *Insônia: do diagnóstico ao tratamento*. São Caetano do Sul, SP: Difusão Editora; São Paulo: Associação Brasileira do Livro, P. 17–27 [in English].
27. Tempesta, D., Socci, V., De Gennaro, L., Ferrara, M. (2018). Sleep and emotional processing. *Sleep Medicine Reviews*, V. 40, P. 183–95 [in English].
28. Prather, A.A., Janicki-Deverts, D., Hall, M.H., & Cohen, S. (2015). Behaviorally Assessed Sleep and Susceptibility to the Common Cold. *Sleep*, V. 38 (9), P. 1353–1359 [in English].
29. Reddy, S., Reddy, V., Sharma, S. (2023). *Physiology, Circadian Rhythm*. StatPearls. StatPearls Publishing [in English].

ОСОБЛИВОСТІ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ НА ФОНІ ПОРУШЕННЯ СНУ ТА СТРЕСОВИХ ФАКТОРІВ: ТЕОРЕТИЧНИЙ АСПЕКТ

Ляшенко Валентина Петрівна,
доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри біології людини, хімії та методики навчання хімії
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0000-0001-5849-278X

Стеценко Сергій Миколайович,
аспірант
кафедри біології людини, хімії та методики навчання хімії
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0009-0005-9656-8972

Стаття розкриває теоретичні аспекти взаємозв'язку варіабельності серцевого ритму (BCP), стресу та порушень сну, їхнього впливу на фізичне та психічне здоров'я людини. Окремий акцент робиться на ролі варіабельності серцевого ритму як індикатора нормальності регуляторних механізмів нервової системи (зокрема, балансу симпатичної та парасимпатичної складових частин автономної нервової системи), що відображається у змінах серцевого ритму. Досліджується, яким чином зміни в цих показниках можуть вказувати на ризик розвитку різних захворювань і порушення функцій. Виокремлюються можливості використання варіабельності серцевого ритму як неінвазивного методу для прогнозування ризику серцево-судинних захворювань та інших патологій, зокрема і психоемоційного генезу. Підкреслено, що підвищена варіабельність серцевого ритму вказує на злагоджене функціонування різних систем організму та досить добрий загальний стан здоров'я, тому може бути асоційованою зі здатністю людини ефективно впоратися зі стресом і збереженням психофізіологічного балансу. Завдяки проведеному аналізу фізіологічних аспектів варіабельності серцевого ритму у статті поглиблено розуміння механізмів, за допомогою яких організм реагує на стресові впливи. Зокрема, аналізується взаємодія між активністю нервової системи та ритмічними змінами в серцевому ритмі. Окрема увага приділяється питанням впливу стресових чинників на якість сну, що сприяє розвитку його різноманітних порушень, та їх відображенню в характері варіабельності серцевого ритму.

Загалом, у статті розкрито патогенетичні зв'язки варіабельності серцевого ритму, стресу та сну, що мають велике значення для розуміння механізмів забезпечення здоров'я та нормального функціонування організму загалом. Розкриття глибинних аспектів даних механізмів має сприяти пошуку та розробленню ефективних стратегій впливу на цей зв'язок для поліпшення фізичного (шляхом нормалізації діяльності нервової системи через варіабельність серцевого ритму) та психічного здоров'я (шляхом оптимізації якості сну та підвищення стресостійкості), оптимізації адаптаційних властивостей людського організму.

Ключові слова: варіабельність серцевого ритму, стрес, адаптація, порушення сну, якість сну.

Liashenko Valentyna, Stetsenko Serhii. Peculiarities of heart rate variability against the background of sleep disturbance and stress factors: theoretical aspect

The article explores theoretical aspects of the interconnection between heart rate variability (HRV), stress, and sleep disorders, examining their impact on both physical and mental health. Particular emphasis is placed on the role of HRV as an indicator of the normality of the regulatory mechanisms of the nervous system (in particular, the balance of the sympathetic and parasympathetic component of the autonomous nervous system), which is reflected in changes in the heart rhythm. The study investigates how changes in these indicators may indicate the risk of developing various diseases and functional disorders. It highlights the potential use of HRV as a non-invasive method for predicting the risk of cardiovascular diseases and other pathologies, including those of psychosomatic origin. It is generalized that the increased variability of the heart rate indicates the coordinated functioning of various body systems and a sufficiently high general state of health, and therefore can be associated with the ability of a person to effectively cope with stress and maintain psychophysiological balance. By analyzing the physiological aspects of heart rate variability, the research deepens the understanding of the mechanisms through which the body responds to stressful influences, particularly examining the interaction between the activity of the nervous system and rhythmic changes in heart rate.

In general, the article reveals the pathogenetic links of heart rate variability, stress and sleep, which are of great importance for understanding the mechanisms for ensuring the health and normal functioning of the body as a whole. Exploring the deeper aspects of these mechanisms should facilitate the search for and development of effective strategies to influence this connection for the improvement of both physical (through normalization of nervous system activity via HRV) and mental health (through optimization of sleep quality and increased stress resilience), and the optimization of the organism's adaptive properties.

Key words: heart rate variability, stress, adaptation, sleep disorders, sleep quality.

Вступ. Сучасне життя асоціюється зі значними стресовими чинниками та психоемоційним напруженням, що мають серйозний вплив на здоров'я людей [5; 17; 23]. Порушення сну, що виникають на тлі стресового чинника, є однією із ключових проблем, які відображаються на фізіологічному та психологічному стані особистості [7; 20]. Важливо розуміти, яким чином стресові чинники та зміни у звичному режимі життя можуть вплинути на організм людини, зокрема й на показники варіабельності серцевого ритму.

Один із головних аспектів, який робить цю тему важливою, полягає в тому, що порушення сну та зниження варіабельності серцевого ритму можуть стати каталізаторами різноманітних захворювань і впливати на загальний стан здоров'я [7]. Зокрема, як показують дослідження, порушення сну та стресові ситуації можуть призводити до розвитку серцево-судинних захворювань, а також здатні знижувати ефективність імунного захисту, що є чинником зниження стійкості до інфекційних хвороб [2; 13].

Вивчення показників варіабельності серцевого ритму в людей, які пережили воєнні дії та мають порушення сну, може сприяти більш глибокому розумінню взаємозв'язку між психофізіологічними реакціями організму під час конфліктних ситуацій, стати підґрунтям для розроблення новітніх підходів до підтримки здоров'я населення в умовах довготривалих стресових ситуацій, зокрема й пов'язаних із воєнними діями. Окрім того, дослідження варіабельності серцевого ритму на тлі порушеного сну важливе для ранньої діагностики та реабілітації для людей, які потерпіли внаслідок стресу.

Отже, вивчення показників варіабельності серцевого ритму в людей із порушенням сну на тлі стресових чинників є важливою науковою та практичною проблемою, яка може сприяти розумінню механізмів впливу стресових ситуацій на здоров'я та допомогти в розробленні ефективних стратегій медичної підтримки населення в умовах конфліктів.

Метою статті є узагальнення та систематизація теоретичних даних і результатів експериментальних досліджень, представлених у відкритих наукових джерелах і базах даних, щодо варіабельності показників серцевого ритму в людей, які мають порушення сну, на тлі стресових реакцій, для встановлення зв'язку між фізіологічними реакціями організму та психоемоційним стресом.

Матеріали та методи. Комплексний огляд було проведено шляхом аналізу досліджень за визначеною тематикою, доступних у базах даних PubMed, MEDLINE, Elsevier's ScienceDirect, Google Scholar тощо.

Результати. Як відомо, вегетативна нервова система (далі – ВНС) відіграє важливу роль у модуляції багатьох життєво важливих функцій організму, як-от сон і неспання, а також контролює діяльність вісцеральних органів і їх систем. Зважаючи на те, що серцевий ритм опосередковується впливом симпатичної та парасимпатичної ВНС, аналіз коливань частоти серцевих скорочень (далі – ЧСС) надає корисну діагностичну інфор-

мацію щодо вегетативного функціонування організму людини [12; 16].

Варіабельність серцевого ритму (далі – BCP) (Heart rate variability, HRV) є важливим показником фізіологічного стану серця та реакції організму на зовнішні та внутрішні впливи. BCP динамічно реагує на фізіологічні зміни, що опосередковано впливом ВНС через еферентні вагусні та симпатичні нервові імпульси: високочастотні (HF) циклічні коливання модулюються вентиляцією, більш повільні коливання відбуваються внаслідок барорефлексів або внаслідок терморегуляції. Найбільша варіація BCP відбувається під час циркадних (добових) змін, що зумовлені нейрогормональними ритмами [27]. Водночас показники серцевого ритму можуть змінюватися під впливом різних чинників середовища (стрес-факторів), фізичних навантажень і емоцій. Отже, показники BCP відображають здатність вегетативної нервової системи регулювати серцевий ритм відповідно до потреб організму, характеризують адаптаційні реакції серцево-судинної системи людини, що виникають у відповідь на зовнішні впливи та внутрішні зміни. Уважається, що цей показник є важливим індикатором функціонального стану організму [2; 3; 6].

Діагностично BCP виражається у зміні інтервалів між послідовними QRS комплексами на ЕКГ та вимірюється в мілісекундах. Короточасні ЕКГ-записи (від 5 до 15 хвилин), зроблені в контрольованих умовах, можуть пояснити фізіологічні, фармакологічні або патологічні зміни у функції вегетативної нервової системи. Довгострокові, зазвичай 24-годинні, записи («холтерівський моніторинг») можна використовувати для оцінки вегетативних нервових реакцій під час звичайної повсякденної діяльності у здорових людей або на тлі хвороби, у відповідь на терапевтичні втручання, стрес, фізичні вправи [27].

Аналіз наукових джерел засвідчив, що варіабельність серцевого ритму може бути описана та проаналізована в часовому та діапазонному аспекті. Показники SDNN, SDANN, rMSSD, NN50 і pNN50 є найпоширенішими діагностичними змінними, які за наявності нормального синусового ритму та нормальної функції AV-вузлів відображають характер парасимпатичної модуляції нормальних інтервалів R-R, що зумовлено вентиляцією. У спектральному аналізі стандартних 5-хвилинних сегментів ЕКГ використовують частотні діапазони варіабельності: низькочастотний пік LF (між 0,04 і 0,15 Гц) та високочастотний пік HF (між 0,15 і 0,40 Гц). Високочастотна потужність відображає вентиляційну модуляцію інтервалів R-R (дихальна синусова аритмія), низькочастотна потужність модулюється барорефлексами, тобто LF пов'язаний із симпатичною нервовою активацією, а HF – із парасимпатичною. Відношення LF до HF вказує на баланс між симпатичною та парасимпатичною активністю [9; 21].

Оскільки варіабельність серцевого ритму є рефлексією роботи ВНС на серце та відображає вплив різних чинників, індекси варіабельності серцевого ритму розглядаються як важливі індикатори здоров'я людини та характеризують [2; 6; 10; 11]:

– *баланс між симпатичною та парасимпатичною активністю*: ВСР відображає динаміку взаємодії між симпатичною та парасимпатичною гілками ВНС, тобто здатність нервової системи до реагування на зовнішні та внутрішні подразники, як-от стрес, фізична активність, травматичні події, зміни погоди тощо. Висока ВСР вказує на гнучкість і баланс між цими системами, що свідчить про адаптивність організму до змін;

– *ступінь стресового напруження ВНС*: зниження ВСР або втрата ритмічності вважається ознакою активізації симпатичної гілки АНС, що активується в реакціях на стрес або за підвищеної активності, що, у свою чергу, призводить до збільшення ЧСС та змін серцевого ритму. Парасимпатична нервова система, навпаки, сприяє уповільненню серцевого ритму. Взаємодія між цими двома гілками може слугувати маркером дисфункцій і порушень у серцево-судинній системі чи її нервовій регуляції;

– *стан адаптації*: здатність ВНС швидко переходити від активності до релаксації та навпаки вказує на ефективну адаптаційну здатність організму до змін у середовищі. Тому аналіз ВСР ефективний під час оцінювання відновлення систем організму після стресових ситуацій;

– *реакцію на фізичну активність*: у нормі під час фізичного навантаження ВСР зменшується, що відображає адекватну реакцію ФНС на фізичне навантаження.

Клінічне застосування варіабельності серцевого ритму (ВСР) було вперше описане у роботі Kleiger et al. (1987 р.), у якій було виявлено, що знижена ВСР є надійним предиктором смертності в осіб, які перенесли інфаркт міокарда. Авторами встановлено, що відносний ризик смертності був у 5,3 раза вищим у групі з варіабельністю ЧСС менше 50 мс, ніж у групі з варіабельністю ЧСС більше 100 мс [26]. Підґрунтям означеної залежності визнано той факт, що зниження варіабельності ЧСС корелює з підвищеним симпатичним або зниженим тонусом блукаючого нерва, що може спричинити фібриляцію шлуночків. У результаті подальшого дослідження проявів ВСР та її ролі в патогенезі різних внутрішніх хвороб було виявлено, що, зокрема, захворювання, пов'язані з порушеннями або дисрегуляцією автономного контролю, як-от ниркова недостатність, діабет і серцева недостатність, пов'язані зі зниженням або порушеннями ВСР [12].

Загалом, зниження варіабельності серцевого ритму може бути ознакою дисфункції ВНС. Оцінка ВСР часто використовується не тільки для діагностики та прогнозування ризику розвитку серцево-судинних захворювань, як-от інфаркт міокарда, аритмії тощо, але й для оцінювання стресостійкості організму, його адаптаційних резервів, визначення ефективності лікування та реабілітації [6; 11; 15].

Взаємозв'язок між ВСР, стресом і порушеннями сну ґрунтується на законах єдності функціонування всіх систем організму та механізмах нервової регуляції фізіологічних функцій і станів людини. У дослідженні взаємозв'язку «стрес – сон – ВСР» науковці використовують класичні методи оцінки діяльності серцево-су-

динної системи та психофізіологічні методи, зокрема такі, як вимірювання гормонів стресу, показників емоційної реакції, рівня стресостійкості, тривожності, адаптаційних можливостей людини, що поєднує фізіологічні та психологічні аспекти здоров'я [1; 4; 8; 13].

Відомо, що організм людини реагує на гострий стрес каскадом гормональних, імунітопосередкованих і вегетативних процесів, які завершуються гострою біологічною реакцією. Ця відповідь зазвичай короточасна та забезпечує миттєву мобілізацію біологічних ресурсів, які мають стабілізувати гомеостаз організму й адаптувати його функціонування до дії внутрішнього чи зовнішнього стресора. Із часом повторний вплив стресових подій може спричинити хронічну активацію гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової (далі – НРА) осі. Виявлено, що довготривала активність залоз НРА-осі є суттєвим чинником у багатьох хворобливих процесах, як-от розвиток неврозів, депресії, хвороб серця, гіпертонії, раку тощо [24; 25]. Негативний вплив стресу на фізичне та психічне здоров'я людини спочатку здійснюється приховано, надалі ефект за відсутності лікування та корекції лише акумулюється [4; 8; 13; 17].

Стресові ситуації можуть призвести до збудження нервової системи, що ускладнює засинання та може призвести до порушень структури сну. Тому ВСР може слугувати як об'єктивний біомаркер стресу. Окрім того, стрес впливає на продукцію гормонів, як-от кортизол, який сприяє підтримці нервового збудження та затримує засинання. Як наслідок, це може призвести до скорочення тривалості сну та порушення його фазової структури [7; 14; 19; 28].

Депривація сну є серйозною проблемою для здоров'я людини, пов'язаною насамперед із підвищеним ризиком серцево-судинних захворювань (далі – ССЗ). Сон – це природний фізіологічний стан, під час якого відбуваються низка важливих процесів, як-от відновлення клітин, ріст та відновлення тканин, консолідація пам'яті, регуляція гормональної активності тощо. Порушення сну включають різноманітні проблеми, пов'язані з якістю, тривалістю та структурою сну, та проявляються як недосипання, проблеми із засинанням, часті пробудження, неглибокий або розрізнений сон тощо. Означене може бути зумовлено різноманітними чинниками, як-от стрес, психоемоційні навантаження, невідповідний режим дня, зовнішні умови тощо [7; 14; 29]. Доведено, що якість і тривалість сну мають прямий вплив на низку фізіологічних параметрів, що відображають стан організму. Порушення сну впливають на [15; 16]:

1) зміни гормонального балансу, зокрема на рівні кортизолу, інсуліну, греліну та лептину, що може призвести до збільшення апетиту та ризику розвитку ожиріння;

2) зміни в імунній системі: вважається, що порушення сну сприяють підвищенню активізації запальних процесів в організмі, зниженню протиінфекційного імунітету;

3) зміни в кардіо-респіраторній системі: порушення сну є чинником збільшення ризику розвитку гіперто-

нії, артеріосклерозу, серцевого нападу й інших ССЗ, а також хрипіння й апное, що знижують якість дихання, отже, і енергозабезпечення метаболічних внутрішньоклітинних процесів;

4) зміни когнітивних функцій і психологічний стан: брак сну спричиняє погіршення функцій уваги, пам'яті та мислення, може призвести до роздратованості, тривожності, депресії й інших негативних психічних станів.

Дослідження показують, що хронічна замала або нерегулярна тривалість сну проявляється як зниження ВСР, в основі чого лежить зміщення балансу активності нервової системи в бік її симпатичної гілки, що призводить до збільшення коливань між послідовними серцевими скороченнями та зниження рівня варіабельності. Натомість глибокий і відновлювальний сон сприяє підтримці балансу між симпатичною та парасимпатичною активністю, отже, і адекватній ВСР [7; 11; 15; 29].

Вищезазначене свідчить, що порушення сну можуть знижувати якість життя людини, призводити до швидкої втомлюваності, подразливості та зниження робочої продуктивності. Дотримання режиму сну та забезпечення якісного відпочинку важливі для підтримки оптимального фізіологічного стану організму.

Значущість вивчення даного питання особливо посилилася для мешканців України через воєнні конфлікти, які, як свідчать останні дослідження, спричиняють серйозний стрес і збільшують тривожність у людей різних груп. За прогнозами ВООЗ кожен четвертий українець, можливо, має психічний розлад, 10% людей, які пережили травмувальні події, пізніше матимуть симптоми психологічної травми, а ще 10% демонструватимуть поведінкові зміни або психологічні розлади, які стануть перешкодою для повноцінної участі в повсякденному житті [20].

З'ясовано, що військовослужбовці та мешканці територій, де відбуваються активні бойові дії, у середньому сплять менше 5 годин, тоді як рекомендована норма становить >7 годин повноцінного сну протягом доби. Дослідження, які проводилися серед військових і вивчали наслідки понад 24-годинної депривації сну та хронічного обмеження сну (<7 днів), засвідчили виникнення негайних короточасних змін у фізіологіч-

ному стані та здоров'ї мозку на рівнях нейронних зв'язків, ендокринних і молекулярних сигнальних каскадів, а також психологічних/поведінкових проявів [17; 19; 22; 23]. За даними К. Морозюк встановлено, що у 2/3 опитаних респондентів, які проживають на території України під час війни, виявлені порушення сну різної інтенсивності. Автором встановлена позитивна пряма кореляція середньої сили між порушенням якості сну та підвищеним рівнем тривоги [14].

Варто акцентувати увагу на тому, що знижені показники ВСР є маркерами перебування людини в довготривалому стресовому стані, що, у свою чергу, опосередковано може свідчити про її більшу вразливість до психічних та фізичних перенавантажень. Знижена стресостійкість людини може погіршити її здатність швидко адаптуватися, чим збільшується ризик виникнення аварійних ситуацій, професійних помилок. З іншого боку, зниження ВСР може впливати на вироблення метаболічних гормонів, як-от кортизол та інсулін, що може сприяти розвитку інсулінорезистентності, цукрового діабету, ожиріння й інших соматичних захворювань [15; 17; 20].

Отже, зниження варіабельності серцевого ритму внаслідок стресу й емоційного перенапруження через стресові фактори є негативним чинником, що знижує опірність організму. Порушення сну, у свою чергу, можуть підвищити ризик розвитку психологічних, фізіологічних і серцево-судинних захворювань.

Висновки. Дослідження впливу стресу та порушень сну на показники варіабельності серцевого ритму в людей, особливо в контексті дії стресових факторів, пов'язаних із воєнними діями, мають велике значення для розуміння їхніх можливих наслідків. Показники ВСР є валідними маркерами впливу стресу та порушень сну на стан організму. Зазвичай висока ВСР означає адекватність регулюючих механізмів, їхню відповідність потребам організму. Уважається, що висока ВСР свідчить про гарний резерв адаптації та більшу стійкість організму до стресових ситуацій. Зниження ВСР розглядається як ознака порушень у роботі ВНС та може вказувати на підвищений ризик розвитку функціональних порушень та/або хвороб.

Література:

1. Агаєв Н. Характерні ознаки основних негативних психічних станів військовослужбовців під час ведення бойових дій. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія»*. Серія «Психологія». 2016. № 4. С. 46–53.
2. Антоненко Т., Шушковська Ю. Варіабельність серцевого ритму у здобувачів вищої освіти в умовах військового стану. *Глобалізація наукових знань: міжнародна співпраця та інтеграція галузей наук* : IV Міжнародна студентська наукова конференція, 17 лютого 2023 р., м. Тернопіль. 2023. С. 374–375.
3. Бережний В., Романкевич І. Застосування визначення варіабельності серцевого ритму у дітей. *Сучасна педіатрія*. 2015. № 1. С. 87–91.
4. Якість життя населення, яке постраждало від військових дій / Н. Белікова та ін. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві*. 2022. № 1 (57). С. 3–9. <https://doi.org/10.29038/2220-7481-2022-01-03-09>.
5. Бочаров М., Приймак М. Досвід використання методик оцінювання негативного інформаційно-психологічного впливу у прогнозуванні морально-психологічного стану військ у бойових умовах. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2016. № 1 (25). С. 15–19.
6. Бровко М. Співставлення даних ЕКГ та ехокардіографії у хворих на ішемічну хворобу серця. *Досягнення сучасної медичної та фармацевтичної науки – 2022* : збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та молодих учених, м. Запоріжжя, 4 лютого 2022 р. Запоріжжя : ЗДМУ, 2022. С. 8–9.

7. Буряковська О., Ісаєва Г. Вплив порушень сну на формування та перебіг серцево-судинних захворювань. Огляд літератури. *Український терапевтичний журнал*. 2022. № 1–2. С. 68–77. <https://doi.org/10.30978/UTJ2022-1-68>.
8. Тривалість і якість сну у дітей шкільного віку у зв'язку з їх психоемоційним станом: ретроспективно-проспективне дослідження / С. Гозак та ін. *Актуальні проблеми сучасної медицини*. 2021. № 8. <https://doi.org/10.26565/2617-409X-2021-8-13>.
9. Ковальчук Т. Показники варіабельності серцевого ритму в дітей із синкопе внаслідок ортостатичної гіпотензії. *Вісник медичних і біологічних досліджень*. 2022. № 1. С. 50–56.
10. Особливості зміни показників варіабельності серцевого ритму студентів під впливом розумового та фізичного навантаження / М. Кочина та ін. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2020. № 6 (28). С. 396–403.
11. Лісун Ю., Углев Є. Варіабельність серцевого ритму, використання та методи аналізу. *Pain, Anaesthesia & Intensive Care*. 2020. № 4 (93). Р. 83–89. DOI: 10.25284/2519-2078.4(93).2020.220693.
12. Аналіз електричної емісії фотонів і апаратно-програмний запис варіабельності ритму серця в структурі об'єктивного клінічного обстеження / О. Мінцер та ін. *Світ медицини та біології*. 2020. № 4 (74). С. 107–111. DOI: 10.26724/2079-8334-2020-4-74-107-111.
13. Молоток В. Поширеність серед студентів ознак прихованого посттравматичного стресового розладу, пов'язаного з воєнним станом, і його вплив на ефективність навчання. *Перший крок в науку – 2023 : матеріали XX Наукової конференції студентів і молодих учених з міжнародною участю, 21–22 квітня 2023 р., м. Вінниця*. Вінниця : Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, 2023. С. 170–171.
14. Морозюк К. Порушення сну внаслідок дистресу війни. *Психосоматична медицина та загальна практика*. 2023. № 2 (8). <https://doi.org/10.26766/pmgrp.v8i2.428>.
15. Романенко І., Третяк О. Метаболічні наслідки розладів сну. Огляд літератури. *Clinical Endocrinology and Endocrine Surgery*. 2022. № 2. Р. 39–46.
16. Свінціцький А., Гаєвські П. Внутрішні хвороби : підручник. Kraków : Medycyna Praktyczna, 2018. 1632 с. URL: <https://empendium.com/ua/chapter/B27.V.25.1.1>.
17. Стрес-асоційовані розлади здоров'я в умовах збройного конфлікту : монографія / В. Гічун та ін. Дніпро : ПП «Акцент», 2019. 324 с.
18. Торбас О., Прогонов С. Особливості перебігу артеріальної гіпертензії в пацієнтів під час широкомасштабного вторгнення в Україні. *Артеріальна гіпертензія*. 2023. № 16 (1–2). С. 43–50. <https://doi.org/10.22141/2224-1485.16.1-2.2023.348>.
19. Вплив військових дій на психологію студентів / Р. Устенко та ін. *Організаційні та нормативно-правові аспекти діяльності системи громадського здоров'я в Україні в мирний час та під час війни : колективна монографія / за заг. ред. В. Ждана, І. Голованової*. Полтава : ТОВ «Техсервіс», 2022. С. 31–36.
20. Шостаківська Н., Маліновський А. Вплив військових дій на життєдіяльність цивільного населення. *Воєнні конфлікти та техногенні катастрофи: Історичні та психологічні наслідки* : збірник тез III Міжнародної наукової конференції, 20–21 квітня 2023 р., м. Тернопіль. Тернопіль : Ф-ОП В.А. Паляниця, 2023. С. 163–164.
21. Assessment of the post-traumatic damage of myocardium in patients with combat trauma using a data mining analysis of an electrocardiogram / I. Chaikovsky et al. *Signal Processing Symposium (SPSymposium)*. 2019. Р. 34–38.
22. Dadi A.F. The mental health consequences of war in northern Ethiopia: why we should be concerned. *The Lancet Psychiatry*. 2022. Vol. 9. № 3. Р. 194–195. [https://doi.org/10.1016/s2215-0366\(22\)00013-x](https://doi.org/10.1016/s2215-0366(22)00013-x).
23. The Fear of War Scale (FOWARS) / K. Kalcza-Janosi et al. *Development and Initial Validation*. 2022. URL: <https://psyarxiv.com/sfz2v>.
24. Holsboer F., Ising M. Stress Hormone Regulation: Biological Role and Translation into Therapy. *Annual Review of Psychology*. 2010. Vol. 61. № 1. Р. 81–109. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.100321>.
25. Psychosomatic response to acute emotional stress in healthy students / E. García Pagès et al. *Frontiers in Physiology*. 2023. Vol. 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.960118>.
26. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction / R.E. Kleiger et al. *The American Journal of Cardiology*. 1987. Vol. 59. № 4. Р. 256–262. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(87\)90795-8](https://doi.org/10.1016/0002-9149(87)90795-8).
27. Heart Rate Variability: Measurement and Clinical Utility / R.E. Kleiger et al. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*. 2005. Vol. 10. № 1. Р. 88–101. <https://doi.org/10.1111/j.1542-474x.2005.10101.x>.
28. Resting-state heart rate variability (HRV) mediates the association between perceived chronic stress and ambiguity avoidance / T. Jirjis et al. *Scientific Reports*. 2022. Vol. 12. № 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22584-4>.
29. Associations between Sleep Quality and Heart Rate Variability: Implications for a Biological Model of Stress Detection Using Wearable Technology / T. Chalmers et al. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. Vol. 19. № 9. Р. 5770. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095770>.

References:

1. Ahaiev, N.A. (2016). Kharakterni oznaky osnovnykh nehatyvnykh psykhiichnykh staniv viiskovosluzhbovtiv pid chas vedennia boiovykh dii [Characteristic signs of the main negative mental states of servicemen during hostilities.]. *Naukovi zapysky Natsionalnoho universytetu "Ostrozka akademiia". Seriia "Psykhologhiia"*, (4), 46–53 [in Ukrainian].
2. Antonets, T., Shushkovska, Y. (2023). Variabelnist sertsevoho rytmu u zdobuvachiv vyshchoi osvity v umovakh viiskovoho stanu [Variability of heart rate in students of higher education in the conditions of martial law]. *Hlobalizatsiia naukovykh znan: mizhnarodna spivpratsiia ta intehtratsiia haluzei nauk* (P. 374–375) [in Ukrainian].

3. Berezhnyi, V.V. Romankevych, I.V. (2015). Zastosuvannia vyznachennia variabelnosti sertsevoho rytmu u ditei [Application of determination of heart rate variability in children]. *Suchasna pediatria*, (1), 87–91 [in Ukrainian].
4. Bielikova, N., Indyka, S., Tsos, A., Vashchuk, L. (2022). Yakist zhyttia naselennia, yake postrazhdalo vid viiskovykh dii [The quality of life of the population affected by military operations]. *Fizyczne vykhovannia, sport i kultura zdorovia u suchasnomu suspilstvi*. 1 (57), 3–9. <https://doi.org/10.29038/2220-7481-2022-01-03-09> [in Ukrainian].
5. Bocharov, M., Pryimak, M. (2016). Dosvid vykorystannia metodyk otsiniuvannia nehatyvnoho informatsiino-psykholohichnoho vplyvu v prohnozuvanni moralno-psykholohichnoho stanu viisk u boiovykh umovakh [Experience in the use of methods for assessing negative informational and psychological impact in forecasting the morale and psychological state of troops in combat conditions]. *Suchasni informatsiini tekhnologii u sferi bezpeky ta oborony*. 1 (25), 15–19 [in Ukrainian].
6. Brovko, M.R. (2022). Spivstavlennia danykh EKH ta ekhokardiohrafii u khvorykh na ishemichnu khvorobu sertsia [Comparison of ECG and echocardiography data in patients with coronary heart disease]. *Y Dosiahnennia suchasnoi medychnoi ta farmatsevtychnoi nauky – 2022: zb. tez dop. Vseukr. nauk.-prakt. konf. studentiv ta molodykh vchenykh* (P. 8–9). Zaporizhzhia [in Ukrainian].
7. Buriakovska, O.O., & Isaieva, H.S. (2022). Vplyv porushen snu na formuvannia ta perebih sertsevo-sudynnykh zakhvoriuvan. Ohliad literatury [The influence of sleep disorders on the formation and course of cardiovascular diseases. Literature review]. *Ukrainskyi terapevtychnyi zhurnal* (1–2), 68–77. <https://doi.org/10.30978/UTJ2022-1-68> [in Ukrainian].
8. Hozak, S., Yelizarova, O., Stankevych, T., Parats, A., Lynchak, O., & Diuba, N. (2021). Tryvalist i yakist snu u ditei shkilnoho viku u zv'iazku z yikh psykhoemotsiynym stanom: retrospektyvno-prospektyvne doslidzhennia [Duration and quality of sleep in school-age children in relation to their psycho-emotional state: a retrospective-prospective study]. *Aktualni problemy suchasnoi medytsyny*, (8) [in Ukrainian].
9. Kovalchuk, T.A. (2022). Pokaznyky variabelnosti sertsevoho rytmu v ditei iz synkope vnaslidok ortostatychnoi hipotenzii [Indicators of heart rate variability in children with syncope due to orthostatic hypotension]. *Visnyk medychnykh i biolohichnykh doslidzhen*. 1, 50–56 [in Ukrainian].
10. Kochyna, M.L., Bila, A.A., Bondarenko, I.H., Bondarenko, O.V. (2020). Osoblyvosti zminy pokaznykiv variabelnosti sertsevoho rytmu studentiv pid vplyvom rozumovoho ta fizychnoho navantazhennia [Peculiarities of changes in heart rate variability indicators of students under the influence of mental and physical stress]. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu*. 6 (28), 396–403 [in Ukrainian].
11. Lisun, Yu.B., Uhlev, & Ye.I. (2020). Variabelnist sertsevoho rytmu, vykorystannia ta metody analizu [Heart rate variability, uses and methods of analysis]. *Pain, Anaesthesia & Intensive Care*. 4 (93), 83–89. DOI: 10.25284/2519-2078.4(93).2020.220693 [in Ukrainian].
12. Mintser, O.P., Nevoit, H.V., Potiazhenko, M.M., Babintseva, L.Yu. (2020). Analiz elektrychnoi emisii fotoniv i aparatno-prohramnyi zapys variabelnosti rytmu sertsia v strukturi obiektyvnoho klinichnoho obstezhennia [Analysis of electrical emission of photons and hardware and software recording of heart rhythm variability in the structure of an objective clinical examination]. *Svit medytsyny ta biolohii*, 4 (74), 107–111 [in Ukrainian].
13. Molotok, V.V. (2023). Poshyrenist sered studentiv oznak prykhovanoho postravmatychnoho stresovoho rozladu, poviazanoho z voiennym stanom i yoho vplyv na efektyvnist navchannia [Prevalence of symptoms of latent post-traumatic stress disorder associated with martial law among students and its impact on academic performance]. *Pershyi krok v nauku – 2023: mater. XX Nauk. konf. studentiv ta molodykh vchenykh z mizhnar. uchastiu* (P. 170–171). Vinnytsia [in Ukrainian].
14. Moroziuk, K. (2023). Porushennia snu vnaslidok dystresu viiny [Sleep disturbance due to war distress]. *Psykhosomatychna medytsyna ta zahalna praktyka*. 2 (8). <https://doi.org/10.26766/pmgp.v8i2.428> [in Ukrainian].
15. Romanenko, I.Yu., & Tretiak, O.E. (2022). Metabolichni naslidky rozladiv snu. Ohliad literatury [Metabolic consequences of sleep disorders. Literature review]. *Clinical Endocrinology and Endocrine Surgery*. 2, 39–46 [in Ukrainian].
16. Svintsitskyi, A.S., Haievski, P. (2018). *Vnutrishni khvorozy* : pidr. [Internal diseases : a textbook]. Kraków. URL: <https://empendium.com/ua/chapter/B27.V.25.1.1> [in Ukrainian].
17. Hichun, V.S., Kyrychenko, A.H. Kornatskyi V.M. (2019). *Stres-asotsiovani rozlady zdorovia v umovakh zbroinoho konfliktu : monograph* [Stress-related health disorders in conditions of armed conflict : monograph]. Aktsent PP. [in Ukrainian].
18. Torbas, O.O., Progonov, S.O. (2023). Osoblyvosti perebihu arterialnoi hipertenzii u patsientiv pid chas shyrokomasshtabnoho vtorhnennia v Ukraini [Peculiarities of the course of arterial hypertension in patients during a large-scale invasion in Ukraine]. *Hypertension*, 16 (1–2), 43–50. <https://doi.org/10.22141/2224-1485.16.1-2.2023.348> [in Ukrainian].
19. Ustenko, R.L., Katsenko, A.L., Sarychev, Ya.V. (2022). Vplyv viiskovykh dii na psykhologiiu studentiv [The influence of military actions on the psychology of students]. V.M. Zhdan & I.A. Holovanova (Red.), *Orhanizatsiini ta normatyvno-pravovi aspekty diialnosti systemy hromadskoho zdorovia v Ukraini v myrnyi chas ta pid chas viiny : kolektyvna monohrafiia* (P. 31–36) [in Ukrainian].
20. Shostakivska, N., Malinovskiy, A. (2023). Vplyv viiskovykh dii na zhyttiediialnist tsyvilnoho naselennia [The impact of military actions on the life of the civilian population]. In *Voieni konflikti ta tekhnohenni katastrofy : Istorychni ta psykhologichni naslidky : Zb. tez III Mizhn. nauk. konf.* (P. 163–164) [in Ukrainian].
21. Chaikovskiy, I., Krivova, O., Kazmirchuk, A. et al. (2019). Assessment of the post-traumatic damage of myocardium in patients with combat trauma using a data mining analysis of an electrocardiogram. *Signal Processing Symposium (SPS)*. 34–38.

22. Dadi, A.F. (2022). The mental health consequences of war in northern Ethiopia: why we should be concerned. *The Lancet Psychiatry*, 9 (3), 194–195. [https://doi.org/10.1016/s2215-0366\(22\)00013-x](https://doi.org/10.1016/s2215-0366(22)00013-x).
23. Kalcza-Janosi, K., Kotta, I., Marschalko, E.E., Szabó, K. (2022). *The Fear of War Scale (FOWARS): Development and Initial Validation*. 2022. Available online: <https://psyarxiv.com/sfz2v>.
24. Holsboer, F., Ising, M. (2010). Stress Hormone Regulation: Biological Role and Translation into Therapy. *Annual Review of Psychology*, 61 (1), 81–109. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.100321>.
25. García Pagès, E., Arza, A., Lazaro, J. et al. (2023). Psychosomatic response to acute emotional stress in healthy students. *Frontiers in physiology*, 13, 960118. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.960118>.
26. Kleiger, R.E., Miller, J.P., Bigger, J.T. et al. (1987). Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. *The American journal of cardiology*, 59 (4), 256–262. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(87\)90795-8](https://doi.org/10.1016/0002-9149(87)90795-8).
27. Kleiger, R.E., Stein, P.K., & Bigger, J.T. (2005). Heart Rate Variability: Measurement and Clinical Utility. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 10 (1), 88–101. <https://doi.org/10.1111/j.1542-474x.2005.10101.x>.
28. Jiryis, T., Magal, N., Fruchter, E., Hertz, U., Admon, R. (2022). Resting-state heart rate variability (HRV) mediates the association between perceived chronic stress and ambiguity avoidance. *Scientific reports*, 12 (1), 17645. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22584-4>.
29. Chalmers, T., Hickey, B.A., Newton, P. et al. (2022). Associations between Sleep Quality and Heart Rate Variability: Implications for a Biological Model of Stress Detection Using Wearable Technology. *International journal of environmental research and public health*, 19 (9), 5770. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095770>.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРВИННИХ ДОНОРІВ КРОВІ СУМСЬКОГО ОБЛАСНОГО ЦЕНТРУ СЛУЖБИ КРОВІ ЗА ЕРИТРОЦИТАРНИМИ АНТИГЕНАМИ

Торяник Валентина Миколаївна,

кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри біології та методики навчання біології
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0000-0003-0590-1345
Scopus-Author ID: 57886391900
Web of Science Researcher ID: JXX-4904-2024

Васюк Іван Олексійович,

здобувач
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка

У статті актуалізована проблема гарантування імунологічної безпеки трансфузій еритроцитів в умовах значного зростання в Україні потреб у донорській крові та її компонентах від початку повномасштабного вторгнення Росії. У статті висвітлено результати вивчення крові 133-х первинних донорів (83-х чоловіків і 50 жінок) Сумського обласного центру служби крові за антигенами систем AB0, Rh, Kell. Дослідження виконане в рамках Договору № 562 від 22 березня 2016 року про науково-дослідну, методичну та просвітницьку співпрацю між Товариством з обмеженою відповідальністю «Сумський обласний центр служби крові» та Сумським державним педагогічним університетом імені А.С. Макаренка на базі Biopharma Plasma Суми. Визначення антигенів здійснене за методом реакції непрямой гемаглютинації на автоматичному аналізаторі Bio Rad ІН 500. Ідентифікація фенотипів за антигенами системи Rh проведена за номенклатурою R.A. Fisher/R.R. Rice. Статистичні показники розраховані у формі відносних величин. Встановлено, що розподіл первинних донорів за антигенами системи AB0 загалом і за статтю відповідає офіційним статистичним даним щодо поширеності антигенів системи AB0 серед українців. Показано, що за системою Rh 86% первинних донорів, зокрема і серед жінок і чоловіків, мають у мембранах еритроцитів антиген D, що цілком відповідає загальноєвропейській частоті резус-позитивного фенотипу. За номенклатурою R.A. Fisher/R.R. Rice первинні донори належать до 8 фенотипів. За системою Келл 92% первинних донорів є К-негативними, серед чоловіків 94% і серед жінок 88%, що узгоджується з літературними даними щодо загальносвітової частоти Келл-негативних (≤ 90) і Келл-позитивних людей ($\geq 10\%$). За поєднанням еритроцитарних антигенів систем AB0, Rh та Kell у первинних донорів виявлено 12 фенотипів.

Ключові слова: донор крові, антиген, еритроцитарна система антигенів, AB0, Rh, Kell, Сумська область.

Toranyk Valentyna, Vasiuk Ivan. Characteristics of the primary donors of the Sumy regional blood service center

The article updates the problem of ensuring the immunological safety of erythrocyte transfusions in the conditions of a significant increase in the need for donor blood and its components in Ukraine since the beginning of the full-scale invasion of Russia. The article highlights the results of studying the blood of 133 primary donors (83 men and 50 women) of the Sumy Regional Blood Service Center for antigens of AB0, Rh, Kell systems. The study was carried out within the framework of Agreement № 562 dated 03.22.2016 on scientific, methodological and educational cooperation between Sumy Regional Blood Service LLC and Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko on the basis of Biopharma Plasma of Sumy. Determination of antigens was carried out by the indirect hemagglutination reaction method on the Bio Rad IN 500 automatic analyzer. Identification of phenotypes by antigens of the Rh system was carried out according to the nomenclature of R.A. Fisher/R.R. Rice. Statistical indicators were calculated in the form of relative values. It was established that the distribution of primary donors by antigens of the AB0 system in general and by gender corresponds to official statistical data on the prevalence of antigens of the AB0 system among Ukrainians. It is shown that according to the Rh system, 86% of primary donors, including among women and men, have antigen D in the membranes of erythrocytes, which fully corresponds to the European frequency of the Rh-positive phenotype. According to the nomenclature of R.A. Fisher/R.R. Rice primary donors belong to 8 phenotypes. According to the Kell system, 92% of primary donors are K-negative, including 94% among men and 88% among women, which is consistent with the literature on the worldwide frequency of Kell-negative (≤ 90) and Kell-positive individuals ($\geq 10\%$). Based on the combination of erythrocyte antigens of AB0, Rh and Kell systems, 12 phenotypes were identified in primary donors.

Key words: blood donor, antigen, erythrocyte antigen system, AB0, Rh, Kell, Sumy region.

Вступ. Щомиті у світі постає потреба в гемотрансфузії за життєвими показниками. За статистикою Всесвітньої організації охорони здоров'я, кожен третій житель нашої планети хоча б раз у житті потребує донорської крові [7; 15]. В Україні потреба в донорській крові та її компонентах від початку повномасштабного вторгнення Росії значно зросла: за неофіційними оцін-

ками громадської організації ДонорUA, яка співпрацює з державою щодо забезпечення донорською кров'ю та її компонентами, майже на 60% [12].

Трансфузія крові та її компонентів від донора до реципієнта є трансплантацією, тому з метою профілактики негативних наслідків процедура повинна відповідати правилам і передусім обов'язковому визначенню

групи крові донора та реципієнта. З наявних систем груп крові найбільше клінічне значення мають еритроцитарні системи антигенів АВ0, Rh та Kell [7; 20].

Система АВ0 представлена двома антигенами на поверхні еритроцитів – *A* і *B*. На еритроцитах, які не мають антигенів *A* і *B*, виявляється антиген *H* [20]. Структура антигенів *A* і *B* може змінитися впродовж життя, зокрема внаслідок патологічних процесів. Наприклад, окремі бактеріальні ферменти за деяких бактеріальних інфекцій шлунково-кишкового тракту можуть спричинити деацетилювання аглютиногену *A*, унаслідок чого в людини може спостерігатися набутий фенотип *B* [18].

Система Rh (резус-фактор) є найполіморфнішою та найскладнішою системою еритроцитарних антигенів (станом на 2016 р. їх налічувалося 59), і нині розуміння номенклатури генів, антигенів, фенотипів, генотипів, гаплотипів системи Rh має труднощі [21; 22]. До основних антигенів системи Rh належать антигени *D*, *C*, *c*, *E*, *e*. Найактивнішим серед них є антиген *D*, який і визначає наявність «резус-фактора» [2; 7; 14]. Імуногенність інших (мінорних) антигенів системи Rh істотно слабшає в такому порядку: $c > E > C > e$ [15; 20]. Нині існують припущення, що антиген *D*, по-перше, не є однорідним і складається із численних парціальних варіантів (*D1*, *D2*, *D3* тощо (*D partial*)), повний набір яких відповідає повноцінному *D*-антигену, відсутність будь-якого одного або декількох із них призводить до появи ослаблених форм антигену *D*, по-друге, що білкова молекула *D* має чотири епітопи, що частково перекриваються: *W*, *X*, *Y* і *Z* [14; 19; 20; 23]. Також нині відомо про існування рідкісного фенотипу резус-нуль (*Rh null*) («золота кров»), який характеризується відсутністю всіх антигенів резус [3; 16].

Система Kell (також відома як система Kell – Cella) представлена 24-ма антигенами на поверхні еритроцитів [6]. Найбільшою імуногенністю характеризується фактор *K* (синоніми Kell, KEL1, K_1). Антитіла анти-*K* (анти-Kell) мають зазвичай алоімунне походження: з'являються в результаті контакту з еритроцитами *K*+ у разі трансфузії [1]. Більшість людей у світі є Келл-негативними, відповідно еритроцити від Келл-позитивних донорів рідко бувають придатні для переливання. Тому згідно із Законом України № 931–ІХ від 30 вересня 2020 р. «Про безпеку та якість донорської крові та компонентів крові» та «Порядком медич-

ного обстеження донорів крові та компонентів крові», затвердженим 1 серпня 2005 р. наказом МОЗ України № 385 від 1 серпня 2005 р., у редакції № 207 від 8 лютого 2021 р., відділення та станції переливання крові взагалі не повинні видавати такі еритроцити у клініки [5; 10]. Водночас Келл-позитивні донори можуть здавати компоненти крові, які не містять еритроцитів, тобто тромбоцити і плазму. Індивіди з негативним антигеном Kell є універсальними за цією ознакою реципієнтами еритроцитів [11; 13].

Сучасна стратегія гарантування імунологічної безпеки трансфузій еритроцитів заснована на двох об'єктивних показниках – частоті й аллоімунізації населення в тому чи іншому регіоні. Тому для підвищення якості комплектування донорських кадрів і управління донорськими кадрами з метою забезпечення населення якісними та безпечними компонентами донорської крові в необхідній кількості, організації обігу донорської крові та компонентів крові, залишається актуальним характеристика первинних донорів за антигенними системами крові.

Метою статті є висвітлення результатів вивчення крові первинних донорів Сумського обласного центру служби крові за антигенами систем АВ0, Rh, Kell.

Матеріали та методи. Дослідження проведене на базі Biopharma Plasma м. Суми. Матеріал для дослідження отриманий 12 жовтня 2023 р. від групи 133-х первинних донорів: 83-х чоловіків і 50 жінок. Визначення антигенів систем АВ0, Rh, Kell здійснювалося за методом реакції непрямой гемаглютинації на аналізаторі Bio Rad IH 500. Ідентифікація фенотипів за антигенами системи Rh проводилася за номенклатурою R.A. Fisher/R.R. Rice [2; 20]. Статистичні показники у формі відносних величин розраховувалися з використанням MS Excel.

Дослідження виконане в рамках Договору № 562 від 22 березня 2016 р. про науково-дослідну, методичну та просвітницьку співпрацю між ТОВ «Сумський обласний центр служби крові» та Сумським державним педагогічним університетом імені А.С. Макаренка [4].

Результати. Серед первинних донорів дослідної групи за антигенами системи АВ0 переважали особи з антигеном *A* – 45% (табл. 1).

На другому місці за частотою були особи з антигеном *H* – 30%, на третьому місці – особи з антигеном *B* (17%), на четвертому – особи з антигенами *A* і *B* (7,5%).

Таблиця 1

Різнорозмірність первинних донорів крові дослідної групи за антигенами системи АВ0

Антиген	Розподіл						
	загальний		чоловіків			жінок	
	N осіб	%	N осіб	% від N загальної	% від N чоловіків	N осіб	% від N загальної
<i>H</i>	40	30,1	27	20,3	32	13	9,8
<i>A</i>	60	45,1	38	28,6	46	22	16,5
<i>B</i>	23	17,3	12	9,1	15	11	8,2
<i>A</i> і <i>B</i>	10	7,5	6	4,5	7	4	3

Такий розподіл збігається з офіційними статистичними даними, згідно з якими українців, що мають у мембранах еритроцитів антиген *A*, 40%, антиген *H* – 37%, антиген *B* – 17%, антигени *A* і *B* – 6% [17; 18].

Прикметно, що за результатами гематологічних обстежень понад 17 тис. українців у 1960–1970-х рр. групою українських науковців щодо сумарного розподілу еритроцитарних систем крові ABO, Rh, MN, Hr, Gc, Gm, Tf було окреслено 5-ть геногеографічних зон України: центральноукраїнську, поліську, деснянську, південно-східну та карпатську [8]. Перші чотири належать до великої східноєвропейської, а остання – до північно-балкансько-карпатської великих гематологічних зон. Порівняно зі Східною Європою, де відносна кількість населення з антигенами системи ABO становила: *H* – 44%, *A* – 42%, *B* – 10%, *A* і *B* – 4%, у деснянській зоні, до якої належить більша частина Сумської області і Чернігівська область, серед корінного населення була зафіксована низька частота осіб з антигеном *A* (21,2%), вища порівняно зі східноєвропейською частотою частота осіб з антигеном *B* (15,6%) і відносно висока частота осіб з антигеном *H* (63,2%).

Розподіл чоловіків і жінок дослідної групи первинних донорів за антигенами системи ABO збігався із загальним розподілом, однак у жінок на еритроцитах відносно рідше траплявся антиген *H* і відносно частіше – антиген *B* і *A* та *B* разом.

Серед первинних донорів дослідної групи за системою Rh 86% були резус-позитивними (табл. 2), тобто мали в мембранах еритроцитів антиген *D*, що цілком відповідає загальноєвропейській частоті цього антигена [17].

Відмінності в розподілі резус-позитивних чоловіків і жінок від загального перебували в межах статистичної похибки.

У первинних донорів дослідної групи виявлено 8 фенотипів системи Rh за класифікацією R.A. Fisher/R.R. Rice (табл. 3).

Найчастішим був генотип *ccD_{ee}*, що відповідає фенотипу *D+ C– E+ c+ e–* (48%). На другому місці за частотою був генотип *ccD_{EE}*, що відповідає фенотипу *D+ C– E+ c+ e–* (15%), на третьому – генотип *ccddee*, що відповідає фенотипу *D– C– E– c+ e+* (12%). Рідко траплявся генотип *Ccddee*, що відповідає фенотипу *D– C+ E– c+ e+* (2,25%). Рідкісними (менше 1%) у чоловіків і жінок дослідної групи був генотип *ccD_{Ee}* і відповідно фенотип *D+ C– E+ c+ e+*, у жінок – ще й генотип *Ccddee* і відповідно фенотип *D– C+ E– c+ e+*.

Серед 6-ти генотипів/фенотипів RhD+ перші три місця за частотою були за генотипами/фенотипами: *ccD_{ee}/D+ C– E– c+ e+* (56%), *ccD_{EE}/D+ C– E+ c+ e–* (17,5%), *CCD_{ee}/D+ C+ E– c– e+* (10,5%). Серед первинних донорів-RhD– дослідної групи було виявлено всього 2 генотипи, причому 84% мали генотип *ccddee* і відповідно фенотип *D– C– E– c+ e+*, решта – генотип *Ccddee* і відповідно фенотип *D– C+ E– c+ e+*. За літературними даними, найбільш поширеними генотипами за системою Rh серед RhD+ є *C_DE_–* (Rh₀’”), *C_DE_e* (Rh₀’), *ccD_E–* (Rh₀’), *ccD_{ee}* (Rh₀), серед RhD–: *ccddee* (rh₀), *C_Dddee* (rh’), *ccddE_–* (rh’), *C_DddE_–* (rh’ rh’’) [9].

Серед первинних донорів дослідної групи варіанти RhCcEe-антигена мали: 12% – *CE*, 23% – *Ce*, 22% – *cE*, 78% – *ce*. У 85% первинних донорів дослідної групи виявлений найменш імуногенний серед мінорних антигенів системи Rh антиген *e*, у 91% – найбільш імуногенний серед мінорних антигенів – антиген *c*. Лише 22 і 23% первинних донорів дослідної групи мали відповідно мінорний антиген *E*, що в ряду іму-

Таблиця 2

Різноманітність первинних донорів крові дослідної групи за антигенами системи Rh

Антиген	Розподіл							
	загальний		чоловіків			жінок		
	N осіб	%	N осіб	% від N загальної	% від N чоловіків	N осіб	% від N загальної	% від N жінок
D +	114	86	72	54,1	86,7	42	31,9	84
D–	19	14	11	8	13,3	8	6	16

Таблиця 3

Розподіл первинних донорів за фенотипами та генотипами системи Rh (за R.A. Fisher/R.R. Rice)

Генотип	Фенотип	Частота					
		загальна		чоловіків		жінок	
		N осіб	%	N осіб	%	N осіб	%
CcD _{Ee}	D+ C+ E+ c+ e+ (RhD+)	7	5,26	4	3,01	3	2,25
CcD _{ee}	D+ C+ E– c+ e+ (RhD+)	9	6,81	5	3,8	4	3,01
ccD _{Ee}	D+ C– E+ c+ e+ (RhD+)	2	1,5	1	0,75	1	0,75
CCD _{ee}	D+ C+ E– c– e+ (RhD+)	12	9,05	9	6,8	3	2,25
ccD _{ee}	D+ C– E– c+ e+ (RhD+)	64	48,12	39	29,32	25	18,8
ccD _{EE}	D+ C– E+ c+ e– (RhD+)	20	15,01	14	10,5	6	4,51
ccddee	D– C– E– c+ e+ (RhD–)	16	12	9	6,8	7	5,2
Ccddee	D– C+ E– c+ e+ (RhD–)	3	2,25	2	1,5	1	0,75

ногенності перебуває на другому місці після антигену *c*, та мінорний антиген *C*, що в ряду імуногенності йде за антигеном *E*.

Майже 92% первинних донорів дослідної групи виявилися Келл-негативними (*K*⁻), серед чоловіків 94% і серед жінок 88% (табл. 4).

За літературними даними, у світі Келл-позитивних (*K*⁺) людей менше 10% [1; 6; 20].

За поєднанням антигенів систем *AB0*, *Rh* та *Kell* у первинних донорів дослідної групи виявлено 12 фенотипів (табл. 5).

За частотою перша п'ятірка фенотипів (загалом, а також і серед чоловіків, і серед жінок) формувала такий низхідний ранжований ряд: *A D*⁺*K*⁻ > *H D*⁺*K*⁻ > *B D*⁺*K*⁻ > *H D*⁻*K*⁻ > *A D*⁻*K*⁻ і *AB D*⁺*K*⁻.

З однаковою частотою (5,2%) у дослідній групі первинних донорів траплялися особи *D*⁻ та *K*-негативні з антигеном *A* й антигенами *A* і *B*. Рідкісними в дослідній групі первинних донорів виявилися фенотипи *H D*⁺*K*⁺, *A D*⁻*K*⁺, *B D*⁻*K*⁻ та *AB D*⁻*K*⁻. Не було в дослідній групі первинних донорів осіб із фенотипами *H D*⁻*K*⁺, *B D*⁻*K*⁺, *B D*⁻*K*⁻ і *AB D*⁻*K*⁺.

Серед чоловіків дослідної групи найрідше (1,2%) траплялися особи з фенотипом *AB D*⁺*K*⁺, і зовсім не було осіб ще й з фенотипами *H D*⁺*K*⁺ і *A D*⁻*K*⁺. Серед жінок дослідної групи найрідше (2%) траплялися особи з фенотипами *H D*⁺*K*⁺, *A D*⁻*K*⁺ і *AB D*⁺*K*⁺.

За літературними даними, розподіл фенотипів за антигенами системи *AB0* в поєднанні з антигенами системи *Rh* (*RhD*) в Україні (за середніми показниками популяції) становить: *H D*⁺ – 32%, *A D*⁺ – 34%, *B D*⁺ – 15%, *AB D*⁺ – 5%; *H D*⁻ – 5%, *A D*⁻ – 6%, *B D*⁻ – 2%, *AB D*⁻ – 1% [44]. Наші результати збігаються із цими даними лише за відносною частотою фенотипу *A D*⁻, але це, імовірно, через значно меншу вибірку, на основі якої проведено дослідження, і те, що ця вибірка все ж таки не з генеральної сукупності.

Висновки:

1. Розподіл первинних донорів за антигенами системи *AB0* відповідав офіційним статистичним даним щодо поширеності антигенів системи *AB0* серед українців: *A* > *H* > *B* > *AB*.

2. Розподіл чоловіків – первинних донорів і жінок – первинних донорів за антигенами системи *AB0* збігався з розподілом у загальній групі, однак серед жінок відносно рідше траплялися особи з антигеном *H* і відносно частіше – з антигеном *B* і антигенами *A* і *B*.

3. За системою *Rh* (*D*) 86% первинних донорів були резус-позитивними, що цілком відповідає загальноєвропейській частоті цього фенотипу. Відмінності частоти резус-позитивних чоловіків і жінок від загальної частоти резус-позитивних осіб у групі були в межах статистичної похибки.

Таблиця 4

Розподіл первинних донорів крові дослідної групи за антигенами системи *Kell*

Антиген	Кількість							
	загальна		чоловіків			жінок		
	N осіб	%	N осіб	% від N загальної	% від N чоловіків	N осіб	% від N загальної	% від N жінок
<i>K</i> ⁺	11	8	5	3,5	6	6	4,5	12
<i>K</i> ⁻	122	92	78	59	94	44	33	88

Таблиця 5

Розподіл первинних донорів крові дослідної групи за поєднанням антигенів систем *AB0*, *Rh* та *Kell*

Варіант поєднання	Частота							
	загальна		чоловіків			жінок		
	N осіб	%	N осіб	% від N загальної	% від N чоловіків	N осіб	% від N загальної	% від N жінок
<i>H D</i> ⁺ <i>K</i> ⁺	1	0,75	0	0	0	1	0,75	2
<i>H D</i> ⁺ <i>K</i> ⁻	29	21,8	21	15,7	25,3	8	6,1	16
<i>H D</i> ⁻ <i>K</i> ⁺	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H D</i> ⁻ <i>K</i> ⁻	10	7,52	6	4,51	7,23	4	3,01	8
<i>A D</i> ⁺ <i>K</i> ⁺	4	3	2	1,5	2,41	2	1,5	4
<i>A D</i> ⁺ <i>K</i> ⁻	48	36,09	32	24,06	38,55	16	12,03	32
<i>A D</i> ⁻ <i>K</i> ⁺	1	0,75	0	0	0	1	0,75	2
<i>A D</i> ⁻ <i>K</i> ⁻	7	5,26	4	3,01	4,82	3	2,25	6
<i>B D</i> ⁺ <i>K</i> ⁺	3	2,25	2	1,5	2,41	1	0,75	2
<i>B D</i> ⁺ <i>K</i> ⁻	20	15,03	10	7,515	12,05	10	7,515	20
<i>B D</i> ⁻ <i>K</i> ⁺	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B D</i> ⁻ <i>K</i> ⁻	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>AB D</i> ⁺ <i>K</i> ⁺	2	1,5	1	0,75	1,2	1	0,75	2
<i>AB D</i> ⁺ <i>K</i> ⁻	7	5,26	4	3,01	4,82	3	2,25	6
<i>AB D</i> ⁻ <i>K</i> ⁺	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>AB D</i> ⁻ <i>K</i> ⁻	1	0,75	1	0,75	1,2	0	0	0

4. За класифікацією R.A. Fisher/R.R. Rice серед первинних донорів виявлено 8 фенотипів із 19 можливих. Найпоширенішим в обох статей був фенотип D+ C– E– c+ e+ (48%), рідкісним (менше 1%) – фенотип D+ C– E+ c+ e.

5. За системою Келл 92% первинних донорів були Келл-негативними, серед чоловіків 94%, серед жінок 88%, що узгоджується з літературними даними щодо

загальносвітової частоти Келл-негативних (≤ 90) і Келл-позитивних людей ($\geq 10\%$).

6. За поєднанням еритроцитарних антигенів систем AB0, Rh та Kell у первинних донорів виявлено 12 із 16-ти можливих фенотипів. За частотою перша п'ятірка фенотипів (загалом, а також серед чоловіків і серед жінок окремо) була сформована в такий низхідний ряд: $A D+ K- \rightarrow H D+ K- \rightarrow B D+ K- \rightarrow H D- K- \rightarrow A D- K-$ і $A B D+ K-$.

Література:

1. Васюк І.О. Значення скринінгу донорської крові на антиген К системи Kell. *Актуальні проблеми дослідження довкілля* : матеріали X Міжнародної наукової конференції, 25–26 травня 2023 р. Суми : СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2023. С. 212–214.
2. Васюк І.О., Торяник В.М. Розподіл первинних донорів крові Сумського обласного центру служби крові за антигенним складом системи Rh. *Освітні та наукові виміри природничих наук* : матеріали IV Всеукраїнської заочної наукової конференції, 9 листопада 2023 р. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 2023. С. 10–12.
3. Виявлення поширених і нових рідкісних типів слабого антигена Rh D у хворих із захворюваннями крові та здорової людини / Л.Л. Головкина та ін. *Онкогематологія*. 2019. № 14/3. С. 52–59.
4. Договір № 562 від 22.03.2016 р. про науково-дослідну, методичну та просвітницьку співпрацю між ТОВ «Сумський обласний центр служби крові» та Сумським державним педагогічним університетом імені А.С. Макаренка. URL: https://pgf.sspu.edu.ua/images/COSCK_60f5b.pdf (дата звернення: 20.01.2024).
5. Про безпеку та якість донорської крові та компонентів крові : Закон України № 931–IX від 30 вересня 2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/239/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 25.12.2023).
6. Практичне значення виявлення Келл-антигену у крові донора та пацієнта / С.Б. Кочубей та ін. *Медицина транспорту України. Практика і досвід*. 2008. № 2. С. 84–85.
7. Клінічні аспекти трансфузіології : навчальний посібник / О.О. Потапов та ін. Суми : Сумський державний університет, 2019. С. 37–38.
8. Макаруч С.А. Антропологічне районування України та прикмети сучасних українців. *Етнографія України* : навчальний посібник / С.А. Макаруч. Львів : Світ, 2004. 218 с.
9. Про затвердження інструкцій, регламентуючих діяльність закладів служби крові України : наказ МОЗ України № 164 від 5 липня 1999 р. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/MOZ2277> (дата звернення: 15.01.2024).
10. Про інфекційну безпеку донорської крові та її компонентів : наказ МОЗ України № 385 від 1 серпня 2005 р., із змінами, внесеними наказом МОЗ України № 207 від 8 лютого 2021 р. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/RE11176> (дата звернення: 15.01.2024).
11. Про затвердження інструкцій з виготовлення, використання та забезпечення якості компонентів крові : наказ МОЗ України № 1093 від 17 грудня 2013 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0030-14#Text> (дата звернення: 15.01.2024).
12. Нинько Дар'я. Кров під час війни: Україні бракує постійних донорів. URL: <https://www.dw.com/uk/zapasi-krovi-pid-cas-vijni-ukraini-brakue-postijnih-donoriv/a-66148156> (дата звернення: 20.01.2024).
13. Організація трансфузіологічної допомоги в закладах охорони здоров'я. Посібник для лікарів – слухачів курсів установ післядипломної освіти / за заг. ред. С. Видиборця., О. Сергієнка. 2-е вид. Київ ; Вашингтон, 2019. С. 252–256.
14. Павлюк Р.П. Серологічно слабкий D-фенотип: огляд та інтерпретація групи крові RhD. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2020. Т. 5. № 5 (27). С. 45–52.
15. Перехрестенко П.М., Назарчук Л.В. Донорство крові, її компонентів: проблеми та шляхи вирішення. *Онкологія, гематологія, терапія: загальна практика*. 2010. URL: www.umj.com.ua/uk/publikatsia-5941-donorstvo-krovi-ii-komponentiv-problemi-ta-shlyaxi-virishennya (дата звернення: 15.01.2024).
16. Rh null: Rarest Blood Tape on Earth. URL: <https://www.google.com/search?q=rh+null%3A+rarest+blood+type+on+earth> (дата звернення: 25.12.2023).
17. Розподіл AB0 (ABO) і Rh (RhD) груп крові за країнами (середні показники популяції). URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Розподіл_популяції_за_групами_крові_за_країною (дата звернення: 25.12.2023).
18. Смірнов О.Ю. Медична біологія : енциклопедичний довідник. Київ : Ліра-К, 2016. С. 104–105.
19. Molecular screening of the Cw antigen for typing donors compatible with patients with anti-MAR-like antibodies / A. Orzińska et al. *Blood Transfus.* 2016, Nov. № 14 (6). P. 573–576. DOI: 10.2450/2015.0044-15.
20. The Blood Group Antigen Facts Book / M.E. Reid et al. 3rd ed. San Diego : Academic Press, 2012. 758 p.
21. Transfusion medicine and hemostasis: clinical and laboratory aspects / B.H. Shaz et al. (Eds.). 3th ed. Elsevier, 2019. Chapter 40, Rh-immune globulin, p. 247–50.
22. International society of blood transfusion working party on red cell / J.R. Storry et al. *Immunogenetics and terminology: report of the Seoul and London meetings. ISBT Sci Ser.* Author manuscript. 2016. № 11 (2). P. 118–122.
23. The molecular basis of the Rhesus antigen Ew / E. Strobel et al. *Transfusion*. 2004. V. 44. № 3. P. 407–409.

References:

1. Vasiuk, I.O. (2023). Znachennia skryninhu donorskoï krovi na antyhen K systemy Kell. *Aktualni problemy doslidzhennia dovkillia* : materialy Kh Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii, 25–26 travnia 2023 r. Sumy : SumDPU imeni A.S. Makarenka. P. 212–214 [in Ukrainian].
2. Vasiuk, I.O., Torianyk, V.M. (2023). Rozpodil pervynnykh donoriv krovi Sumskoho oblasnoho tsentru sluzhby krovi za antyhennym skladom systemy Rh. *Osvitni ta naukovy vymiry pryrodnychkykh nauk* : materialy IV Vseukrainskoï zaochnoi naukovoï konferentsii, 9 lystopada 2023 r. Sumy : Sumskiy derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni A. S. Makarenka. P. 10–12 [in Ukrainian].
3. Holovkina, L.L., Kolandarov, R.S., Pshenychnykova, O.S., Syrin, V.L., Stremoukhova, A.H., Pushkina, T.D. ta in. (2019). Vyavleniia poshyrenykh i novykh ridkisnykh typiv slabkoho antyghenu Rh D u khvorykh iz zakhvoriuvanniamy krovi ta zdorovoi liudyny. *Onkohematolohiia*. № 14/3. P. 52–59 [in Ukrainian].
4. Dohovir № 562 vid 22.03.2016 r. pro naukovu-doslidnu, metodychnu ta prosvitnytsku spivpratsiu mizh TOV “Sumskiy oblasnyi tsentr sluzhby krovi” ta Sumskym derzhavnym pedahohichnym universytetom imeni A.S. Makarenka. URL: https://pgf.sspu.edu.ua/images/COCSK_60f5b.pdf (data zvernennia: 20.01.2024) [in Ukrainian].
5. Zakon Ukrainy № 931–IX “Pro bezpeku ta yakist donorskoï krovi ta komponentiv krovi” vid 30 veresnia 2020 r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/239/95-%D0%B2%D1%80#Text> (data zvernennia: 25.12.2023) [in Ukrainian].
6. Kochubei, S.B., Derpak, Yu.Yu., Kovalova, V.O., Lukomska, S.M. (2008). Praktychne znachennia vyavleniia Kell-antighenu v krovi donora ta patsiienta *Medytsyna transportu Ukrainy. Praktyka i dosvid*. № 2. P. 84–85 [in Ukrainian].
7. Klinichni aspekty transfuziolohii: navch. posib. (2019) / O.O. Potapov, M.M. Rubanets, O.P. Kmyta. Sumy : Sumskiy derzhavnyi universytet. P. 37–38 [in Ukrainian].
8. Makarchuk, S.A. (2004). Etnohrafiia Ukrainy. Rozdil “Antropolohichne raionuvannia Ukrainy ta prykmety suchasnykh ukrainsiv”. Navchalnyi posibnyk. Lviv: Svit. 218 pp. [in Ukrainian].
9. Nakaz MOZ Ukrainy № 164 “Pro zatverdzhennia instruksii, rehlamentuiuchykh diialnist zakladiv sluzhby krovi Ukrainy” vid 5 lypnia 1999 roku. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/MOZ2277> (data zvernennia: 15.01.2024) [in Ukrainian].
10. Nakaz MOZ Ukrainy № 385 vid 01.08.2005 “Pro infektsiinu bezpeku donorskoï krovi ta yii komponentiv” (iz zminamy, vnesenymy nakazom MOZ Ukrainy № 207 vid 08.02.2021). URL: <https://ips.ligazakon.net/document/RE11176> (data zvernennia: 15.01.2024) [in Ukrainian].
11. Nakaz MOZ Ukrainy № 1093 “Pro zatverdzhennia instruksii z vyhotovlennia, vykorystannia ta zabezpechennia yakosti komponentiv krovi” vid 17.12.2013. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0030-14#Text> (data zvernennia: 15.01.2024) [in Ukrainian].
12. Nynko, D. (2024). Krov pid chas viiny: Ukraini brakuie postiinykh donoriv. URL: <https://www.dw.com/uk/zapa-si-krovi-pid-cas-vijni-ukraini-brakue-postiynih-donoriv/a-66148156> (data zvernennia: 20.01.2024) [in Ukrainian].
13. Orhanizatsiia transfuziolohichnoi dopomohy v zakladakh okhorony zdorov'ia (2019). Kerivnytstvo dlia likariv-slukhachiv kursiv ustanov pisladiplomnoi osvity / za zah. red. prof. S. Vydybortsia., k. med. n. O. Serhiienka. Vydannia druhe. Kyiv – Vashynhton. P. 252–256 [in Ukrainian].
14. Pavliuk, R.P. (2020). Serolohichno slabkyi D-fenotyp: ohliad ta interpretatsiia hrupy krovi RhD. *Ukrainskyi zhurnal medytyny, biolohii ta sportu*. T. 5. № 5 (27). P. 45–52 [in Ukrainian].
15. Perekhrestenko, P.M., Nazarchuk, L.V. (2010). Donorstvo krovi, yii komponentiv: problemy ta shliakhy vyrishennia. *Onkolohiia, hematolohiia, terapiia: zahalna praktyka*. URL: www.umj.com.ua/uk/publikatsia-5941-donorstvo-krovi-ii-komponentiv-problemi-ta-shlyaxi-virishennia (data zvernennia: 15.01.2024) [in Ukrainian].
17. Rozpodil AB0 (ABO) i Rh (RhD) hrup krovi za krainamy (seredni pokaznyky populatsii). URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Rozpodil_populiatsii_za_hrupamy_krovi_za_krainoiu (data zvernennia: 25.12.2023) [in Ukrainian].
18. Smirnov, O.Yu. (2016). Medychna biolohiia: Entsyklopedychnyi dovidnyk. K.: Vydavnytstvo “Lira-K”. P. 104–105 [in Ukrainian].
19. Orzińska, A., Guz, K., Michalewska, B., Brojer, E. (2016). Molecular screening of the Cw antigen for typing donors compatible with patients with anti-MAR-like antibodies. *Blood Transfus.* Nov. № 14 (6). P. 573–576 [in English].
20. Reid, M.E., Lomas-Francis, C., Olsson, M. (2012). The Blood Group Antigen Facts Book. 3rd ed. San Diego: Academic Press. 758 pp. [in English].
21. Shaz, B.H., Gil, M.R., Hillyer, C.D., Eds. (2019). Transfusion medicine and hemostasis: clinical and laboratory aspects. 3th ed. Elsevier. Chapter 40, Rh-immune globulin P. 247–50 [in English].
22. Storry, J.R., Castilho, L., Chen, Q., Daniels, G., Denomme, G., Flegel, W.A., et al. (2016). International society of blood transfusion working party on red cell. Immunogenetics and terminology: report of the Seoul and London meetings. ISBT Sci Ser. Author manuscript. 11 (2). P. 118–122 [in English].
23. Strobel, E., Noizat-Pirenne, F., Hofmann, S. et al. (2004). The molecular basis of the Rhesus antigen Ew. *Transfusion*. V. 44. № 3. P. 407–409 [in English].

2. ЕКОЛОГІЯ

УДК 639.1.052:639.112.2:591.526

DOI <https://doi.org/10.32782/naturalspu/2024.1.7>

ЧИСЕЛЬНІСТЬ ЗАЙЦЯ СІРОГО В МИСЛИВСЬКИХ УГІДДЯХ КОРИСТУВАЧІВ РІЗНИХ ФОРМ ГОСПОДАРЮВАННЯ В УМОВАХ ЖИТОМИРЩИНИ

Власюк Володимир Павлович,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри лісівництва, лісових культур та таксації лісу

Поліського національного університету

ORCID ID: 0000-0001-6220-6280

Scopus Author ID: 57222710521

Web of Science Researcher ID: A-9567-2018

Кратюк Олександр Леонідович,

доктор біологічних наук, доцент,
професор кафедри лісівництва, лісових культур та таксації лісу

Поліського національного університету

ORCID ID: 0000-0002-2661-8074

Web of Science Researcher ID: A-9584-2018

Климчук Олександра Олександрівна,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри лісівництва, лісових культур та таксації лісу

Поліського національного університету

ORCID ID: 0000-0002-4429-6072

Web of Science Researcher ID: A-9590-2018

Чисельність зайця сірого в мисливських угіддях залежить передусім від ефективності управління господарством користувачами мисливських угідь. Від користувача угідь залежить низка обставин, які визначають раціональні шляхи й ефективність ведення мисливського господарства загалом. Зокрема, до визначальних чинників чисельності тварин насамперед варто віднести обґрунтоване з господарського погляду планування обсягів проведення експлуатаційних, біотехнічних і охоронних заходів в угіддях.

Мета досліджень полягає в установленні закономірностей чисельності зайця сірого в мисливських господарствах Житомирщини залежно від форм господарювання користувачів мисливських угідь.

Для встановлення особливостей чисельності зайця сірого в мисливських господарствах області всіх користувачів поділили на 3 групи. До I групи віднесли господарства лісогосподарських підприємств Житомирщини, що перебувають у підпорядкуванні Державного спеціалізованого господарського підприємства «Ліси України»; до II – Житомирської обласної організації Українського товариства мисливців і рибалок; до III – господарства приватних підприємств, товариств з обмеженою відповідальністю, громадських та інших організацій. Для проведення досліджень було обрано 12-річний період – 2011–2022 роки.

Установлено, що загалом у мисливських угіддях Житомирщини щільність зайця сірого впродовж аналізованого періоду коливалася в межах 20,02–23,1 особин (1 000 га)⁻¹. Середня щільність виду за розглядуваний період становила 21,14 особин (1 000 га)⁻¹.

У мисливських угіддях господарств I групи щільність зайця сірого була в межах 8,8–11,49 особин (1 000 га)⁻¹. Середня щільність в умовах цих господарств становить 9,94 особини (1 000 га)⁻¹, що є вдвічі меншою за середню по області.

У господарствах II групи щільність виду коливається в межах від 23,24 до 29,9 особин (1 000 га)⁻¹. Середня щільність тварин становить 24,78 особин (1 000 га)⁻¹. Такий показник є загалом вищим в 1,2 раза за середній по Житомирській області.

В угіддях господарств III групи щільність зайця сірого перебувала в межах 20,66–23,06 особин (1 000 га)⁻¹. Середня щільність зайця сірого в господарствах даної групи становить 21,83 особин (1 000 га)⁻¹. Такі показники є майже аналогічними із середніми показниками по Житомирській області.

Загалом по всіх трьох групах господарств Житомирщини чисельність зайця сірого є найбільш стабільною в угіддях користувачів третьої групи.

Ключові слова: заєць сірий, мисливські угіддя, щільність тварин, чисельність тварин, користувачі мисливських угідь, мисливське господарство.

Vlasiuk Volodymyr, Kratiuk Oleksandr, Klymchuk Oleksandra. Population of the European Hare in hunting grounds of users with different forms of management in the conditions of Zhytomyr Region

The population of the European Hare in the hunting grounds depends primarily on the effectiveness of management by the users of the hunting grounds. A number of circumstances determine the rationality and efficiency of hunting management in general. In

particular, the factors determining the animal population include, first of all, the reasonable planning of the scope of operational, biotechnical and conservation measures in the hunting grounds from the economic point of view.

The aim of the research is to determine the patterns of the European Hare population in the hunting grounds of the Zhytomyr region in relation to the forms of management by the users of the hunting grounds.

In order to determine the characteristics of the European Hare population in the hunting grounds of the region, all users were divided into 3 groups. Group I included forestry enterprises of the Zhytomyr region of the State Enterprise "Forests of Ukraine"; group II – USHF; group III – farms of private enterprises, LLCs, public and other organisations. The 12-year period from 2011 to 2022 was chosen for the study.

It was found that the density of the European Hare in the hunting grounds of the Zhytomyr region in general ranged from 20,02 to 23,1 individuals per 1 000 ha during the period under study. The average density of the species for the period under consideration was 21,14 individuals per 1 000 ha.

In the hunting grounds of group I, the density of European Hare ranged from 8,8 to 11,49 individuals per 1 000 ha. The average density in these conditions is 9,94 individuals per 1 000 ha, which is half the regional average.

In group II farms, the species density ranges from 23,24 to 29,9 individuals per 1 000 ha, with an average density of 24,78 individuals per 1 000 ha. This value is typically 1,2 higher than the Zhytomyr region's average.

The density of European Hare in group III ranged from 20,66 to 23,06 individuals per 1 000 ha, with an average density of 21,83 individuals per 1 000 ha. These figures are comparable to the average for the Zhytomyr region.

For all three groups of farms in Zhytomyr region, the number of European Hare is most stable in the lands of the third group of users.

Key words: European Hare, hunting grounds, animals density, number of animals, users of hunting grounds, hunting farm.

Вступ. Показником, що характеризує ефективність ведення мисливського господарства будь-якого користувача мисливських угідь, є чисельність тварин. Натеper в Україні мисливські угіддя перебувають у підпорядкуванні користувачів різних форм господарювання. Тому виникає доцільність установити особливості просторового та часового розподілу тварин і їхньої щільності за користувачами.

Предметом досліджень був обраний заєць сірий, як один із найбільш перспективних представників серед мисливських хутрових тварин Українського Полісся.

Питання зміни чисельності зайця сірого в Україні, в окремі періоди, досліджували різні науковці. У минулому столітті найвідомішими науковцями з дослідження екології зайця сірого, зокрема й динаміки його чисельності, були О.П. Корнєєв [1], К.А. Татаринов [2] та інші. В останні десятиліття зміни просторово-часової чисельності зайця сірого вивчали А.М. Волох [3], В.П. Новицький [4], Е.М. Різун, В.Д. Бондаренко [5] та інші.

Вивченню просторово-часової динаміки зайця сірого в умовах Житомирщини присвячені наші праці [6–8]. Проте дотепер відсутні роботи, у яких з'ясовані питання особливостей чисельності розглядуваного виду в розрізі користувачів мисливських угідь регіону досліджень.

Метою досліджень було встановлення закономірностей чисельності зайця сірого в мисливських господарствах Житомирської області залежно від форм їх господарювання, що дає змогу визначити найефективніші форми управління мисливськими ресурсами.

Матеріали та методи. З метою встановлення чисельності зайця сірого за роками в умовах Житомирщини використовували щорічні матеріали форми державного статистичного спостереження 2 тп (мисливство) «Звіт про облік, добування та розведення мисливських тварин» (зведені результати по Житомирській області). Для аналізу зміни чисельності зайця сірого нами було обрано дванадцятирічний період (2011–2022 рр.).

Для визначення особливостей чисельності зайця сірого в угіддях Житомирщини всі мисливські господарства області поділили на 3 групи залежно від форм господарювання.

До I групи віднесли господарства лісгосподарських підприємств (філій), що перебувають у підпорядкуванні Державного спеціалізованого господарського підприємства «Ліси України» (далі – ДП «Ліси України»). До цієї групи було віднесено 12 користувачів мисливських угідь (господарств). Площа угідь зазначеної групи господарств становить 315 097 га.

До II групи нами було віднесено 9 господарств Житомирської обласної організації Українського товариства мисливців і рибалок (далі – ОО УТМР). Мисливські угіддя цих користувачів мають площу 1 081 921 га.

До III групи віднесли угіддя 75 користувачів, що не були включені до двох попередніх груп (інші користувачі). Сюди увійшли товариства з обмеженою відповідальністю (далі – ТОВ), громадські організації, приватні підприємства й інші організації. Також до даної групи ми включили громадську організацію «Житомирська гарнізонна організація ТВМР ЗСУ». Площа угідь користувачів цієї групи господарств становить 738 073 га.

З метою достовірного з'ясування особливостей часової та просторової зміни чисельності зайця сірого розраховували та використовували показник щільності тварин на 1 000 га угідь.

Результати. Для проведення аналізу динаміки чисельності зайця сірого, у розрізі визначених нами груп користувачів мисливських угідь, спершу доцільно встановити тенденції зміни чисельності розглядуваного виду для Житомирської області загалом. Динаміку чисельності та щільності тварин відбивають матеріали табл. 1.

Як видно з матеріалів таблиці, щільність зайця сірого впродовж 2011–2022 рр. в умовах Житомирщини коливалась у межах 20,02–23,1 особин (1 000 га)⁻¹. Найнижча кількість тварин була зафіксована у 2015 та 2016 рр. (20,12 і 20,02 особин (1 000 га)⁻¹ відповідно) (рис. 1). Середня щільність зайця сірого за розглядуваний період становила 21,14 особин (1 000 га)⁻¹. Така середня щільність тварин, відповідно до Настанов з упорядкування мисливських угідь [9], відповідає оптимальній щільності за 3,3 класом бонітету мисливських угідь для Поліської лісомисливської

Таблиця 1

Динаміка чисельності та щільності зайця сірого в мисливських угіддях Житомирщини

Рік	Площа мисливських угідь, га	Чисельність, особин	Щільність, особин (1 000 га) ⁻¹
2011 р.	2 120 010	49 834	23,51
2012 р.	2 145 951	48 091	22,41
2013 р.	2 181 833	46 145	21,15
2014 р.	2 184 976	45 521	20,83
2015 р.	2 143 675	43 126	20,12
2016 р.	2 134 379	42 740	20,02
2017 р.	2 143 696	44 547	20,78
2018 р.	2 120 008	43 667	20,60
2019 р.	2 129 158	45 133	21,20
2020 р.	2 129 042	44 532	20,92
2021 р.	2 120 593	44 623	21,04
2022 р.	2 135 091	45 092	21,12
Середня щільність			21,14

зони, і за 3,5 класом бонітету – для Лісостепової правобережної. Виходячи із цього, потрібно зазначити, що чисельність зайця сірого в мисливських угіддях Житомирщини є низькою і не відзначається показниками, наближеними до оптимальної.

Зважаючи на те, що угіддя більшості мисливських господарств Житомирщини характеризуються для зайця сірого третім класом бонітету, для якого оптимальна щільність виду становить 28 особин (1 000 га)⁻¹ в умовах Поліської зони і 34 особини в умовах Лісостепової правобережної, орієнтовна оптимальна щільність тварин мала б становити приблизно 30 особин (1 000 га)⁻¹.

Часові зміни чисельності та щільності зайця сірого в умовах мисливських угідь лісогосподарських підприємств (далі – ЛГП) Житомирщини (перша група господарств) наведено в табл. 2. Як видно з матеріалів зазначеної таблиці, щільність тварин є дуже низькою та коливається впродовж розглядуваного періоду в межах 8,8–11,49 особин (1 000 га)⁻¹. Найвища щільність зайця сірого в господарствах цієї групи була зафіксована у 2011 р. (рис. 2), а найнижча у 2018 р. Варто зазначити, що в останні два роки аналізованого періоду чисельність виду почала поступово зростати.

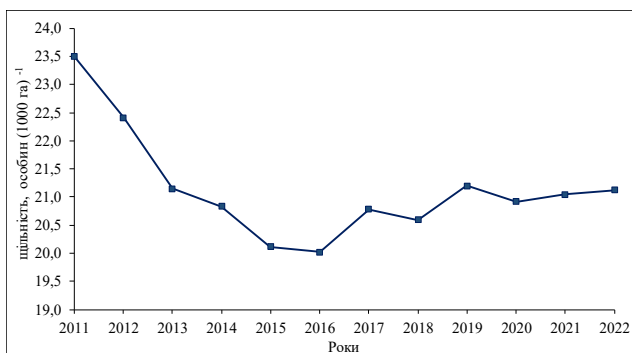


Рис. 1. Динаміка щільності зайця сірого в мисливських угіддях Житомирщини

Таблиця 2

Динаміка чисельності та щільності зайця сірого в мисливських угіддях лісогосподарських підприємств Житомирщини ДП «Ліси України»

Рік	Площа мисливських угідь, га	Чисельність, особин	Щільність, особин (1 000 га) ⁻¹
2011 р.	527 419	6 060	11,49
2012 р.	473 569	5 103	10,78
2013 р.	463 260	4 984	10,76
2014 р.	463 287	4 778	10,31
2015 р.	400 286	4 134	10,33
2016 р.	389 492	3 670	9,42
2017 р.	346 335	3 213	9,28
2018 р.	338 096	2 976	8,80
2019 р.	329 308	3 158	9,59
2020 р.	321 933	2 951	9,17
2021 р.	306 649	2 964	9,67
2022 р.	315 097	3 058	9,70
Середня щільність			9,94

Середня щільність зайця сірого в умовах господарств цієї групи становить 9,94 особини (1 000 га)⁻¹, що є вдвічі меншою за середню по області та втричі меншою за орієнтовну оптимальну. Така досить низька щільність тварин в угіддях лісогосподарських підприємств Житомирщини, найімовірніше, пов'язана з тим, що у структурі угідь даних господарств частка лісових угідь становить майже 94% [10]. Як відомо, для зайця сірого великі лісові масиви, для яких характерна низька мозаїчність, не є досить цінними стаціями проживання. Також однією із причин низької чисельності тварин у цій групі підприємств може бути низька ефективність ведення мисливського господарства, бо лісогосподарські підприємства акцентують найбільшу увагу на веденні лісового господарства та вирощуванні високопродуктивних насаджень.

У мисливських господарствах другої групи (угіддя ОО УТМР) спостерігається зовсім протилежна картина. Кількісні показники зайця сірого в угіддях УТМР характеризуються більш високими значеннями (табл. 3). Щільність тварин у господарствах даної групи коливається в межах від 23,24 до 29,9 особин (1 000 га)⁻¹. Найвища чисельність тварин спостерігалася у 2011 р. і становила 29,9 особин (1 000 га)⁻¹, що дорівнювало орієнтовній оптимальній чисельності тварин в умовах регіону. Проте впродовж усього аналізованого періоду чисельність поступово знижувалася до 2018 р., стабілізувавшись на рівні 23–24 особини (1 000 га)⁻¹. Висока чисельність тварин в угіддях господарств УТМР, безумовно, пов'язана зі значною строкатістю та мозаїчністю ландшафту та великою часткою польових типів угідь [10]. Зниження чисельності впродовж аналізованого періоду, імовірно, пов'язане зі стрімким збільшенням площ орних земель в останнє десятиріччя на Житомирщині й інтенсифікацією ведення сільського господарства в регіоні загалом.

Таблиця 3

Динаміка чисельності та щільності зайця сірого в мисливських угіддях УТМР Житомирщини

Рік	Площа мисливських угідь, га	Чисельність, особин	Щільність, особин (1 000 га) ⁻¹
2011 р.	1 043 830	31 210	29,90
2012 р.	1 043 831	28 956	27,74
2013 р.	1 081 417	27 008	24,97
2014 р.	1 081 417	26 519	24,52
2015 р.	1 081 899	25 324	23,41
2016 р.	1 081 899	25 201	23,29
2017 р.	1 081 899	27 088	25,04
2018 р.	1 081 899	25 977	24,01
2019 р.	1 081 899	26 315	24,32
2020 р.	1 081 899	25 629	23,69
2021 р.	1 081 899	25 149	23,25
2022 р.	1 081 921	25 149	23,24
Середня щільність			24,78

Середня щільність зайця сірого в угіддях ОО УТМР становить 24,78 особин (1 000 га)⁻¹. Такий показник загалом є вищим в 1,2 раза за середній по Житомирській області, але водночас є майже в 1,2 раза нижчим за орієнтовний оптимальний.

Найбільш стабільна картина стосовно зміни чисельності спостерігається в користувачів третьої групи (інші користувачі), куди нами віднесені ТОВ, громадські організації, приватні підприємства й інші організації. Так, щільність зайця сірого в цих господарствах упродовж 2011–2022 рр. перебувала в межах 20,66–23,06 особин (1 000 га)⁻¹ (табл. 4). Такі показники є майже аналогічними з показниками по Житомирщині загалом. Зазначена обставина свідчить про стабільність ведення мисливського господарства користувачами даної групи. Варто зазначити, що пік чисельності тварин розглядуваного виду спостерігався у 2021 р. (23,06 особин (1 000 га)⁻¹) (рис. 2).

Таблиця 4

Динаміка чисельності та щільності зайця сірого в мисливських угіддях мисливських господарств приватних, громадських та інших організацій Житомирщини

Рік	Площа мисливських угідь, га	Чисельність, особин	Щільність, особин (1 000 га) ⁻¹
2011 р.	548 761	12 564	22,90
2012 р.	628 551	14 032	22,32
2013 р.	637 156	14 153	22,21
2014 р.	640 272	14 224	22,22
2015 р.	661 490	13 668	20,66
2016 р.	662 988	13 869	20,92
2017 р.	715 462	14 246	19,91
2018 р.	700 013	14 724	21,03
2019 р.	717 951	15 660	21,81
2020 р.	725 210	15 952	22,00
2021 р.	732 045	16 883	23,06
2022 р.	738 073	16 885	22,88
Середня щільність			21,83

Середня щільність зайця сірого в господарствах даної групи становить 21,83 особин (1 000 га)⁻¹, що є близьким до середнього значення по області, але в 1,4 раза нижчим за орієнтовну оптимальну щільність.

Стосовно третьої групи господарств варто зазначити, що їхні угіддя за своєю структурою є досить придатними для ведення мисливського господарства не лише на зайця сірого, а й на інші види мисливських тварин, оскільки частка лісових типів угідь становить приблизно 65%, а польових – 30%, що є досить збалансованим співвідношенням і створює оптимальні умови для проживання тварин.

Загалом по всіх трьох групах господарств Житомирщини чисельність зайця сірого є найбільш стабільною в угіддях користувачів третьої групи. Зазначена обставина свідчить про те, що до складу таких господарств входить більша частина користувачів приватної форми власності, які є найбільш зацікавленими в питаннях раціонального ведення мисливського господарства не лише на зайця сірого, а й інших видів мисливських тварин у межах своїх угідь.

Висновки. У результаті проведених досліджень з'ясовано, що чисельність зайця сірого в мисливських угіддях Житомирщини, незалежно від користувача, є нижчою за орієнтовні оптимальні показники.

Найнижчою чисельністю відзначаються мисливські господарства, угіддя яких перебувають у користуванні лісгосподарських підприємств ДП «Ліси України». Тут чисельність тварин є дуже низькою, бо середня щільність виду становить 9,94 особини (1 000 га)⁻¹, що є вдвічі меншою за середню по області та втричі меншою за орієнтовну оптимальну. Це пов'язано з тим, що у структурі угідь даних господарств майже 94% угідь належать до лісових, які не становлять для зайця сірого особливо високої цінності. Окрім того, діяльність лісгосподарських підприємств спрямована передусім на ведення лісового господарства та вирощування високопродуктивних насаджень. Питання ведення мислив-

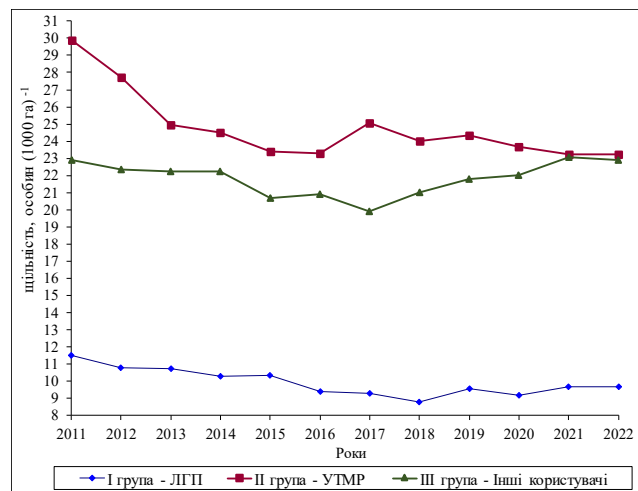


Рис. 2. Динаміка щільності зайця сірого в мисливських угіддях Житомирщини різних форм власності

ського господарства мають здебільшого другорядне значення.

У мисливських господарствах Житомирської ОО УТМР чисельність зайця сірого є найвищою. Середня щільність тварин у цих господарствах становить 24,78 особин (1 000 га)⁻¹. Такий показник є загалом вищим в 1,2 раза за середній по Житомирській області, але водночас є майже в 1,2 раза нижчим за орієнтовний оптимальний. Висока чисельність тварин в угіддях УТМР, безперечно, зумовлена великою часткою польових типів угідь (понад 80%) і пов'язана зі значною строкатістю та мозаїчністю ландшафту. Із 2011 по 2017 рр. в угіддях цих господарств відбувалося стрімке зниження чисельності зайця сірого, що, імовірно, пов'язане зі значним збільшенням площ орних земель в останнє десятиріччя на Житомирщині й інтенсифікацією ведення сільського господарства в регіоні загалом.

Найстабільнішою стосовно зміни чисельності зайця сірого є ситуація в користувачів приватних підприємств, ТОВ, громадських та інших організацій. Середня щільність зайця сірого в цих господарствах становить

21,83 особин (1 000 га)⁻¹, що є близьким значенням до середнього по області, але в 1,4 раза нижчим за орієнтовну оптимальну чисельність. Варто зазначити, що чисельність тварин упродовж аналізованого періоду не зазнавала суттєвих змін. Зазначена обставина свідчить про стабільність ведення мисливського господарства користувачами цих угідь. Це пов'язано з тим, що частка лісових типів угідь у даних господарствах становить приблизно 65%, а польових – 30%, що свідчить про їхню високу придатність для ведення мисливського господарства.

Отже, у результаті проведених досліджень з'ясовано, що в умовах Житомирщини найефективнішим користувачем мисливських угідь, коли йдеться про зайця сірого, є приватні підприємства, ТОВ та інші організації, що приналежні до приватного сектору. З найнижчою ефективністю ведеться мисливське господарство лісгосподарськими підприємствами ДП «Ліси України». У зв'язку із цим даним господарствам необхідно звернути особливу увагу на комплекс біотехнічних і охоронних заходів у мисливських угіддях.

Література:

1. Корнєєв О.П. Заєць-русак на Україні. Київ : Видавництво Київського університету, 1960. 108 с.
2. Татаринів К.А. Фауна хребетних заходу України. Львів : Видавництво Львівського університету, 1973. 257 с.
3. Волох А.М. Великі ссавці південної України у XX ст. (динаміка ареалів, чисельності, охорона та управління) : автореф. дис. ... докт. біол. наук : 03.00.08. Київ, 2004. 32 с.
4. Новицький В.П. Мисливські ресурси агроландшафтів України: стан та проблематика управління (на прикладі лісостепової зони) : монографія. Київ : УкрДГРІ, 2020. 221 с.
5. Різун Е.М., Бондаренко В.Д. Динамічні тенденції стану популяції мисливської теріофауни України та пропозиції щодо вдосконалення облікових робіт. *Праці Теріологічної школи*. 2016. № 14. С. 34–40.
6. Власюк В.П. Кількісна і якісна оцінка мисливських угідь для зайця-русака (*Lepus europaeus* Pall.) в умовах Житомирщини. *Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість*. 2006. Вип. 31. С. 258–261.
7. Власюк В.П. Просторова динаміка чисельності зайця-русака (*Lepus europaeus* Pall.) у мисливських угіддях лісових та лісомисливських господарств Житомирської області. *Вісник Державної агроекологічної академії*. 2007. № 2. С. 238–242.
8. Власюк В.П. Просторово-типологічна організація населення зайця сірого (*Lepus europaeus* Pall.) в умовах Житомирщини та вплив факторів середовища на її формування : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.03.03. Київ, 2012. 21 с.
9. Настанова з упорядкування мисливських угідь. Київ : Видавництво Держкомлісу України, 2002. 113 с.
10. Основні тенденції просторово-часової динаміки основних видів мисливських тварин Житомирщини / В.П. Власюк та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2022. Вип. 48 (2). С. 36–45.

References:

1. Kornieiev, O.P. (1960). Zaiets-rusak na Ukraini [European Hare in Ukraine]. Kyiv : Vydavnytstvo Kyivskoho universytetu, 108 p. [in Ukrainian].
2. Tatarynov, K.A. (1973). Fauna khrebetnykh zakhodu Ukrainy [Fauna of vertebrates of the western part of Ukraine]. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoho universytetu, 257 p. [in Ukrainian].
3. Volokh, A.M. (2004). Velyki ssavtsi pivdennoi Ukrainy v KhKh st. (dynamika arealiv, chyselnosti, okhorona ta upravlinnia) [Large mammals of southern Ukraine in the 20th century (dynamics of ranges, abundance, conservation, and management)]: avtoref. dys. ... dokt. biol. nauk: 03.00.08. Kyiv. 32 p. [in Ukrainian].
4. Novytskyi, V.P. (2020). Myslyvski resursy ahrolandshaftiv Ukrainy: stan ta problematyka upravlinniam (na prykladi lisostepovoi zony) : monohrafiia [Morbidity and population health in Ukraine: socio-geographic dimension: monograph]. Kyiv: UkrDHRI, p. [in Ukrainian].
5. Rizun, E., Bondarenko, V. (2016). Dynamichni tendentsii stanu populiatsii myslyvskoi teriofauny Ukrainy ta propozyitsii shchodo vdoskonalennia oblikovykh robit [Trends in population dynamics of the Ukrainian game mammal fauna and propositions on improvement of its census]. Pratsi Teriologichnoi Shkoly – Proceedings of the Theriological School. № 14. P. 34–40 [in Ukrainian].
6. Vlasuk, V.P. (2006). Kilkisna i yakisna otsinka myslyvskykh uhid dlia zaitsia-rusaka (*Lepus europaeus* Pall.) v umovakh Zhytomyrshchyny [The quantative and qualitative estimation of the hunting territories of hitomir region for the brown

hare (*Lepus europaeus* Pall.)). Lisove hospodarstvo, lisova, paperova i derevoobrobna promyslovist. Vyp. 31. P. 258–261 [in Ukrainian].

7. Vlasiuk, V.P. (2007). Prostorova dynamika chyselnosti zaitsia-rusaka (*Lepus europaeus* Pall.) u myslyvskykh uhid-diakh lisovykh ta lisomyslyvskykh hospodarstv Zhytomyrskoi oblasti [Spatial dynamics of the European hare (*Lepus europaeus* Pall.) population in hunting grounds of forestry and forest-hunting enterprises in Zhytomyr region]. Visnyk Derzhavnoi ahroekolohichnoi akademii. № 2. P. 238–242 [in Ukrainian].

8. Vlasiuk, V.P. (2012). Prostorovo-typolohichna orhanizatsiia naseleння zaitsia siroho (*Lepus europaeus* Pall.) v umovakh Zhytomyrshchyny ta vplyv faktoriv seredovyshcha na yii formuvannia [Spatial-typological organization of grey hare (*Lepus europaeus* Pall.) population in Zhytomyr region and the environmental factors influence on its formation]: avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk : 06.03.03. Kyiv. 21 p. [in Ukrainian].

9. Nastanova z uporiadkuvannia myslyvskykh uhid [Guide Organizing Hunting Grounds] (2002). Kyiv : Vydavnytstvo Derzhkomlisu Ukrainy, 113 p. [in Ukrainian].

10. Vlasiuk, V.P., Kratiuk, O.L., & Klymchuk, O.O. (2022). Osnovni tendentsii prostoro-choasovoi dynamiky osnovnykh vydiv myslyvskykh tvaryn Zhytomyrshchyny [Main tendencies in spatial and temporal dynamics of main species of hunting animals in Zhytomyr Region]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia “Ahronomiia i biolohiia”. Vyp. 48 (2). P. 36–45 [in Ukrainian].

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧКИ РОМЕН У МЕЖАХ МІСТА РОМНИ ТА ШЛЯХИ ЇЇ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ

Данильченко Олена Сергіївна,

кандидат географічних наук, доцент,
доцент кафедри загальної та регіональної географії
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0000-0003-2881-843X
Scopus Author ID: 58090023000
Web of Science Researcher ID: ABS-0308-2022

Корнус Анатолій Олександрович,

кандидат географічних наук, доцент,
доцент кафедри загальної та регіональної географії
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0000-0002-5924-7812
Scopus Author ID: 57198508125
Web of Science Researcher ID: O-6053-2015

Корнус Олеся Григорівна,

кандидат географічних наук, доцент,
завідувач кафедри загальної та регіональної географії
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0000-0001-7469-7291
Scopus Author ID: 57198491514
Web of Science Researcher ID: AAB-6700-2021

Король Олена Миколаївна,

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри загальної та регіональної географії
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0000-0003-0175-3824
Scopus Author ID: 57218827420
Web of Science Researcher ID: GQP-2959-2022

Стаття присвячена важливій проблемі сьогодення – оцінці екологічного стану річки Ромен у межах міста Ромни, головної водної артерії басейну річки Сули, правої її притоки, притоки Дніпра II порядку, шляхам її ревіталізації. Для річки Ромен характерні процеси заростання та замулення, річка міліє та перетворюється місцями на малопроточну водойму, тому окреслена проблема надзвичайно важлива. Мета дослідження – оцінити екологічний стан річки Ромен у межах міста Ромни та виявити шляхи її ревіталізації. Установлено, що екологічний стан річки Ромен у межах міста Ромни оцінений як «задовільний», але близький до «незадовільного», що вказує на те, що в річці активно відбуваються негативні зміни, необхідне вжиття термінових заходів щодо призупинення руйнівних процесів, та як «незадовільний», щоби призупинити негативні зміни з річкою, терміново необхідно застосувати широкий комплекс коротко- та довготермінових заходів для призупинення деградації річки та заплави. Створено акт обстеження екологічного стану річки Ромен та лист-звернення до органів влади щодо покращення стану річки. З'ясовано, що основними екологічними проблемами річки Ромен є забруднення та погіршення якості річкової води, замулення, заростання та перетворення на малопроточну водойму. Для ревіталізації річки Ромен у межах міста Ромни запропоновано такі етапи: вивчити історичну трансформацію русла річки; відновити природну течію, шляхом очищення русла від деревно-чагарникової рослинності, ліквідувати штучні водойми, які перебувають у незадовільному стані; переглянути доцільність роботи осушувально-меліоративної системи «Роменська»; виділити в натуру водоохоронну зону та прибережну захисну смугу, відновити їх до природного стану; дотримуватись оптимальних норм співвідношення розораних ділянок, заліснених, лучних тощо; визнати водоохоронну зону об'єктом природно-заповідного фонду з можливим рекреаційним використанням.

Ключові слова: річка Ромен, екологічний стан, оцінка, екологічні проблеми, ревіталізація.

Danylchenko Olena, Kornus Anatoly, Kornus Olesia, Korol Olena. Assessment of the environmental state of the Romain river within the boundaries of the city of Romny and the roads of its revitalization

The article is devoted to today's important problem of assessing the ecological state of the Romain River within the city of Romny, the main water artery of the Sula River basin, its right tributary, the second-order tributary of the Dnieper, and ways of its revitalization.

Processes of overgrowth and siltation are characteristic of the Romain River, the river thins and turns into a low-flow reservoir in places, therefore the outlined problem is extremely important. The purpose of the study: to assess the ecological condition of the Romain River within the city of Romny and to identify ways of its revitalization. It was established that the ecological condition of the Romain River within the city of Romny is assessed as "satisfactory", but close to "unsatisfactory", which indicates that negative changes are actively taking place in the river; it is necessary to apply urgent measures to stop the destructive processes and as "unsatisfactory", in order to stop negative changes with the river; it is urgently necessary to apply a wide range of short- and long-term measures to stop the degradation of the river and the floodplain. An act of surveying the ecological condition of the Romain River and a letter of appeal to the authorities on improving the condition of the river have been created. It was found that the main environmental problems of the Romain River are pollution and deterioration of river water quality, siltation, overgrowth and transformation into a low-flow reservoir. The following stages are proposed for the revitalization of the Romain River within the city of Romny: study the historical transformation of the riverbed; to restore the natural flow by cleaning the riverbed from tree and shrub vegetation, eliminating artificial reservoirs that are in an unsatisfactory condition; review the expediency of the drainage and melioration system "Romenska"; to allocate in nature water protection zones and coastal protective strips and restore them to their natural state; compliance with the optimal ratio of plowed areas, wooded areas, meadows, etc.; to recognize the VZ as an object of the nature reserve fund with possible recreational use.

Key words: Romain River, ecological condition, evaluation, ecological problems, revitalization.

Вступ. Сучасний стан річок – надзвичайно гостра та важлива проблема. Річки втрачають водність, забруднюються стічними водами та побутовим сміттям, замулюються, заростають та перетворюються на малопроточні водойми. Їхній стан викликає стурбованість і бажання зробити кроки для збереження та відновлення річки. Однією з таких річок є річка Ромен, одна з головних водних артерій басейну річки Сули, права її притока, притока II порядку Дніпра. Останніми роками річка стрімко втрачає водність, замулюється, заростає, її екологічний стан погіршується. Попередні дослідження встановили, що басейн річки Ромен (у межах Сумської області) характеризується високим рівнем антропогенного навантаження з показником 3,49, що відповідає антропогенному стану водозбору [1, с. 221]. Тому річка потребує детального дослідження й оцінки її екологічного стану, а також пошуку шляхів відновлення до її природного стану.

Мета роботи – оцінити екологічний стан річки Ромен у межах міста Ромни та виявити шляхи її ревіталізації. Об'єкт дослідження – річка Ромен, а предмет дослідження – екологічний стан річки Ромен у межах міста Ромни та шляхи її ревіталізації.

Матеріали та методи. Річка Ромен бере початок за 2,5 км на північний схід від села Коновалове Конотопського району Сумської області за координатами 50°59'21.5"N 33°32'30.2"E, а впадає в річку Сулу на північно-східній околиці міста Ромни за координатами 50°44'42.0"N 33°30'17.8"E.

У праці С.П. Сарнавського та В.В. Гребіня [2] здійснено ретроспективний аналіз досліджень річкової мережі лівого бережжя середнього Дніпра, де зазначено, що до XX ст. дослідження річки Ромен відбувалося лише під час дослідження басейну річки Сули. У 1910-х рр. розпочався перший етап розширення мережі водомірних постів на лівих притоках Середнього Дніпра. Уперше два водомірні пости (у селах Ведмеже та Процівка) на річці Ромен з'явилися в 1915 р. Гідрологічні дослідження протягом минулого століття мали періодичний характер: їхня діяльність зафіксована в періоди 1915–1936 та 1956–1984 рр. Комплексні топографо-географічні дослідження в басейні річки Ромен проводилися з метою проектування осушувальної системи та регулювання стоку в періоди

1926–1936 та 1950–1970 рр. Наприкінці XX та на початку XXI ст. тривають процеси згортання системи гідрологічних постів і відбуваються екологічні дослідження річок, де головна увага приділяється забрудненню вод, господарському використанню та глобальній зміні клімату [2, с. 49].

Сучасні дослідження умов формування стоку річки Ромен установили, що зміни клімату, а саме: підвищення температури повітря (на 2,8 °C), збільшення показників випаровування (на 3%) та зменшення кількості опадів (на 1,3%) призводять до зміни складових частин водного балансу річки, і, як результат, до зменшення її стоку (на 28%), а високі показники господарського освоєння земель: розораність (приблизно 70% площі водозбору), знищення лісів (лісистість лише 3,9%), еродованість ґрунтів (до 40%), потужна селітебність, значна зарегульованість басейну річки Ромен (у басейні є 3 потужні водосховища та приблизно 190 ставків), а також потужні меліоративні заходи в межах водозбору (друга в регіоні за потужністю осушувально-меліоративна система) – усе це несприятливі чинники формування стоку річки [3, с. 34].

Екологічний стан річки яскраво демонструє антропогенний вплив на річку та її басейн. Для оцінювання екологічного стану річки було використано тест-методику за візуальною оцінкою [4, с. 277], яку доповнено запитаннями. Методика містить 3 блоки, як-от: оцінювання річки та характеристик води, оцінювання заплави, оцінювання змін, що відбулися останніми роками. Перший блок складається із 16 запитань, що визначають стан річки та якість її води. Блок було доповнено 5-ма запитаннями: колір та запах річкової води, питаннями про водокористування та водовідведення. Другий блок складається із 12 запитань, що визначають стан заплави й інтенсивність її господарського використання. Цей блок було доповнено питаннями про наявність та ширину водоохоронної зони (далі – ВЗ) та прибережної захисної смуги (далі – ПЗС), а також їх забруднення. Третій блок складається із 2-х питань, які вказують на стрімкість небезпечних змін, що відбуваються з річкою. Загалом тест складається із 30 запитань, завдяки яким можна отримати оцінку стану річки та її заплави. Оскільки тест-методику було доповнено запитаннями, критерії, які визначають стан річки, були

уточнені: менше 100 балів – річка перебуває в край важкому стані, 101–160 балів – стан річки «незадовільний», 161–220 балів – «задовільний», 221–280 балів – «ще добрий», понад 280 – «добрий» стан.

Вибір ділянки дослідження. Ключовою точкою дослідження екологічного стану річки є гирлова ділянка, бо в гирлі річки накопичуються тверді наноси, що вказують на інтенсивність ерозійних процесів на водозборі, берегах і руслі річки, а стан річкової води (колір, запах, прозорість, хімічний склад) вказує на те, що потрапляє в річку, як ці речовини впливають на живі організми. Усе це дозволить встановити «діагноз» усього водотоку. Також важливим є дослідження ділянки річки, що в межах населеного пункту, бо саме там найбільш відчутне антропогенне навантаження. Виходячи з цих позицій, було обрано для дослідження екологічного стану річки Ромен ділянку річки протяжністю 8 км від гирла у межах міста Ромни. Обрано такі точки: точка № 1. Поблизу мосту на Процівку (50°45'42.5»N, 33°27'31.7»E), точка № 2. Дерев'яний міст на Процівку (50°45'47.5»N, 33°28'51.7»E), точка № 3. Поблизу дороги на СБК (50°45'42.1»N, 33°29'41.7»E), точка № 4. Шлюз (50°45'31.5»N, 33°30'12.3»E), точка № 5. Гирлова ділянки річки Ромен (50°44'42.1»N, 33°30'17.6»E).

Результати. Оцінка русла річки та річкової води здійснюється за такими показниками, як: природність русла, швидкість течії, зарегульованість річки, замуленість, засміченість, заростання, видовий склад водної рослинності, рибне населення річки, стан берегів і наявність слідів водної ерозії, характеристики річкової води (прозорість, колір, запах, температура), наявність водоспоживання та водовідведення.

Русло більш природне у 1, 2 точках і гирловій ділянці – 10, 11 балів відповідно, за 2 км від гирла русло спрямлене, спостерігаються осушувально-меліоративні канали, від точки 2 до точки 4 – місцями каналізоване, береги закриті бетонними плитами, точки 4, шлюз –

3 бали, у точці 3 – русло значно розширене – 7 балів (табл. 1).

Зарегульованості річки греблями. Якщо враховувати лише найбільше в регіоні Роменське (Карабутівське) водосховище, площа водного дзеркала якого 502 га, то вийде приблизно 4,4 га на 1 км річки (6 балів), але якщо врахувати площу всіх штучних водойм водозбору (1 660 га), то отримаємо 14,7 га на 1 км річки. Мінімальна швидкість течії в точці 2–6 см/с (2 бали), у точках 1 та 3–8 см/с (3 бали), у гирловій ділянці, точка 5–15 см/с (5 балів), а в точці 4 максимальна швидкість (25 см/с) – 8 балів.

Шар мулу в гирлі (точка № 5) та в точці № 2 – приблизно 70 см, досить щільний – 2 бали. У точках 1 та 3 шар мулу 30 см (5 балів), а в точці 4 – до 15 см (7 балів). У точках 1 та 5 річкова вода прозора та слабо прозора – 7 та 5 балів відповідно, у точках 3, 4 – напівпрозора (6 балів), а в точці 2 – мутна з осадом (2 бали). У точках 2, 5 річкова вода із зеленкуватим і жовтуватим відтінком (5 балів), а в точках 1, 3, 4 – без кольору, з легким жовто-зеленим відтінком (7 балів).

Річкова вода в точці 5 з помітним чітким пліснявим і болотним запахом інтенсивністю 3–4 бали (4 бали), у точці 2 – із сильним болотним запахом інтенсивністю 4 бали (2 бали), у точках 1 та 4 – із слабким трав'янистим запахом інтенсивністю 2 бали (8 балів), а в точці 3 – з помітним слабким пліснявим запахом інтенсивністю 3 бали (6 балів). Температура води для всіх точок близька до температури повітря, її добові зміни наближаються до змін температури повітря (4 бали).

У точках 1, 2, 4, 5 трапляються окремі предмети неприродного походження (пластик, скло) (9 балів), а в точці 3 – окремі скупчення предметів неприродного походження та рештки органічного походження (6 балів). У точці 5 сильно заросле русло – понад 50% площі водного дзеркала (0 балів), у точці 2 – від 30 до 50% заростання русла (5 балів), у точках 1, 3, 4 – від 15

Таблиця 1

Оцінка русла річки Ромен і характеристик річкової води в межах міста Ромни

№	Параметри	Точка № 1	Точка № 2	Точка № 3	Точка № 4	Точка № 5
1.	Стан русла (природність)	10	10	7	3	11
2.	Зарегульованість річки греблями, ставками	6	6	6	6	6
3.	Швидкість течії	3	2	3	8	5
4.	Характер дна – замуленість	5	2	5	7	2
5.	Характеристика річкової води (прозорість)	7	2	6	6	5
6.	Характеристика річкової води (колір)	7	5	7	7	5
7.	Характеристика річкової води (запах)	8	2	6	8	4
8.	Температура води	4	4	4	4	4
9.	Засміченість русла	9	9	6	9	9
10.	Заростання русла	9	5	9	9	0
11.	Видова структура рослинності	4	5	4	4	2
12.	Рибне населення річки	4	4	4	4	4
13.	Стан берегів, наявність слідів водної ерозії	8	8	5	5	7
14.	Використання води річки й обсяг води, який забирається	12	12	12	12	12
15.	Наявність прямих стоків у річку	10	12	10	10	12
16.	Наявність прямих стоків на відомій ділянці вище за течією	10	7	10	7	10
Усього		115	95	104	109	98

до 30% заростання русла (9 балів). А у видовій структурі водної рослинності в точці 5 усього 3–5 видів, переважають очерет звичайний і ряска (2 бали), у точці 2 можна нарахувати 5–7 видів, але 2 види переважають над іншими (5 балів). Серед рибного населення варто відзначити щуку, ліна, плоскирку, плотву, окуня (4 бали). Відчутної відмінності у видовому складі риби досліджуваних точок немає.

У точці 5 переважають природні, не зруйновані береги, але за 100 м від гирла є ділянки з еродованим берегом – 7 балів. Там, де спрямлене русло, а це від 2 до 4 точки, спостерігаються ділянки з еродованими берегами: точки 4 та 3 – 5 балів, точки 2 та 1 – 8 балів.

На досліджуваній ділянці вода з річки не відбирається (12 балів). Наявність прямих стоків зафіксовано в точці 1 (10 балів), а також відомо про стік між точками 3 та 4 від Слобожанської будівельної кераміки, але нині вона не працює, на ділянці вище за течією для точок 2 та 4 (7 балів), для інших не зафіксовано, точки 1, 4, 5 – 10 балів. Усього за блок мінімальну кількість балів обраховано для точки 2 – 95 балів, а максимальну для точки 1 – 115.

Оцінювання заплави здійснювалось за такими параметрами: співвідношення природних і антропогенних екосистем, ширина непорушеної частини заплави, ступінь порушеності та деградації ландшафтів заплави, наявність і ширина ВЗ та ПЗС, їхня засміченість, рівень рекреаційного навантаження, селітебність і характер господарського використання заплави (табл. 2).

Співвідношення природних і антропогенних екосистем: заплава річки Ромен поблизу гирлової ділянки лише на 10–15% урбанізована, бо розташована на окраїні міста, природних боліт немає, є чагарникова рослинність, прируслова ділянка заросла очеретом – 6 балів. У точці 4 заплава осушена, меліоративні канали наповнюються водою тільки після довготривалих опадів чи танення снігу, на правобережжі за 200 м розташовані Скіфські кургани та людські городи, урбанізованість – приблизно 30% – 3 бали. Заплава в точках 3 та 2 приблизно за 200 м від русла незаселена, тому що

в минулому була значно заболочена, урбанізованість – приблизно 15%, природних боліт немає – 5 балів. У точці 1 до будинків 100 м, урбанізованість – приблизно 30%, природних луків менше 20% – 2 бали. Ширина непорушеної частини заплави із природним чи близьким до нього покривом зазвичай становить 100–200 м (точки 1, 3, 4 – 4 бали). Лише в гирловій ділянці (точка 5) та точці 2 – 100–500 метрів по обидва береги річки (6 балів).

ВЗ представлена частково: безпосередньо біля гирла (точка 5) наявна до 50 м, далі присутня лише з одного боку річки до 50 м (2 бали), у точці 2 ВЗ завширшки до 100–200 м (7 балів), у точках 1, 3, 4 майже знищена (1 бал). ПЗС, згідно з Водним кодексом України [5], для малої річки має бути по 25 м по обидва боки від урізу води. Варто зазначити, що в жодній точці ці норми не дотримані, максимум це 10 м (гирлова ділянка – 2 бали), переважно це один, два ряди дерев (3–5 м) – 1 бал всі інші точки. У точці 5 та 2 на ПЗС трапляються скупчення предметів неприродного походження (пластик, метал, скло, інші побутові відходи) – 5 балів, у точці 4 та 2 – окремі предмети неприродного походження – 8 балів, у точках 1, 3 трапляються відпочивальники та скупчення сміття (3–7 куп сміття на 500 м річки) – 3 бали.

Ступінь порушеності природних ландшафтів річкової долини: мало порушені, до 20% змінені, за нествореною ВЗ луки викошуються (8 балів). У точках 2, 3, 4, де активно відбувались осушувальні роботи, природні болота зникли, природні ландшафти дуже порушені, 50–70% змінені, у деяких місцях поля розташовані на відстані 200–300 м (3 бали). У точці 5 ступінь деградації природних біоценозів заплави до 40%, території з порушеним, зміненим рослинним покривом (6 балів), схожа ситуація і в точках 1 та 2, а в точках 3, 4 – до 60% території заплави з порушеним, зміненим рослинним покривом (3 бали). У точках 1 та 5 природні біоценози заплави мало збережені, деградує, до 20% рослинності бур'яни (7 балів). У точці 2 переважно збережена природна рослинність, бур'янів до 5% (9 балів). У точках 3, 4 майже не збережені природні ландшафти,

Таблиця 2

Оцінка заплави річки Ромен у межах міста Ромни

№	Параметри заплави	Точка № 1	Точка № 2	Точка № 3	Точка № 4	Точка № 5
1.	Співвідношення природних і антропогенних екосистем	2	5	5	3	6
2.	Ширина непорушеної частини заплави	4	6	4	4	6
3.	Наявність і ширина ВЗ	1	7	1	1	2
4.	Наявність і ширина ПЗС	1	1	1	1	2
5.	Засміченість ПЗС	3	5	3	8	5
6.	Ступінь порушеності природних ландшафтів річкової долини	6	3	3	3	8
7.	Ступінь деградації природних біоценозів заплави	6	6	3	3	6
8.	Характер деградації природних біоценозів заплави	7	9	3	3	7
9.	Сліди водної ерозії ґрунтів заплави	7	7	3	3	7
10.	Рівень рекреаційного навантаження	5	2	5	1	1
11.	Характер господарського використання заплави	6	6	6	6	4
12.	Селітебність заплави	3	8	3	3	7
Усього		52	65	40	39	61

луки деградовані, більшість рослин бур'яни, спостерігаються сліди випалювання (3 бали).

Для точок 1, 2 та 5 спостерігаються окремі змиви ґрунту (на 500 метрів 1–3 змиви) – 7 балів, а точок 3, 4 – чітко виражені сліди змивів ґрунту (на 500 – понад 3) – 3 бали.

У точках 5, 4 рівень рекреаційного навантаження оцінюється в 1 бал у зв'язку з утратою рекреаційної привабливості, трапляються поодинокі рибалки, купальників немає, а от у точках 1 та 3 трапляються відпочивальники (5 балів), а особливо багато поблизу точки 2 (2 бали).

Характер господарського використання заплави в точці 5 такий: є окремі будівлі, незначний винос луків, недалеко від гирла (100 м) на заплаві в 50 м від річки викопаний ставок, ведеться інша господарська діяльність (4 бали). В інших точках окремі ділянки заплави розорюються. Випасається худоба, прокладені дороги, є окремі будівля, трапляються відпочивальники (6 балів). Безпосередньо біля гирлової ділянки (точка 5) господарських будівель немає, але на відстані 350–400 м від гирла є окремі господарські або житлові будівлі, менше ніж за 50 м від урізу води (7 балів). 20–50% площі заплави зайнято будівлями поблизу точок 1, 3, 4 (3 бали). 10–20% площі заплави зайнято будівлями поблизу точки 2 (8 балів).

За цим блоком максимальну кількість балів отримала точка 2 – 65 балів, мінімальну – точка 4 (39 балів).

За свідченнями місцевих жителів, річка Ромен ще 10–15 років тому була у кращому стані: русло річки було ширше, глибше та менш заросле, а вода була прозоріша, чистіша, у багатьох місцях можна було купатися в річці. Натепер річка стає непривабливою, вона зазнала величезних змін, усе більше піддається антропогенному впливу (табл. 3).

За сумою балів по 3-х блоках точки дослідження отримали від 152 (точки 3 та 4) до 175 (точка 1) балів (табл. 4).

Отже, згідно із критеріями, екологічний стан точок 1, 2 та 5 річки Ромен оцінений як **задовільний**, але

в точок 2 та 5 на межі до незадовільного, а екологічний стан точок 3 та 4 оцінений як **незадовільний** (рис. 1).

Проведення дослідження виявило екологічні проблеми річки Ромен, які можна згрупувати так:

1. Пряме забруднення: скидання в річку або ПЗС неочищених стічних вод, побутового та будівельного сміття тощо.

2. Перебудова русла та заплави, а саме: спрямлення, часткова каналізація, бетонування берегів, у деяких місцях розширення русла внаслідок осушувально-меліоративних робіт, а також значна зарегульованість русла річки та її приток, створення гребель, потужних водосховищ і ставків. Наслідком цих дій є зниження природної швидкості течії, що сприяє акумуляції наносів і збільшенню мутності. Відбувається інтенсивне замулення та заростання русла річки.

3. Знищення ВЗ та ПЗС через спрямлення русел і побудови меліоративних систем; знищення природних ландшафтів у басейні річки внаслідок значної розораності, вирубки лісів, випалювання сухостою, отже, посилення ерозійних процесів і потрапляння в річку твердого стоку, сприяння процесам замулення та заростання річки. Дослідження встановило, що в багатьох місцях знищена ПЗС, оголені береги та відбуваються процеси ерозії. Також у басейні річки Ромен є багато родовищ нафти та газу. Під час розроблення нафтових і газових родовищ нафтопродукти потрапляють у поверхневі та підземні води, а також буріння свердловин призводить до зниження рівня ґрунтових вод у результаті їх міграції в нижчі горизонти.

Ревіталізація річок, згідно із джерелом [6, с. 8], – це цілковите відновлення водотоків або їхніх ділянок на рівні періоду часу існування річки, що передувало індустріальному освоєнню регіону, коли була непорушеною руслова мережа та не здійснювалися централізовані чи точкові скиди стічних вод. Більш коротке визначення поняття «ревіталізація річок» – відновлення річки до її природного стану.

Відповідно до джерела [7, с. 74], для повноцінної ревіталізації річки рекомендовано дотриматися таких

Таблиця 3

Інформація з опитування жителів про зміни, що сталися з річкою Ромен

№	Зміни, що сталися з річкою	Точка № 1	Точка № 2	Точка № 3	Точка № 4	Точка № 5
1.	За останні 25–40 років та більше років	2	2	2	2	2
2.	За останні 10–15 років	6	2	6	2	2
Усього		8	4	8	4	4

Таблиця 4

Оцінка екологічного стану річки Ромен

Блоки оцінювання	Точка № 1	Точка № 2	Точка № 3	Точка № 4	Точка № 5
Русло річки та характеристики річкової води	115	95	104	109	98
Заплава	52	65	40	39	61
Зміни, що сталися за останні роки	8	4	8	4	4
Сума балів	175	164	152	152	163
Екологічний стан річки	Задовільний	Задовільний	Незадовільний	Незадовільний	Задовільний



Рис. 1. Оцінка екологічного стану річки Ромен у межах м. Ромни (точки 1, 2, 5 – «задовільний», точки 3, 4 – «незадовільний»)

умов: приведення річкових долин до природного стану (відмова від бетонування схилів, підсилення берегів, спрямлення русла та господарського використання заплави); збереження неперервності річкової мережі, запобігання фрагментації річки та ПЗС; збереження біорізноманіття та науково обґрунтоване доповнення видової різноманітності рослин і тварин; формування єдиної гідравлічної мережі з річки та міських об'єктів з великими водозбірними площами для інтенсифікації водообміну водойми.

Для ревіталізації річки Ромен у межах міста Ромни запропоновані такі етапи:

Перший етап. Вивчення історичної трансформації річки, пошук оптимальних рішень з уже позитивних реалізованих заходів, осучаснення їх і технічне вдосконалення. У результаті проведеного аналізу карт середини XIX ст. [8] зазначимо, що річка Ромен зображена досить повноводною річкою, меандруючою, завширшки, як і приймаючий водотік – річка Сула, а на картах середини XX ст. [9] зафіксовані наслідки меліорації 1920–1930 рр. минулого століття: спрямлене русло, осушувально-меліоративні канали, але ще багато заболочених площ у заплаві річки.

Другий етап. Відновлення природного русла шляхом прибирання перешкод, які заважають природному руху води: очищення русла від деревно-чагарникової рослинності, що перешкоджає руху води; ліквідація штучних водойм, які перебувають у незадовільному стані; відновлення гідроморфологічних параметрів річки.

Третій етап. Перегляд доцільності роботи осушувальної меліоративної системи «Роменська», встановлення наслідків роботи шлюзів і меліоративних каналів для річки. Для уникання заболочення прилеглих територій варто проводити дренажування заболочених ділянок заплави, потрібна організація очищення та прийому в річку дощових вод із прилеглих територій.

Четвертий етап. Виділення в натуру ВЗ та ПЗС, відновлення їх у видовому складі, близькому до природного, відповідно до ст. 9 Водного кодексу України [5], що дозволить реалізувати ст. 89 щодо обмеження господарської діяльності у ПЗС уздовж річки та заборонити на цих землях будівництво будь-яких споруд. Укріплення берегів природною рослинністю.

П'ятий етап. Приведення річкової долини до природного стану: дотримання оптимальних норм співвідношення розораних ділянок, заліснених, лучних тощо, зменшення розораності водозбору, натомість відновлення природної рослинності лісів і луків.

Шостий етап. Визнання ВЗ об'єктом природно-заповідного фонду з можливим рекреаційним використанням.

Висновки. Отже, з'ясовано, що екологічний стан точок 1, 2 та 5 річки Ромен оцінений як «задовільний», але близький до «незадовільного», що вказує на те, що в річці активно відбуваються негативні зміни, необхідне вжиття термінових заходів для призупинення руйнівних процесів, а екологічний стан точок 3 та 4 оцінений як «незадовільний», щоб призупинити негативні зміни

з річкою, терміново необхідно застосувати широкий комплекс коротко- та довготермінових заходів для призупинення деградації річки та заплави. Створено акт обстеження екологічного стану річки Ромен і лист-звернення до органів влади щодо покращення стану річки. З'ясовано, що основними екологічними проблемами річки Ромен є забруднення та погіршення якості річкової води, замулення, заростання та перетворення на малопроточну водойму. Для ревіталізації річки Ромен у межах міста Ромни запропоновано такі етапи: вивчити історичну

трансформацію русла річки; відновити природну течію, шляхом очищення русла від деревно-чагарникової рослинності, ліквідувати штучні водойми, які перебувають у незадовільному стані; переглянути доцільність роботи осушувально-меліоративної системи «Роменська»; виділити в натуру ВЗ та ПЗС, відновити їх до природного стану; забезпечити дотримання оптимальних норм співвідношення розораних ділянок, заліснених, лучних тощо; визнати ВЗ об'єктом природно-заповідного фонду з можливим рекреаційним використанням.

Література:

1. Данильченко О.С. Річкові басейни Сумської області: геоecологічний аналіз : монографія. Суми : СумДПУ імені А.С.Макаренка, 2019. 270 с.
2. Сарнавський С.П., Гребін В.В. Ретроспективний аналіз досліджень річкової мережі лівобережжя середнього Дніпра від періоду систематизації інформації про річки до періоду комплексних досліджень (XIX ст. – поч. XXI ст.). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2022. № 3 (65). С. 24–56.
3. Природні та антропогенні умови формування стоку річки Ромен / О.С. Данильченко та ін. *Географічна освіта наука: виклики і поступ* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 140-річчю географії у Львівському університеті, м. Львів, 18–20 травня 2023 р. Львів, 2023. Том 2. С. 29–34.
4. Малі річки – дослідження, охорона, відновлення / Р.В. Хімко та ін. Київ : Інститут екології, 2003. 380 с.
5. Водний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 28.01.2024).
6. Хільчевський В.К. Гідроекологічні проблеми ревіталізації річок на території міських агломерацій – міжнародний та український досвід. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. Том 2 (45). С. 6–13.
7. Ревіталізація річки Устя в межах міста Рівне / С.В. Клімов та ін. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Технічні науки*. 2018. Вип. 3. С. 72–85.
8. Ромни: Військово-топографічна карта (ряд 21, аркуш 12). М-6 126 000.1903. URL: <http://freemap.com.ua/maps/trexverstovki-novaya-redakciya/21-12.jpg> (дата звернення: 10.11.2023).
9. Romny: Аркуш топографічної карти М-36-43-D. М-6 1:50 000. 1943. URL: <http://freemap.com.ua/maps/nemeckie-500m/M-36-43-D.jpg> (дата звернення: 10.11.2023).

References:

1. Danylchenko, O.S. (2019). Richkovi baseiny Sumskoi oblasti: heoekolohichniy analiz : monohrafiia [River basins of the Sumy region: geoecological analysis: monograph]. Sumy : SumDPU imeni A.S. Makarenka. 270 p. [in Ukrainian]
2. Sarnavskiy, S.P., Hrebin, V.V. (2022). Retrospektyvnyi analiz doslidzhen richkovoї merezhi livoberezhzhia serednoho Dnipra vid periodu systematyzatsii informatsii pro richky do periodu kompleksnykh doslidzhen (XX st. – poch. XXI st.) [Retrospective analysis of studies of the river network of the left bank of the middle Dnieper from the period of systematization of information about rivers to the period of comprehensive research (XX century – beginning of XXI century)]. *Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia*. № 3 (65). P. 24–56 [in Ukrainian].
3. Danylchenko, O., Bahmet, O., Mashchuk, A., Horshenina, S. (2023). Pryrodni ta antropohenni umovy formuvannia stoku richky Romen [Natural and anthropogenic conditions of formation of the flow of the Romain River]. *Heohrafična osvita nauka: vyklyky i postup: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoi 140-richchiu heohrafiї u Lvivskomu universyteti – Geographic education science: challenges and progress: materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 140th anniversary of geography at Lviv University, 2023, May 18–20. Vol. 2, pp. 29–34 [in Ukrainian].*
4. Khimko, R.V., Merezhko, O.I., Babko, R.V. (2003). Mali richky – doslidzhennia, okhorona, vidnovlennia : monohrafiia [Small rivers – research, protection, restoration: monograph]. Kyiv : Institute of Ecology. 380 p. [in Ukrainian].
5. Vodnyi kodeks Ukrainy (2023) [Water Code of Ukraine]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> [Accessed: 25.01.2024] [in Ukrainian].
6. Khilchevskiy, V.K. (2017). Hidroekolohichni problemy revitalizatsii richok na terytorii miskykh ahlomeratsii – mizhnarodnyi ta ukrainskyi dosvid [Hydro-ecological problems of revitalization of rivers on the territory of urban agglomerations – international and Ukrainian experience]. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*. T. 2 (45). Pp. 6–13 [in Ukrainian].
7. Klimov, S.V., Olkhovyk, O.I., Klimova, A.V. (2018). Revitalizatsiia richky Ustia v mezhakh mista Rivne [Revitalization of the Ustia River within the city of Rivne]. *Bulletin of the National University of Water Management and Nature Management. Technical sciences*. Issue 3. Pp. 72–85 [in Ukrainian].
8. Romny: Viyskovo-topografichna karta (riad 21, arkush 12) (1903). Masshtab 1:126 000 [Romny: Military topographic map (row 21, sheet 12), Scale 1:126 000]. Retrieved from <http://freemap.com.ua/maps/trexverstovki-novaya-redakciya/21-12.jpg> [Accessed: 25.01.2024] [in Ukrainian].
9. Romny: Arkush topografichnoi karty M-36-43-D (1943). Masshtab 1:50 000 [Romny: Topographic map sheet M-36-43-D, Scale 1:50 000]. Retrieved from <http://freemap.com.ua/maps/nemeckie-500m/M-36-43-D.jpg> [Accessed: 25.01.2024] [in Deutch].

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВОДОКОРИСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ НА ГІДРОЛОГІЧНИЙ РЕЖИМ РІЧКИ (НА ПРИКЛАДІ РІЧКИ СТИР)

Кузнєцов Павло Миколайович,

здобувач третього (освітньо-наукового) рівня

Національного університету водного господарства та природокористування

ORCID ID: 0000-0002-8263-0000

Scopus Author ID: 58164425200

Web of Science Researcher ID: HJP-5120-2023

Бедункова Ольга Олександрівна,

доктор біологічних наук,

професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства

Національного університету водного господарства та природокористування

ORCID ID: 0000-0003-4356-4124

Scopus Author ID: 57193439260

Web of Science Researcher ID: H-9464-2018

Метою роботи було дослідження гідрологічного режиму річки Стир у зоні впливу водокористування Рівненської атомної електростанції (РАЕС) з виявленням визначальних чинників і їхнього взаємозв'язку. Для оцінки змін гідрологічних показників річки Стир у зоні водозабору та скиду води Рівненської атомної електростанції використано підхід, заснований на аналізі діапазону варіабельності (RVA). Виявлені закономірності та проведений аналіз динаміки водокористування Рівненської атомної електростанції свідчать про збільшення витрат на водоспоживання в теплу пору року, що пов'язано з вищою температурою навколишнього середовища і, відповідно, більшим випаровуванням води із системи охолодження. Виявлено позитивний значущий ($p < 0,0001$) на рівні сильного ($r = 0,7-0,9$; $R-sq = 0,9869$) кореляційний зв'язок режиму забору та скидання води Рівненської атомної електростанції з температурою води в річці. Новизна роботи полягає в порівнянні фактичних витрат води річки Стир у зоні водокористування Рівненської атомної електростанції з даними нормалізованого індексу різниці води (NDWI), отриманого за допомогою зображення ділянки річки Стир супутника Sentinel-2. Практична значущість дослідження полягає в тому, що отримані результати можуть бути використані для планування та впровадження стратегій управління водними ресурсами, що орієнтовані на збереження якості поверхневих вод. Представлений підхід до контролю джерела забруднення передбачає мінімізацію їхнього впливу на водойму та може бути використаний для оцінки нерадіаційного впливу скидів атомних електростанцій. Результати дослідження свідчать про відсутність впливу скидів з Рівненської атомної електростанції, отже, не потребують оптимізаційних заходів, оскільки гідроекологічні показники та зміна їхніх значень не впливають на екологічний стан поверхневих вод річки Стир і не перешкоджають досягненню цілей Водної рамкової директиви.

Ключові слова: гідрологічний режим та показники, водний скид, система охолодження, екологічний стан, антропогенне навантаження.

Kuznietsov Pavlo, Biedunkova Olha. Investigation of the influence of water use of the power plant on the hydrological regime of the river (on the example of the Styr river)

The purpose of this study was to investigate the hydrological mode of the Styr river waters in the area of influence of Rivne Nuclear Power Plant (RNPP) water use with the identification of factors that determine them and their interrelated impact. The approach based on the analysis of the range of variability (RVA) was used to assess changes in the hydrological parameters of the Styr river in the RNPP water intake and discharge area. The identified patterns and the analysis of the dynamics of RNPP water use indicate an increase in water consumption costs in the warm season, which is associated with higher ambient temperatures and, accordingly, greater evaporation of water from the cooling system. A positive, significant ($p < 0,0001$), strong ($r = 0,7-0,9$) correlation with $R-sq = 0,9869$ was found between the RNPP water intake and discharge regime and the river water temperature. The novelty of the work is to compare the actual water discharge of the Styr River in the RNPP water use area with the data of the normalised difference water index (NDWI) obtained using the Sentinel-2 satellite image of the Styr River. The practical significance of the study is that the results obtained from the study can be used to plan and implement appropriate water management strategies and focus on water quality and sources of pollution to prevent water pollution in water bodies and can be used to assess the non-radiological impact of discharges from nuclear power plants. The results of the study indicate that there is no impact of discharges from RNPPs, and therefore no improvement measures are required, since hydroecological indicators and changes in their values do not affect the ecological status of surface water bodies and do not impede the achievement of the Water Framework Directive objectives.

Key words: hydrological mode and indicators, water discharge, cooling system, ecological state, anthropogenic impact.

Вступ. Упровадження Водної рамкової директиви (далі – ВРД) Європейського Союзу (далі – ЄС) забезпечує законодавчу основу для сталого управління та захисту ресурсів прісної води [1]. ВРД орієнтує всі держа-

ви-члени на досягнення «доброго екологічного стану» поверхневих водних об'єктів, що стало для України одним із першочергових завдань на шляху до входження в ЄС [2]. Для визначення екологічного стану або потен-

ціалу поверхневих водних об'єктів прийнято враховувати хімічні, фізико-хімічні та гідрологічні показники. Гідрологічні показники є показниками якості встановленого гідрологічного режиму та впливають на екологічний статус водойми. Дії з поліпшення екологічного статусу водойм потрібні там, де гідрологічні показники впливають на екологічний стан поверхневих вод і перешкоджають досягненню цілей ВРД щодо забезпечення «доброго екологічного стану» водних об'єктів [3]. На основі Посібника щодо звітності ВРД [4] гідрологічні зміни розглядаються як вплив чи рушійна сила зміни середовища існування та фактичного стану гідроекологічного режиму водойми. Основною метою методів оцінки зміни гідрологічного режиму є оцінка відхилення поточних гідрологічних показників від притаманного гідрологічного режиму водного об'єкта. Найбільш показовими характеристиками для оцінки гідрологічних змін є витрати води у водоймах: середньорічна, Q_a ; середньодобова, Q_d ; середньомісячна, Q_m ; середньорічна мінімальна, Q_{al} ; середньорічна максимальна Q_{dl} [5]. Для аналізу змін гідрологічного режиму застосовується підхід діапазону мінливості (далі – RVA) – багатоваріантний підхід, розроблений для оцінки ступеня гідрологічних змін річкових екосистем через гідрометеорологічні й антропогенні навантаження [6]. Цей підхід передбачає оцінювання гідрологічних змін на основі відмінностей у характеристиках режиму течії між двома визначеними періодами часу та використовує систему трьох класів у діапазоні: низький – 0–33%, помірний – 33–67% високий – 67–100%. Відомо, що данні супутникових знімків також застосовують для оцінки водності, що можуть бути використані для оцінки гідрологічного режиму. Sentinel-2 – це супутник для отримання широкого спектра зображень, розроблений Європейським космічним агентством [7]. Для точного отримання інформації про водні об'єкти було створено різні індекси води за допомогою просторових і спектральних характеристик зображень дистанційного зондування водних об'єктів. Найбільш часто використовуваним індексом є нормалізований індекс різниці води (далі – NDWI) [8].

Оцінка гідрологічного режиму річкового басейну важлива та вирішує проблематику визначення навантажень і врахування результатів аналізу, пов'язаного з впливом діяльності людини на навколишнє середовище. У системі охолодження електростанцій циркулюють значні об'єми води, яка відбирається та скидається у природну водойму, через що відбувається передача тепла від електростанції до водойми [9]. Постійна величина скиду води у водні об'єкти від систем охолодження для забезпечення роботи електростанції з оборотною системою із градирнями може сягати до 1,0 м³/с на 1 000 МВт-год виробленої електроенергії [10; 11].

Метою представленого дослідження є проведення комплексного оцінювання водокористування системи охолодження електростанції та гідрологічного режиму водного об'єкта з виявленням чинників, що їх визначають, і взаємозв'язаних впливів. Об'єктом дослідження є гідрологічний режим р. Стир у зоні водокористування

Рівненської атомної електричної станції (далі – РАЕС). Предметом дослідження є процеси формування та змін гідрологічних показників під впливом водокористування РАЕС. Для досягнення мети були поставлені такі завдання дослідження: виявити закономірності змін і провести аналіз гідрологічного та температурного режимів р. Стир у зоні водокористування РАЕС; виявити закономірності та провести аналіз динаміки забору та скиду води РАЕС, провести визначення кореляційних залежностей; оцінити динаміку змін гідрологічного режиму р. Стир у зоні водокористування РАЕС.

Матеріали та методи. Визначення гідрологічних показників проводилось для р. Стир у зоні водокористування РАЕС. Методика дослідження передбачала визначення витрат забору та скиду води РАЕС та витрат води р. Стир. Вимірювання витрат водокористування проводили стандартними методами вимірювання (ультразвукові лічильники та прилади діафрагмового типу). Швидкість течії в р. Стир вимірювалась на гідрологічному посту нижче водозабору РАЕС за допомогою акустичного вимірювача швидкості течії, розрахунок витрат проводився за добутком площі поперечного перерізу (м²) на пересічну швидкість течії (м/с). Температура води вимірювалась згідно з МВВ 081/12-0311-06. У процесі досліджень аналізували звітні результати щоденних вимірювань за період 2018–2022 рр. Для вказаного часового інтервалу були зібрані супутникові зображення Sentinel-2 на хмарній платформі Sentinel Hub EO Browser. Для візуалізації даних використаний нормалізований індекс різниці води (далі – NDWI) за Макфітерсом [8]. Статистична обробка результатів дослідження передбачала визначення діапазону рядів даних (min – max), середньоарифметичного значення ($\bar{M}$), стандартного відхилення ($\pm SD$), коефіцієнта варіації (CV) відповідної вибірки за допомогою програмного пакету BioEstar (Version 5.3, MLM). Набор даних для оцінки зв'язку між змінними вивчали за допомогою кореляційного аналізу з визначенням коефіцієнта Пірсона (r) та значущості (p) [9]. Також метод регресії найменших квадратів був використаний для визначення зв'язку між набором залежних змінних із визначенням коефіцієнта детермінації (R^2) [10]. Гідрологічні зміни (G , %) на досліджуваній ділянці р. Стир розраховувались за методикою [6; 7] для Q_a , Q_d , Q_m , Q_{al} , Q_{dl} за формулою (1):

$$G_n = (Q_n - Q_{n+1}) \cdot 100 / Q_n, \quad (1)$$

де Q_n – витрати за попередній рік (2018, 2019, 2020, 2021 рр.) чи місяць (січень – грудень) залежно від гідрологічного показника, м³/с; Q_{n+1} – витрати за наступні роки дослідження (2019, 2020, 2021, 2022 рр.) чи місяць (лютий – грудень) залежно від гідрологічного показника, м³/с.

Результати. РАЕС, що збудована у 80-ті рр. ХХ ст., має чотири енергоблоки з водо-водяними енергетичними реакторами із загальною потужністю 2 835 МВт. Система охолодження РАЕС оборотна із градирнями, відкритого типу, постійно відбувається забір із р. Стир та скид води до неї [11]. Стир – річка на північному

заході України (рис. 1), протікає в межах Львівської, Волинської, Рівненської областей, впадає в р. Прип'ять. Довжина річки становить 494 км; площа басейну – 13 100 км², витрата води в гирлі в середньому за рік становить 49,5 м³/с, або 129,6·10⁶ м³/міс.; у верхній течії річка вузька (від 2–3 до 10–20 м), у середній і нижній – розширюється до 30–50 м; загальний напрямок течії річки північний, північно-східний [12]. За типологією поверхневих вод р. Стир є низинною, піщано-суглинистою, у живленні якої беруть участь вапняки та мергельно-крейдові відкладення, що зумовлює гідрокарбонат-кальцієвий склад [13; 14]. Басейн р. Стир включає 21 притоку, має грушоподібну форму та межує з басейнами р. Горинь і р. Стохід. У безпосередній близькості водозабору РАЕС перебувають притоки р. Кромін, що впадає в р. Стир за 16,7 км вище водозабору РАЕС, та річки Горвах і Ров, що впадають у р. Стир у 13 км і 34 км нижче водозабору РАЕС відповідно.

Русло р. Кромін каналізоване, ширина русла на пригирловій ділянці по верхівці 20 м, по низу – 11 м, глибини в межах 0,5 м. Русло р. Ров каналізоване, ширина русла – 10 м, глибина – 2,0 м. Річки Кромін і Ров є водо-

приймачами мережі меліоративних каналів, що збирають воду із заболоченої місцевості, канали завширшки 5–12 м, глибина – 2,0–2,5 м. Русло р. Горвах каналізоване, завширшки 6,0 м, у верхів'ях басейну наявна мережа сушільних каналів завширшки 5 м і глибиною 2 м, де проводять розробку торфу [15].

Русло р. Стир на ділянці водозабору РАЕС помірно звивисте, завширшки 40–60 м, глибиною в межах 0,8–2,0 м, з невисокими, приблизно 1–3 м берегами. Береги р. Стир на ділянці водозабору РАЕС складені з пісків із суглинковими прошарками, русло піщане. Клімат території басейну річки помірний континентальний із додатним балансом вологи.

Витрати води р. Стир під час спостережень на гідрологічному посту в зоні водокористування РАЕС змінювалась у діапазоні від 10 до 63 м³/с, за середніх показників 27,0 ± 18,0 м³/с, із CV = 51,36% (рис. 2).

За умовами дозволу на спеціальне водне користування РАЕС [14], мінімальна санітарна витрата води нормується та становить 8 м³/с. У разі витрат нижче цього значення заборонено відбирати воду, робота електростанції має бути обмежена. Упродовж періоду спостере-

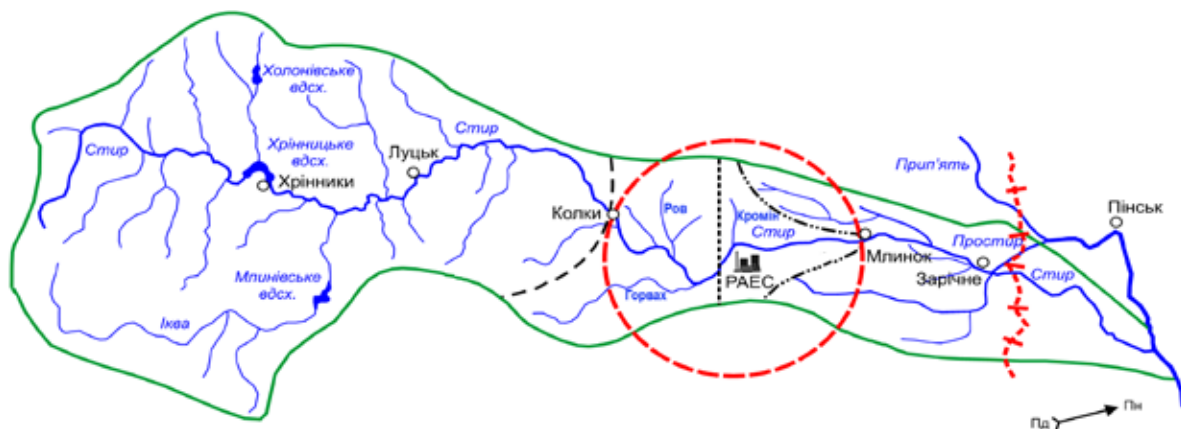


Рис. 1. Гідрографічна мережа водозабору р. Стир

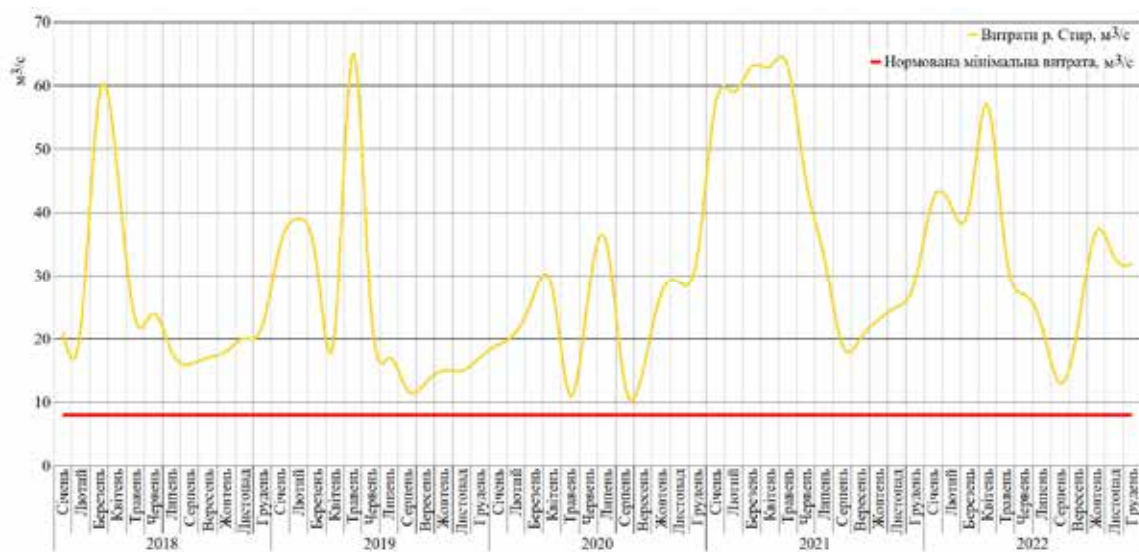


Рис. 2. Динаміка змін витрат р. Стир у зоні водокористування РАЕС

жень зниження витрати води р. Стир нижче нормованої мінімальної санітарної витрати не було зафіксовано.

Аналіз даних, що наведені на рис. 2, дозволяє констатувати, що максимальні витрати спостерігаються у вес-

няні місяці, а мінімальні в літні й осінні місяці. Наведені дані сезонних мінімальних і максимальних витрат р. Стир зіставні з даними індексів NDWI (рис. 3), де відмічені ділянки з більшою водністю, які зафарбовані в синій колір.

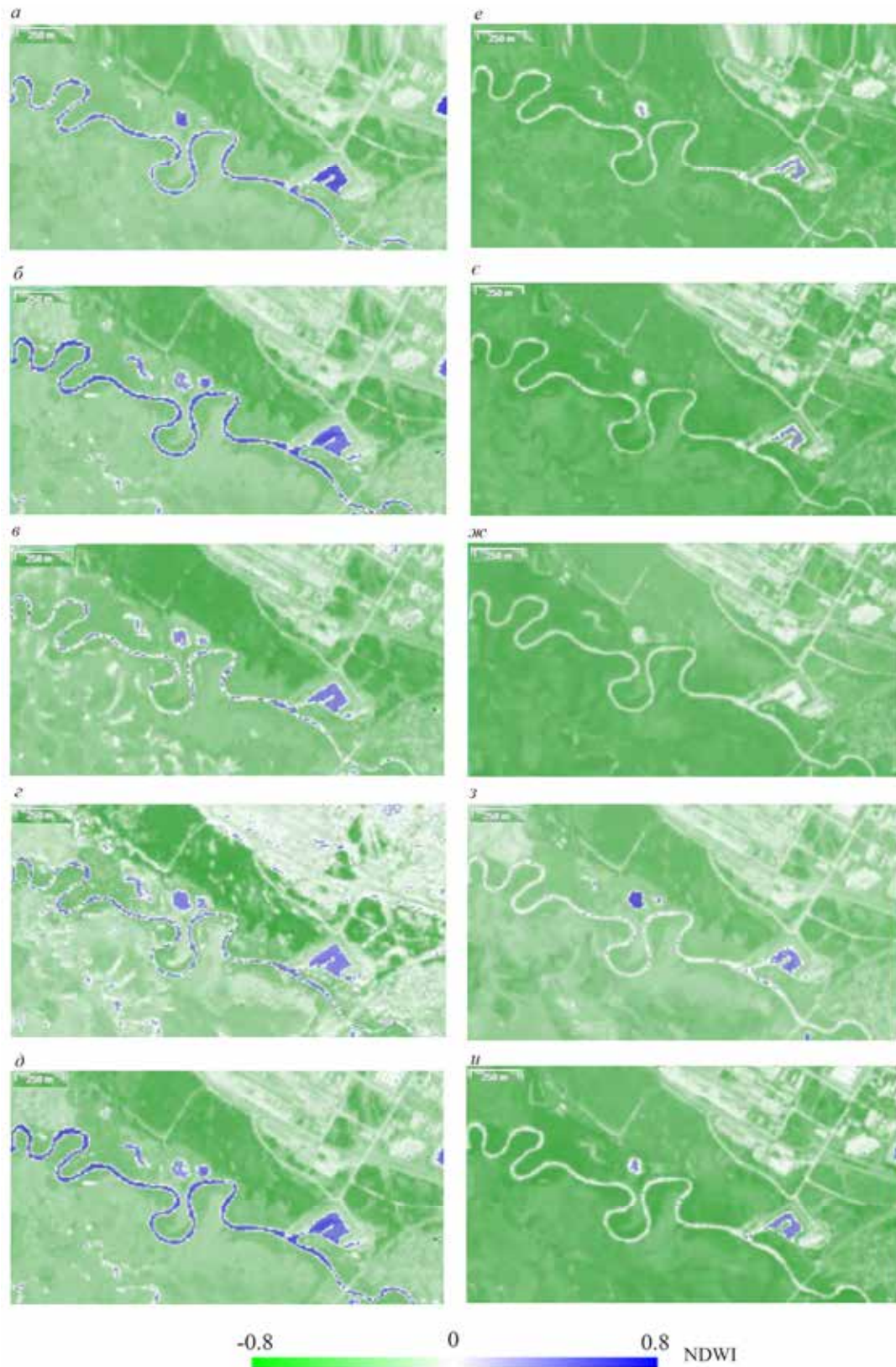


Рис. 3. Значення індексів NDWI ділянки р. Стир у зоні водокористування РАЕС 2018–2022 рр. (а – д – у період найбільших витрат води весною; е – и – у період найменших витрат води літом і осінню)

Так, у 2019 та 2020 рр., у теплий період року спостерігаються мінімальні витрати (до $10 \text{ м}^3/\text{с}$), що можуть бути ідентифіковані як періоди маловоддя. Гідрологічний режим р. Стир характеризується чітко вираженим типом весняного паводка (рис. 2, 3) та низькою літньою меженню, що зумовлює складність руслоформувальних процесів на ділянці водозабору.

Русловий водний потік, що утворюється перед водозабором РАЕС, має згин (меандр) у бік лівого берега (рис. 4-а), водночас виникає поперечна циркуляція з відхиленням придонного струменя річки, що може створювати наноси відкладень [15]. Нижче водозабору РАЕС русло р. Стир має невелику ділянку, що переходить у згин наліво (рис. 3). На згинах русла р. Стир на ділянках водозабору РАЕС лівий берег є увігнутим, отже, таким, що вимивається водним потоком, а правий берег, що має згін, має схильність до нанесення потоків мулу.

Замерзання річки починається зазвичай у грудні, скресання відбувається на початку березня (рис. 4-б). Фактичні значення температури води р. Стир під час спостережень на гідрологічному посту РАЕС змінювались у діапазоні від $0,3$ до $24,6 \text{ }^\circ\text{C}$, за середніх показників $12,6 \pm 8,7 \text{ }^\circ\text{C}$ і $\text{CV} = 77,12\%$. На контрольованих ділянках до водозабору та після водного скиду РАЕС спостерігається підвищення температури води р. Стир унаслідок скиду підігрітих вод РАЕС. Зміна температури води р. Стир у районі впливу водного скиду РАЕС відображає сезонне підвищення температури в літній період і зниження в зимовий період року, температурний ефект скиду зворотних вод РАЕС не перевищує ліміти за умовами дозволу [14].

Наявна водозабірна споруда РАЕС (рис. 4-в) є водоприймаючим ковшем, завширшки 13 м , дно каналу перебуває на рівні середньої відмітки дна р. Стир та спрямовано під кутом 140° до течії [15]. Витрата забору води для потреб РАЕС, за умовами дозволу [14], не повинна перевищувати $2,79 \text{ м}^3/\text{с}$. Фактичні витрати за 2018–2022 рр. змінювались у діапазоні від $0,8$ до $2,4 \text{ м}^3/\text{с}$ за середніх значень $1,48 \pm 0,51 \text{ м}^3/\text{с}$ та $\text{CV} = 27,92\%$. Продувка оборотної системи охолодження й інші води із промайданчика енергоблоків РАЕС збираються системою промислово-зливової каналізації та скидаються в річку через один випуск, який розташований на 30 м нижче водозабору за течією. Скид зворотної води РАЕС у р. Стир, за умовами дозволу [14], не повинен перевищувати $0,7 \text{ м}^3/\text{с}$. Фактичні витрати за 2018–2022 рр. змінювались у діапазоні від $0,15$ до $0,47 \text{ м}^3/\text{с}$, за середніх значень $0,31 \pm 0,22 \text{ м}^3/\text{с}$ та $\text{CV} = 45,63\%$. Відведення тепла в оборотній системі охолодження призводить до випаровування та вимагає постійного додавання підживлювальної води [12].

Відомо, що для оборотних систем охолодження величини водозабору (MU) та скиду води (BD) залежать від потужності електростанції та температури довкілля [9]. Збільшення витрат MU і BD спостерігається в теплу пору року, що пов'язано з підвищенням температури навколишнього середовища, отже, більшим випаровуванням води із системи охолодження.

Кореляція між значеннями температури води р. Стир до водозабору (T_1) та після скиду (T_2) виявилась позитивною значущою ($p < 0,0001$) на рівні дуже сильної ($r = 0,9934$; $R\text{-sq} = 0,9869$) (табл. 1).

Витрати води р. Стир (D) не мають тісного значу-

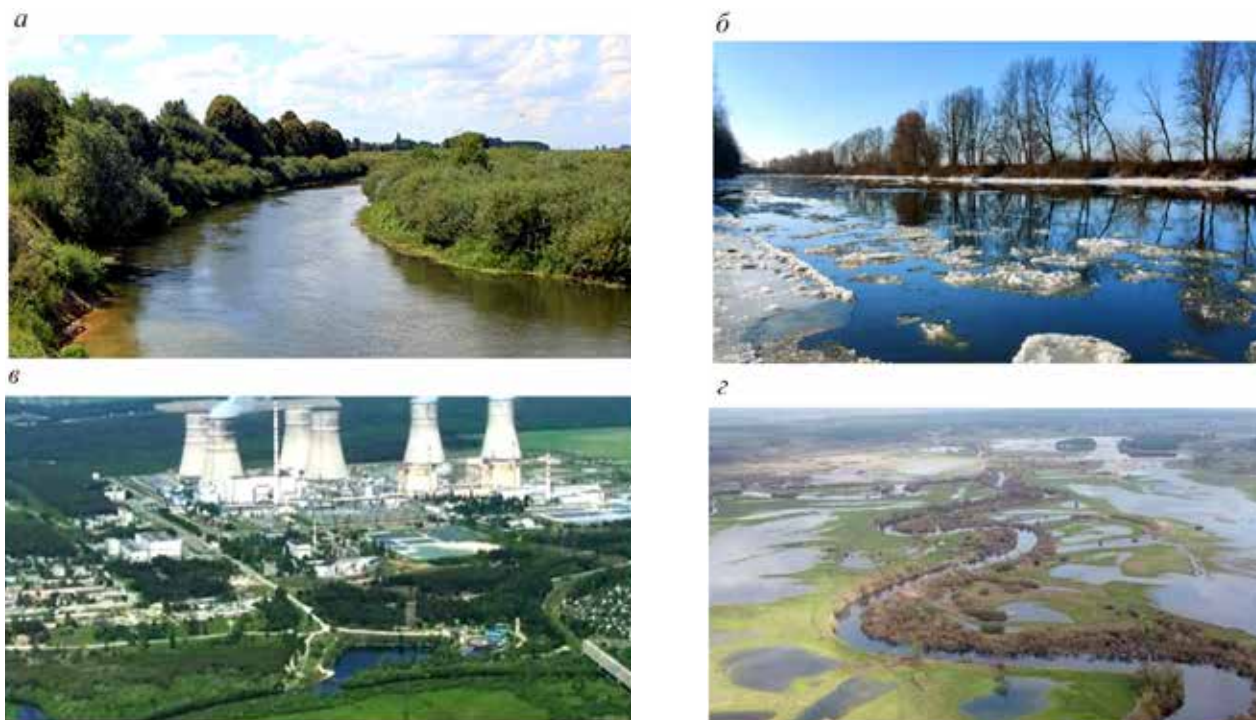


Рис. 4. Фото р. Стир (а – берега річки перед водозабором; б – скресання у весняний період; в – район водозабору; г – весняна повінь)

Статистичні характеристики кореляційних залежностей гідрологічного та температурного режимів
р. Стир у зоні водокористування РАЕС

Показник	T1	T2	D	MU
r				
T1	1,0000	–	–	–
T2	0,9934	1,0000	–	–
D	–0,2616	–0,2433	1,0000	–
MU	0,8731	0,8657	–0,3154	1,0000
BD	0,8524	0,8327	–0,3125	0,8569
p				
T1	<0,0001	–	–	–
T2	<0,0001	<0,0001	–	–
D	0,0434	0,0609	<0,0001	–
MU	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
BD	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
R-sq				
T1	1,0000	–	–	–
T2	0,9869	1,0000	–	–
D	0,0685	0,0592	1,0000	–
MU	0,7623	0,7494	0,0995	1,0000
BD	0,7267	0,6934	0,0976	0,7342

щого кореляційного зв'язку з температурою. Однак від температури води р. Стир залежать режими забору та скиду води РАЕС, про що свідчить позитивна значуща ($p < 0,0001$) на рівні сильної ($r = 0,7–0,9$) кореляція між витратами забору, скидом води РАЕС та температурою води р. Стир. Така ситуація пояснюється тим, що режими забору та скиду води залежать від потужності електростанції [8], вологості та температури довкілля [17].

Динаміка змін гідрологічного режиму р. Стир за величини зміни (G), що розрахована з використанням підходу RVA, наведена в табл. 2, 3.

Загалом величини змін гідрологічного режиму за середньорічною витратою (Qa) та середньорічною мінімальною витратою (Qal) у 2019–2022 рр. характеризуються як низькі.

Помірні за величиною середньорічні максимальні витрати (Qdl) спостерігаються у 2019 та 2020 рр. (табл. 2), що можуть бути ідентифіковані як паводки. Для р. Стир максимальний стік формується від талих вод у березні, що пояснює збільшення витрат води р.

Стир (рис. 1), через що в березні величина Qm становить $-32,4\%$ (табл. 3) та наближається до границі значень RVA, що визначає зміни гідрологічного режиму як помірні.

Характерною фазою гідрологічного режиму р. Стир є весняна повінь (рис. 4-г), яка щорічно формується навесні в результаті сніготанення та випадання дощів [11]. У серпні спостерігається значне зниження витрат, що можуть бути ідентифіковані як періоди маловоддя. Величина Qm у цей період становить $-31,3\%$ (табл. 3) та наближається до граничного діапазону за градацією RVA, що визначає зміни як помірні.

Висновки. У дослідженні виявлені закономірності змін і проведений аналіз гідрологічного та температурного режимів р. Стир у зоні водокористування РАЕС. Установлено, що витрати води мають сезонну динаміку змін, виявлені закономірності та проведений аналіз динаміки водокористування РАЕС. Збільшення витрат водозабору та скиду РАЕС спостерігається в теплий період року, що пов'язано з підвищенням температури навколишнього середовища і, відповідно, більшим випаро-

Таблиця 2

Результати розрахунку величин змін гідрологічного режиму G (Qa), G (Qal), G (Qdl) для р. Стир

Показник	Гідрологічні показники			Величини змін гідрологічного режиму		
Рік	Qa, м ³	Qal, м ³	Qdl, м ³	G (Qa), %	G (Qal), %	G (Qdl), %
2018 р.	804 168 000	504 576 000	1 829 088 000	–	–	–
2019 р.	834 470 000	426 666 555	1 586 768 000	–3,7	–22,9	–43,7
2020 р.	748 980 000	346 896 000	1 103 760 000	10,2	8,3	46,1
2021 р.	870 393 600	378 432 000	2 049 840 000	–16,2	25,0	–12,07
2022 р.	963 740 160	409 968 000	1 797 552 000	–10,7	31,5	9,5

Результати розрахунку величин змін гідрологічного режиму $G(Q_d)$, $G(Q_m)$ для р. Стир

Показник	Гідрологічні показники		Величини змін гідрологічного режиму	
Місяць	Q_d , м ³	Q_m , м ³	$G(Q_d)$, %	$G(Q_m)$, %
січень	3 006 720	93 208 320	–	–
лютий	3 144 960	88 058 880	–4,5	5,5
березень	3 818 880	118 385 280	–21,4	–32,4
квітень	3 732 480	115 706 880	2,2	2,2
травень	3 386 880	101 606 400	9,2	12,1
червень	2 557 440	79 280 640	24,4	21,9
липень	1 823 666	56 922 456	28,6	28,2
серпень	1 365 866	39 104 640	25,1	–31,3
вересень	1 503 360	45 100 800	–10,0	–15,3
жовтень	1 845 602	56 258 555	–22,7	–24,7
листопад	2 108 160	63 244 800	–14,2	–12,4
грудень	2 298 240	71 245 440	–9,0	–12,6

уванням води із системи охолодження. Виявлені позитивна значуща ($p < 0,0001$) на рівні сильної ($r = 0,7–0,9$) кореляція режиму забору та скиду води РАЕС від температури води р. Стир і позитивна на рівні дуже сильної ($r = 0,9934$) кореляція температури води р. Стир до водозабору та після скиду РАЕС. Оцінка змін гідрологічного режиму з використанням підходу RVA здебіль-

шого визначає низькі ($G = 0–33\%$) зміни гідрологічного режиму р. Стир. Помірні зміни гідрологічного режиму ($G = 33–67\%$) зафіксовані одноразово для середньорічних максимальних витрат у 2019 та 2020 рр. та можуть бути пов'язані із природними чинниками. Загалом результати дослідження свідчать про відсутність впливу водокористування РАЕС на гідрологічні показники р. Стир.

Література:

1. European Parliament. Council of the European Union European Commission Council. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy. Off. J. Eur. Communities. 2000. L327, 1–72.
2. Інформація Державного агентства водних ресурсів України. URL: <https://davr.gov.ua/> rg (дата звернення: 09.01.2024).
3. European Environment Agency. European Waters – Assessment of Status and Pressures 2018. № 7/2018 ; Publications Office of the European Union. Luxembourg, 2018. ISBN 978-92-9213-947-6.
4. European Commission. WFD Reporting Guidance 2022. Final Draft v 6.2 ; European Commission. Helsinki, Finland, 2023. URL: https://cdr.eionet.europa.eu/help/WFD/WFD_715_2022/Guidance%20documents/WFD%20Descriptive%20Reporting%20Guidance.pdf (дата звернення: 09.01.2024).
5. Hydrological Regime Alteration Assessment in the Context of WFD 2000/60: A European and Global Review / A. Mentzafou et al. *Sustainability*. 2023. № 15. 15704 p. <https://doi.org/10.3390/su152215704>.
6. How much water does a river need? / B. Richter et al. *Freshwater Biology*. 1997. № 37. P. 231–249. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1997.00153.x>.
7. ESA. URL: <https://www.esa.int/> (дата звернення: 09.01.2024).
8. Mcfeeters S. K. The use of the normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. *Int. J. Remote Sens*. 1996. № 17. P. 1425–1432.
9. Kuznietsov P., Biedunkova O. Study of Changes in Acid-Alkaline Balance of Cooling Water Circulating System of Power Plants during Water Treatment by Liming According to Stabilization Treatment Method. *4th International Scientific Conference Chemical Technology and Engineering: Proceedings, June 26–29th. 2023*. Lviv, Ukraine. P. 239–241. <https://doi.org/10.23939/cte2023.239>.
10. Kuznetsov P.N., Tichomirov A.U. Water-chemistry operating condition of the second circuit power units № № 1–4 Rivne NPP with ethanolamines corrective treatment. *Probl. At. Sci. Technol*. 2017. № 2–108. P. 109–113.
11. Report on activity 1. Analysis of water regime, occurrence of floods and their consequences in the basin of the river Styr. “Monitoring and forecasting of floods in the Pripjat basin”. Nauka radi mira I bezopasnosti. Proekt NATO 983516. URL: https://uhmi.org.ua/project/nato/FINAL_REPORT_Activity_1.doc (дата звернення: 09.01.2024).
12. Бедункова О.О., Кузнецов П.М. Формування карбонатної системи оборотної охолоджуючої води атомної електростанції та вплив на рН поверхневих вод при зворотних скидах. *Екологічні науки*. 2023. Т. 3. № 48. С. 163–168. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.3-48.26>.

13. Кузнецов П.М., Бедункова О.О. Порівняльний гідробіологічний моніторинг вод систем технічного водопостачання атомних електростанцій. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2022. Т. 2. № 12. С. 180–190. <https://doi.org/10.32851/wba.2022.2.13>.
14. Дозвіл на спецводокористування ПС Рівненської АЕС № 53/ПВ/49д-20 2020. URL: <https://e-services.davr.gov.ua> (дата звернення: 09.01.2024).
15. Звіт за темою «Гідравлічні дослідження водозабору Рівненської АЕС на р. Стир». Київ, 1994. 47 с.
16. Бедункова О.О., Кузнецов П.М. Факторний аналіз динаміки азотних речовин води річки Стир у зоні впливу Рівненської АЕС. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2023. Т. 1. № 101. С. 3–17. <https://doi.org/10.31713/vs120231>.
17. Bussi G., Whitehead P.G. Impacts of droughts on low flows and water quality near power stations. *Hydrological Sciences Journal*. 2020. № 65: 6. P. 898–913. <https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1724295>.
18. Бедункова О.О., Кузнецов П. М. Методологія застосування корекційної обробки біоцидами систем технічного водопостачання електростанцій. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2023. Т. 2. № 102. С. 3–15. <https://doi.org/10.31713/vs220231>.

References:

1. European Parliament. Council of the European Union European Commission Council. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy. Off. J. Eur. Communities 2000, L327, 1–72 [in English].
2. Informatsiia Derzhavne ahentstvo vodnykh resursiv Ukrainy [Information State Agency of Water Resources of Ukraine] [online]. URL: <https://davr.gov.ua/> rg [Accessed: 09.01.2024] [in Ukrainian].
3. European Environment Agency. European Waters – Assessment of Status and Pressures 2018. № 7/2018; Publications Office of the European Union: Luxembourg, 2018; ISBN 978-92-9213-947-6 [in English].
4. European Commission. WFD Reporting Guidance 2022. Final Draft v 6.2; European Commission: Helsinki, Finland, 2023 [online]. URL: https://cdr.eionet.europa.eu/help/WFD/WFD_715_2022/Guidance%20documents/WFD%20Descriptive%20Reporting%20Guidance.pdf [Accessed: 09.01.2024] [in English].
5. Mentzafou, A., Katsafados, P., Papadopoulos, A., Dimitriou, E. (2023). Hydrological Regime Alteration Assessment in the Context of WFD 2000/60: A European and Global Review. *Sustainability*, Volume 15, Issue 15704. <https://doi.org/10.3390/su152215704> [in English].
6. Richter, B., Baumgartner, J., Wigington, R., Braun, D. How much water does a river need? (1997) *Freshwater Biology*, 37, p. 231–249. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1997.00153.x> [in English].
7. ESA [online]. URL: <https://www.esa.int/> [Accessed: 09.01.2024] [in English].
8. Mcfeeters, S.K. (1996). The use of the normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. *Int. J. Remote Sens.* Volume 17, P. 1425–1432 [in English].
9. Kuznietsov, P., Biedunkova, O. Study of Changes in Acid-Alkaline Balance of Cooling Water Circulating System of Power Plants during Water Treatment by Liming According to Stabilization Treatment Method, 4th International Scientific Conference Chemical Technology and Engineering: Proceedings – June 26–29th, 2023, Lviv, Ukraine, P. 239–241. <https://doi.org/10.23939/cte2023.239> [in English].
10. Kuznetsov, P.N., Tichomirov, A.U. (2017). Water-chemistry operating condition of the second circuit power units № 1–4 Rivne NPP with ethanolamines corrective treatment. *Probl. At. Sci. Technol.*, Volume 2, Issue 108, P. 109–113 [in English].
11. Report on activity 1. Analysis of water regime, occurrence of floods and their consequences in the basin of the river Styr. “Monitoring and forecasting of floods in the Pripjat basin”. Nauka radi mira I bezopasnosti. Proekt NATO 983516. URL: https://uhmi.org.ua/project/nato/FINAL_REPORT_Activity_1.doc [Accessed: 09.01.2024] [in English].
12. Biedunkova, O.O., Kuznietsov, P.M. (2023). Formuvannia karbonatnoi systemy oborotnoi okhолоdzhuiuchoi vody atomnoi elektrostansii ta vplyv na poverkhnevyykhnevyy vodu pry zvorotnykh skydakh [The formation of the carbonate system of the circulating cooling water of the nuclear power plant and the effect on the pH of surface waters during return discharges]. *Ecological Sciences*, Volume 3, Issue 48, P. 163–168. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.3-48.26> [in Ukrainian].
13. Kuznietsov, P.M., Biedunkova, O.O. (2022). Porivnialnyi hidrobiolohichniy monitorynh vod system tekhnichnoho vodopostachannia atomnykh elektrostansii [Comparative hydrobiological monitoring of waters of technical water supply systems of nuclear power plants]. *Water bioresources and aquaculture*, Volume 2, Issue 12, P. 180–190. <https://doi.org/10.32851/wba.2022.2.13> [in Ukrainian].
14. Dozvil na spetsvodokorystuvannia PS Rivnenskoj AES [Special water use permit of Rivne NPP substation] № 53/ПВ/49д-20 2020. URL: <https://e-services.davr.gov.ua> [Accessed: 09.01.2024] [in Ukrainian].
15. Zvit za temoiu “Hidravliachni doslidzhennia vodozaboru Rivnenskoj AES na r. Styr” [Report on the topic “Hydraulic studies of the Rivne NPP water intake on the Styr River”], Kyiv, 1994, 47 p.
16. Biedunkova, O.O., Kuznietsov, P.M. (2023). Faktornyi analiz dynamiky azotnykh rehovyn vody richky Styr u zoni vplyvu Rivnenskoj AES [Factor analysis of the dynamics of nitrogen substances in the water of the Styr River in the area affected by the Rivne NPP]. *BNUWEE*, Volume 1, Issue 101, P. 3–17. <https://doi.org/10.31713/vs120231> [in Ukrainian].
17. Bussi, G., Whitehead, P. G. (2020). Impacts of droughts on low flows and water quality near power stations. *Hydrological Sciences Journal*. Volume 65, Issue 6, P. 898–913. <https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1724295> [in English].
18. Biedunkova, O.O., Kuznietsov, P.M. (2023). Metodolohiia zastosuvannia korektsiinoi obrobky biotsydamy system tekhnichnoho vodopostachannia elektrostansii [Methodology of application of corrective treatment with biocides of technical water supply systems of power plants]. *BNUWEE*. Volume 2, Issue 102, P. 3–15. <https://doi.org/10.31713/vs220231> [in Ukrainian].

АНАЛІЗ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ЖИТОМИРА

Пацева Ірина Григорівна,

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри екології та природоохоронних технологій
Державного університету «Житомирська політехніка»
ORCID ID: 0000-0001-6271-7355
Scopus Author ID: 57219049758

Кагукіна Анастасія Максимівна,

аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій,
асистент кафедри наук про Землю
Державного університету «Житомирська політехніка»
ORCID ID: 0000-0001-8932-1211

Однією з найбільших проблем сучасності є забруднення атмосферного повітря. Бурхливий ріст промисловості, виробництво нафтохімічних продуктів, побутових хімічних засобів, обробка сільськогосподарських угідь з літаків, збільшення кількості сміттєзвалищ і автомобільного транспорту призвели до забруднення атмосферного повітря.

Метою статті є висвітлення й оцінювання викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря міста Житомира за 2018–2022 роки.

У статті представлено інформацію про систему моніторингу стану атмосферного повітря, що діє в Житомирі, та результати моніторингу стану атмосферного повітря в місті за 2018–2022 роки, а саме вміст завислих речовин, діоксиду вуглецю, оксиду азоту та діоксиду сірки в атмосферному повітрі. Оцінено динаміку викидів забруднювальних речовин від стаціонарних і пересувних джерел за 2017–2021 роки.

У Житомирській області поширеними забруднювачами є оксид вуглецю, діоксид сірки, оксиди азоту та пил (аерозолі). До початку повномасштабного вторгнення основним джерелом забруднення повітря був автомобільний транспорт.

Усі забруднювальні речовини, що потрапили в атмосферне повітря, незалежно від джерела отримання, впливають на стан здоров'я людини.

Забруднення повітря для всіх живих організмів є однією з основних небезпек, оскільки може супроводжуватися утворенням стійких аномалій забруднювачів у воді, ґрунтах, отже, і в рослинах.

Забруднювачі, що є аерозолями та газами, мають властивість швидко поширюватися, створюючи небезпеку. Це пояснюється утворенням небезпечних осередків забруднення, де можуть перебувати живі організми. Небезпечні та шкідливі речовини мають здатність легко поширюватися та проникати в організм. У таких умовах безпечне повітря є одним з найважливіших аспектів гарантування безпечних умов для проживання всіх організмів. За добу людина в об'ємному відношенні споживає атмосферне повітря більше, ніж їжі та води. З фізіологічного погляду шлунково-кишковий тракт має більше захисних бар'єрів, ніж легені. Отже, безпечне повітряне середовище для людини є життєво необхідним.

Ключові слова: атмосферне повітря, діоксид вуглецю, оксид азоту, діоксид сірки, завислі речовини.

Patseva Iryna, Kahukina Anastasiia. Analysis of the atmospheric air state in the city of Zhytomyr

Currently, air pollution is one of the biggest problems of our time. The rapid growth of industry, petrochemical products manufacturing, household chemicals, processing of agricultural land from the boards of airplanes, the increase in the amount of landfills and road transport have led to atmospheric air pollution.

The purpose of the article is to examine and evaluate the pollutants' emissions into the atmospheric air in the city of Zhytomyr during 2018–2022.

The article highlights the current system of monitoring the state of atmospheric air in Zhytomyr and the findings of monitoring the atmospheric air in the city during 2018–2022, in particular the content of suspended solids, carbon dioxide, nitrogen oxide and sulfur dioxide in the atmospheric air. The dynamics of pollutant emissions from stationary and mobile sources during 2017–2021 were evaluated.

It was established that in Zhytomyr region the common pollutants are carbon monoxide, sulfur dioxide, nitrogen oxides and dust (aerosols). Before the full-scale invasion began, the major source of air pollution was road transport. Regardless of the source, all pollutants that have entered the atmospheric air have a profound impact on human health.

Nowadays air pollution is one of the critical dangers for all living organisms, as it can be accompanied by the formation of persistent pollutant anomalies in water, soil and, accordingly, in plants.

Being composed of aerosols and gases, pollutants have the property of spreading quickly, creating danger. This is explained by the formation of dangerous pollution centers where living organisms can reside. Dangerous and harmful substances have the ability to easily spread and penetrate the human body. In such conditions, safe air is one of the most important aspects of ensuring safe living conditions for all organisms. During the day, a person in terms of volume consumes atmospheric air more than food and water. Physiologically, the gastrointestinal tract has more protective barriers than the lungs. Therefore, a safe air environment is vital for humans.

Key words: atmospheric air, carbon dioxide, nitrogen oxide, sulfur dioxide, suspended substances.

Вступ. Екологічна проблема забруднення атмосферного повітря є однією з основних проблем сьогодення. Зважаючи на вплив атмосферного повітря на стан здоров'я людства, постає завдання посиленого контролю за кількістю шкідливих викидів в атмосферу та розроблення плану дій для покращення екологічного стану повітря.

Антропогенна діяльність призвела до збільшеної кількості надходження шкідливих і небезпечних речовин в атмосферне повітря [1]. Є сенс проаналізувати, яким чином створення комфортних умов життя людини впливає на стан довкілля, оскільки є суперечність між створенням комфортних умов проживання людини та тим, яким чином досягаються блага людства.

Беручи до уваги історичний аспект початку забруднення людиною атмосферного повітря, варто вважати початком надходження забруднювальних речовин до повітря процес приготування первісною людиною їжі на вогні. У сучасних умовах людина користується різними видами транспорту, електрикою, будинки оснащені водою та теплопостачанням, функціонує промисловість для виробництва товарів і продуктів, усе це отримується завдяки спалюванню енергетичних ресурсів. Зростання населення й економічний розвиток посилять викиди парникових газів [2].

Постає завдання створити умови, за яких буде збережено блага цивілізації з мінімальною шкодою атмосферному повітрю.

Матеріали та методи. Інформаційною базою стали матеріали Житомирського обласного центру з гідрометеорології для контролю за станом атмосферного повітря. У місті Житомирі моніторинг забруднення атмосферного повітря здійснюється із жовтня 1990 р. на двох стаціонарних постах спостережень, а саме: ПСЗ № 1, який розташований на вул. Вітрука, 31, та ПСЗ № 2 – на вул. Михайла Грушевського, 14/20 [3].

Представлено вміст завислих речовин, діоксиду вуглецю, оксиду азоту та діоксиду сірки в атмосферному повітрі міста за 2018–2022 рр. Оцінено динаміку вики-

дів забруднювальних речовин від стаціонарних і пересувних джерел за 2017–2021 рр.

Результати. Усі забруднювальні речовини, що потрапили в атмосферне повітря, незалежно від джерела отримання, мають вплив на стан здоров'я людини. До початку повномасштабного вторгнення основним джерелом забруднення повітря був автомобільний транспорт. Однак, згідно з даними Міністерства довкілля України, викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря внаслідок бойових дій дорівнюють обсягу викидів металургійного підприємства [3]. Використання зброї призводить до пожеж та розповсюдження забруднювальних речовин в атмосферному повітрі [4; 5]. Від пострілів та запуску ракет утворюються гази, що потрапляють в атмосферне повітря. Розжарені порохові гази спричиняють окиснення атмосферного азоту з утворенням оксиду азоту та діоксиду азоту.

У таких умовах забрудненню атмосферного повітря не має меж. Викиди можуть розповсюджуватися й осідати не лише на території України, але й в інших сусідніх державах.

За результатами спостережень за 2018–2022 рр. було зафіксовано такі показники вмісту забруднювальних речовин в атмосферному повітрі міста Житомира [3].

Середньорічний вміст завислих речовин в атмосферному повітрі впродовж 2018–2022 рр. (рис. 1) коливається в межах 0,07–0,09 мг/м³. Максимальний вміст завислих речовин в повітрі не перевищував максимальні разові ГДК (рис. 1) [3].

Упродовж досліджуваних років (рис. 2) максимальний вміст діоксиду сірки не перевищував максимальні разові ГДК, а середньорічний вміст не перевищував середньодобові ГДК. У разі перевищення порога 0,5 мг/м³ діоксид сірки спричиняє подразнення слизових оболонок очей і верхніх дихальних шляхів.

За останні 5 досліджуваних років (рис. 3) найбільший максимальний вміст оксиду вуглецю спостерігався у 2022 р., з початком повномасштабного вторгнення, та перевищував максимальні разові ГДК у декілька

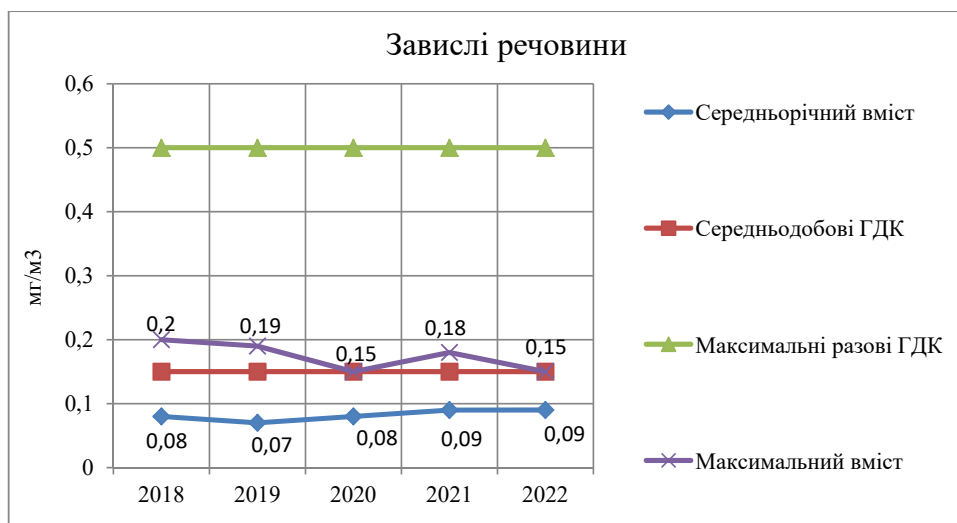


Рис. 1. Вміст завислих речовин в атмосферному повітрі міста Житомира за 2018–2022 рр.

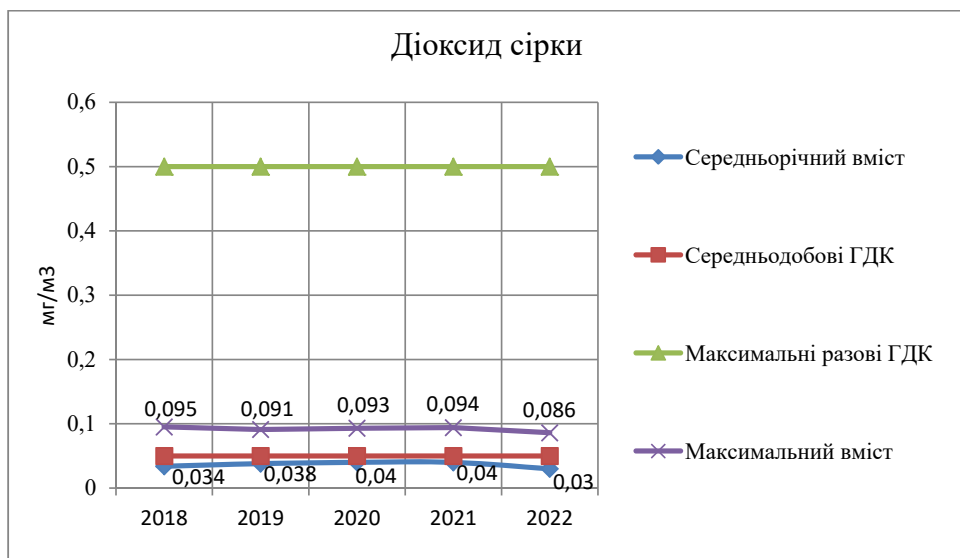


Рис. 2. Вміст діоксиду сірки в атмосферному повітрі міста Житомира за 2018–2022 рр.

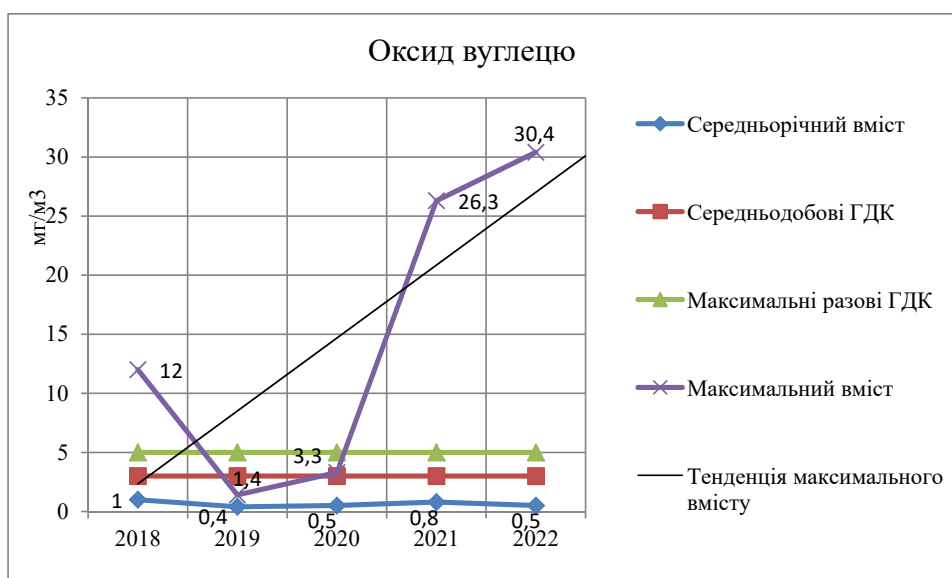


Рис. 3. Вміст оксиду вуглецю в атмосферному повітрі міста Житомира за 2018–2022 рр.

разів. Показники середньорічного вмісту оксиду вуглецю в атмосферному повітрі міста не перевищують середньодобові ГДК.

Спостерігається підвищений середньорічний вміст діоксиду азоту (Рис. 4) в атмосферному повітрі міста. Упродовж досліджуваних років також зафіксовано підвищений рівень максимального вмісту відповідно до максимальних разових ГДК.

Діоксид азоту має властивість пригнічувати дихальну, серцево-судинну та нервову системи людини. У разі тривалої дії на організм спостерігається ослаблення імунітету.

Динаміка викидів в атмосферне повітря Житомирської області (рис. 5) свідчить про зниження обсягів забруднювальних речовин у повітрі. Упродовж 2017–2021 рр. є тенденція до зменшення кількості викидів [6]. Беручи до уваги дані, варто відзначити,

що зменшення обсягів викидів відбулось завдяки зменшенню викидів від пересувних джерел. Це є позитивною практикою в покращенні стану атмосферного повітря. Однак варто враховувати початок бойових дій на території Житомирської області із 2022 р. У таких умовах прогнозувати зменшення викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря неможливо. У зв'язку з воєнним станом в Україні відсутня інформація про динаміку викидів в атмосферне повітря, зважаючи на відсутність статистичних звітів у період воєнного стану та призупинення оприлюднення необхідної статистичної інформації за періоди 2022–2023 рр.

Висновки. У Житомирській області поширеними забруднювачами є діоксид сірки, оксид вуглецю, оксид азоту та пил (аерозолі).

Упродовж 2018–2022 рр. максимальний вміст завислих речовин у повітрі не перевищував макси-

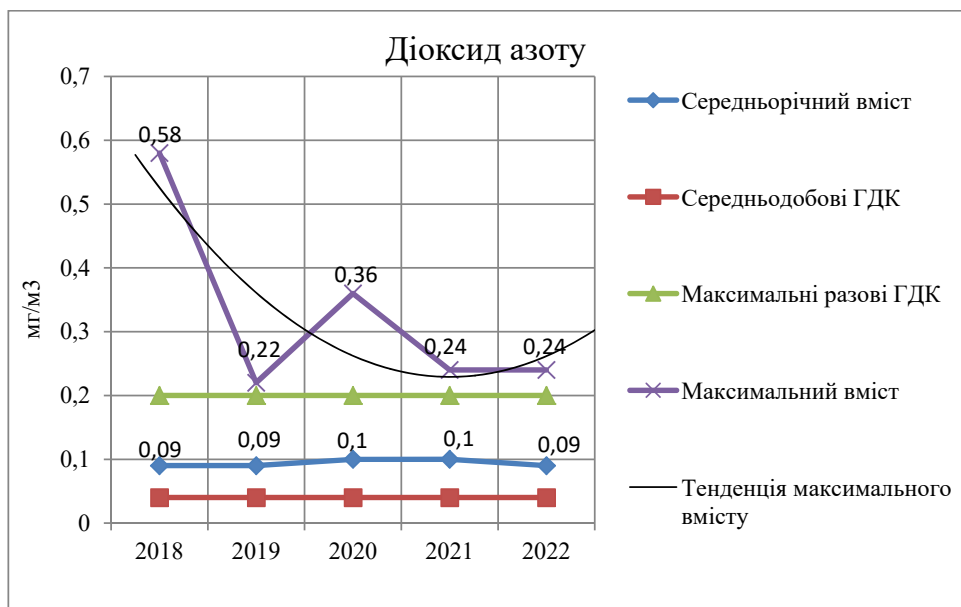


Рис. 4. Вміст діоксиду азоту в атмосферному повітрі міста Житомира за 2018–2022 рр.



Рис. 5. Динаміка викидів в атмосферне повітря Житомирської області за 2017–2021 рр.

мальні разові ГДК. Середньорічний вміст діоксиду сірки й оксиду вуглецю не перевищували середньодобові ГДК, однак спостерігається підвищений середньорічний вміст діоксиду азоту в атмосферному повітрі міста. Кількість максимального вмісту оксиду вуглецю має тенденцію до збільшення починаючи із 2021 р. та перевищує максимальні разові ГДК. Показники максимального вмісту діоксиду

азоту за 2018–2022 рр. перевищують максимальні разові ГДК.

Для безпечної життєдіяльності людства в сучасних умовах навколишнього середовища необхідно посилити важливість питання раціонального та нераціонального використання ресурсів, для зменшення кількості забруднювальних викидів в атмосферне повітря міста.

Література:

1. Hossain S. An Econometric Analysis for CO₂ Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, Foreign Trade and Urbanization of Japan. *Low Carbon Economy*. 2012. № 3 (3-A). P. 92–105. DOI: 10.4236/lce.2012.323013.
2. Dietz T., Rosa E.A. Effects of population and affluence on CO₂ emissions. *PNAS*. 1997. № 94 (1). P. 175–179. DOI: 10.1073/pnas.94.1.175.
3. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні. URL: <http://surl.li/hfgsf> (дата звернення: 21.01.2024).
4. Toxic impacts of the war on Ukraine / H. Kireitseva et al. *International Journal of Environmental Studies*. 2023. Vol. 80. P. 267–276. <https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2170582>.
5. Екологічна оцінка впливу пожеж у природних екосистемах на стан екологічної безпеки Житомирської області / І. Пацева та ін. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2023. № 3. С. 59–65. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-8>.
6. Луньова О.В., Кагукіна А.М. Аналіз антропогенного забруднення Житомирського регіону. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 3 (48). С. 48–52. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.3-48.7>.

References:

1. Hossain, S. (2012). An Econometric Analysis for CO₂ Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, Foreign Trade and Urbanization of Japan. *Low Carbon Economy*, 3 (3-A), 92–105. DOI: 0.4236/lce.2012.323013 [in English].
2. Dietz, T., & Rosa, E.A. (1997). Effects of population and affluence on CO₂ emissions. *PNAS*, 94 (1), 175–179. DOI: 10.1073/pnas.94.1.175 [in English].
3. Rehionalni dopovidi pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha v Ukraini [Regional reports on the state of the natural environment in Ukraine]. URL: <http://surl.li/hfgsf> (data zvernennia: 21.01.2024) [in Ukrainian].
4. Kireitseva, H., Demchyk, L., Paliy, O. and Kahukina, A. (2023). Toxic impacts of the war on Ukraine. *International Journal of Environmental Studies*, 80 (2): 267–276. <https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2170582> [in English].
5. Patseva, I., Barabash, O., Melnyk-Shamrai, V., Patsev, I. (2023). Ekolohichna otsinka vplyvu pozhezh u pryrodnykh ekosystemakh na stan ekolohichnoi bezpeky Zhytomyrskoi oblasti [Ecological assessment of the impact of fires in natural ecosystems on the state of ecological security of the Zhytomyr region]. *Problemy khimii ta staloho rozvytku*, 3, 59–65. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-8> [in Ukrainian].
6. Lunova O.V., Kahukina A.M. (2023) Analiz antropohennoho zabrudnennia Zhytomyrskoho rehionu [Analysis of anthropogenic pollution of the Zhytomyr region]. *Ekolohichni nauky*. Vyp. 3 (48). S. 48–52. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.3-48.7> [in Ukrainian].

КОНЦЕПЦІЯ GREENPM В УПРАВЛІННІ ПРИРОДООХОРОННИМИ ПРОЄКТАМИ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Хрутьба Юлія Сергіївна,

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри транспортного права та логістики
Національного транспортного університету
ORCID ID: 0000-0002-3419-8364

Пацева Ірина Григорівна,

доктор технічних наук, професор,
завідувачка кафедри екології та природоохоронних технологій
Державного університету «Житомирська політехніка»
ORCID ID: 0000-0001-6271-7355
Scopus Author ID: 57219049758

Алпатова Оксана Миколаївна,

кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Державного університету «Житомирська політехніка»
ORCID ID: 0000-0003-0803-9850
Scopus Author ID: 58249913700

Хрутьба Ольга Володимирівна,

аспірант кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища
Національного транспортного університету
ORCID ID: 0009-0000-5909-8610

Пацев Ігор Сергійович,

аспірант кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища
Національного транспортного університету
ORCID ID: 0009-0001-4541-2223

У статті розглянуто наукові підходи до вивчення концепції GreenPM в управлінні природоохоронними проєктами в контексті сталого розвитку. Проаналізовано праці зарубіжних і вітчизняних науковців у сфері управління проєктами з урахуванням впливу на довкілля. Під час упровадження GreenPM процеси та предметні області управління проєктами узгоджуються з екологічними аспектами проєкту. Концепція передбачає моніторинг і управління впливом проєкту на навколишнє середовище, щоби бізнес-цілі могли бути досягнуті за збереження довкілля. GreenPM пов'язує управління проєктами із природоохоронними заходами та підвищує рівень екологічної свідомості учасників проєкту, незалежно від його безпосереднього стосунку до змін у навколишньому середовищі. Розглянуто також модель управління проєктом, що об'єднує процеси проєктного менеджменту й екологічного управління. Проаналізовано принципи управління сталим розвитком проєктів згідно з літературними джерелами. З'ясовано, що підходи сталого розвитку можуть бути інкорпоровані у проєкти за допомогою різних методів. Це методи модифікації й оптимізації бізнес-процесів за критеріями сталого розвитку, алгоритми динамічної оптимізації, імітаційне моделювання, генетичні алгоритми тощо. GreenPM є частиною екологічно чутливого управління проєктами й інтегрує екологічне мислення в усі процеси ухвалення рішень в управлінні проєктами. Концепція GreenPM полягає в тому, щоб узгодити процес управління проєктами із впливом проєкту на навколишнє середовище. Вона забезпечує досягнення цілей за зменшення водночас негативного впливу на навколишнє середовище, упроваджується на всіх етапах життєвого циклу проєкту. Її реалізація передбачає поєднання методів і підходів проєктного менеджменту з методами та підходами екологічного менеджменту, а також використання механізмів комунікації, заснованих на GreenPM.

Ключові слова: концепція GreenPM, природоохоронні проєкти, управління екопроєктами, сталий розвиток.

Khrutba Yulia, Patseva Iryna, Alpatova Oksana, Khrutba Olga, Patsev Igor. GreenPM concept in the management of nature protection projects in the context of sustainable development

The article considers scientific approaches to the study of the concept of GreenPM in the management of environmental protection projects in the context of sustainable development. The works of foreign and domestic scientists in the field of project management are analyzed, taking into account the impact on the environment. When implementing GreenPM, the processes and subject areas of project management are consistent with the environmental aspects of the project. The concept involves monitoring and managing

the project's impact on the environment so that business goals can be achieved while preserving the environment. GreenPM connects project management with environmental protection measures and increases the level of environmental awareness of project participants, regardless of their direct relationship to changes in the environment. A project management model uniting project management and environmental management processes is also considered. The principles of managing the sustainable development of projects are analyzed based on a review of literary sources. It was found that sustainable development approaches can be incorporated into projects using various methods. These are methods of modification and optimization of business processes according to the criteria of sustainable development, dynamic optimization algorithms, simulation modeling, genetic algorithms, etc. GreenPM is part of environmentally sensitive project management and integrates environmental thinking into all decision-making processes in project management.

The concept of GreenPM is that, to align the project management process with the impact of the project on the environment, it ensures the achievement of goals while simultaneously reducing the negative impact on the environment and is implemented at all stages of the project life cycle. Its implementation requires a combination of project management methods and approaches with environmental management methods and approaches, as well as the use of communication mechanisms based on GreenPM.

Key words: GreenPM concept, environmental protection projects, management of eco-projects, sustainable development.

Вступ. Нині тема інтеграції принципів сталого розвитку у проєктній діяльності розглядається лише частково. Інститут управління проєктами визначає сталий розвиток як нову парадигму управління, яка допомагає впоратися зі складністю та динамічністю організацій. Успішне управління екопроєктами в умовах, що постійно змінюються, практично неможливе без стратегічного планування. Цей ключовий елемент стратегічного управління допомагає реалізовувати перспективні проєкти відповідно до пріоритетів розвитку національної, обласної, районної, міської, селищної, об'єднаної територіальної громади, з реалізацією своїх функцій і завдань, досягненням поставлених цілей. Стратегічне планування допомагає максимально ефективно використовувати наявні ресурси й обґрунтувати траєкторію, яка прискорює проєкт у бажаному напрямі [1; 2].

Для ефективного управління екологічною діяльністю на рівні компанії або організації запроваджено стандарти серії ISO 14000: стандарт ДСТУ ISO 14001:2015 [3] передбачає визначення ключових екологічних аспектів на підприємстві або в регіоні, їх ідентифікацію, а також подальше планування та процедури управління такими аспектами. Також проводиться попередній екологічний аналіз і здійснюється моніторинг змін протягом усієї діяльності відповідно до моделі циклу Демінга «Плануй – Роби – Перевіряй – Дій» (PDCA).

Управління проєктами в контексті охорони навколишнього середовища було представлено на XXII конгресі Міжнародної асоціації управління проєктами у 2008 р., що відображено в дослідженні Джейн Аллен Джонс (Society of Sustainability Professionals, ISSP) [4]. Застосування екологічних вимог в управлінні проєктами запропонували Андреа Краснофф і Том Мочал як методологію «Зеленого управління проєктами» (Green Project Management, GreenPM, або GPM) [5]. Цей метод визначає вплив на навколишнє середовище всіх процесів управління проєктами й оцінює екологічні аспекти діяльності організації. На думку авторів, оцінювати вплив на навколишнє середовище необхідно на всіх етапах життєвого циклу, особливо під час ухвалення рішень.

У роботі [6] запропоновано термін «зелене мислення» (*Green Thinking*), що враховує екологічні питання протягом усього життєвого циклу проєкту та під час ухвалення управлінських рішень. Згідно з концепцією

GreenPM, менеджери проєктів ураховують, а не ігнорують зміни в екологічних умовах під час реалізації проєкту [7]. Концепція передбачає моніторинг і управління впливом проєкту на навколишнє середовище, щоб бізнес-цільі могли бути досягнуті зі збереженням довкілля.

Незважаючи на значну кількість, більшість публікацій висвітлюють лише окремі наукові положення щодо вивчення концепції GreenPM в управлінні екологічними проєктами. Тому мета нашого дослідження – проаналізувати концепції GreenPM в управлінні природоохоронними проєктами в контексті сталого розвитку

Результати. Питанням координації екологічних питань під час реалізації проєктів присвячені роботи Т. Тейлора [8], Д. Морфо [9], Л. Барнарда [10], А. Сільвіуса та Дж. Тарпа [11]. Учені проаналізували екологічно відповідальне управління стейкхолдерами, пов'язаними з реалізацією проєктів у самій організації, і зовнішніми стейкхолдерами (акціонери, партнери, експерти, клієнти тощо). Застосування підходів сталого розвитку для управління проєктами досліджується у праці [11]. Автори розробили інструмент для менеджерів проєкту щодо визначення екологічних і соціальних показників проєкту.

У разі впровадження GreenPM процеси та предметні області управління проєктами узгоджуються з екологічними аспектами проєкту. Рівень екологічної відповідальності організації визначається впливом її діяльності та проєктів на навколишнє середовище протягом життєвого циклу проєкту та після його завершення. Організація розробляє власну шкалу екологічної сталості та вирішує, як вона буде застосовувати її до різних груп проєктних процесів (ініціювання, планування, виконання, моніторинг, управління та закриття). Розроблення процесів для економії ресурсів, часу, проєктних витрат тощо. Визначається рівень комунікації з різними засобами масової інформації для інформування зацікавлених сторін [12].

Концепція пов'язує управління проєктами із природоохоронними заходами та підвищує рівень екологічної свідомості учасників проєкту, незалежно від його безпосереднього стосунку до змін у навколишньому середовищі. Застосування GreenPM передбачає управління потенційним впливом на навколишнє середовище у процесі ухвалення рішень. Це передбачає підвищення уваги й обізнаності щодо змін у навколишньому середовищі для того, щоб мати можливість управляти потен-

ційним впливом на навколишнє середовище у процесі ухвалення рішень. Хоча екологічно чутливий підхід може бути застосований до всіх проєктів, проте не всі проєкти матимуть однаковий рівень екологічної ефективності [7].

В Україні питання управління проєктами з урахуванням впливу на довкілля розглядаються у працях В.Д. Гогунського, Т.М. Олех, В.О. Хрутьби й інших. Спільною ідеєю цих підходів є необхідність урахування впливу на навколишнє середовище у процесі управління проєктами. У дослідженнях [13; 14] представлено інтегровану методологію управління проєктами й екологічного менеджменту, яка дозволяє застосувати цикл безперервного поліпшення Демінга Шухарта до управління проєктами. Результати проєкту та їх оцінка наведені на рис. 1, де процеси управління проєктами (далі – УП) і екологічного менеджменту (далі – ЕМ) об'єднані для визначення параметрів зменшення негативного впливу проєктної діяльності на навколишнє середовище [13].

Упровадження політики сталого розвитку в управління проєктами є метою сталого управління проєктами [15]. Результатом інтеграції процесу управління проєктами з підходом сталого розвитку є методологія «Проєкти, що інтегрують методи сталого розвитку» (далі – PRiSM), яка збалансовує економічні, соціальні й екологічні цілі з урахуванням принципів сталого розвитку. PRiSM був розроблений на тій же основі, що і PMBoK® Guide, APM BoK, і узгоджений з ISO:14001. Особливістю цього підходу є включення соціальної й екологічної відповідальності у процес управління проєктами.

PRiSM визначає п'ять етапів життєвого циклу проєкту та три сфери сталого розвитку для постійного зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Управління зацікавленими сторонами базується на принципах соціальної й екологічної відповідальності, а гармонізація з економічними результатами інтегрована в корпоративну стратегію.

Застосування підходу сталого розвитку до управління проєктами є предметом дослідження науковців

і дослідників Університету прикладних наук Утрехта (Нідерланди) Ван Аетсвелда, Гілберта Сільвіуса, Рона Шипперра, Юлії Планко, Адрі Кьолера та Яспера ван ден Брінка. У їхньому дослідженні розглядається питання інтеграції концепцій проєктної стійкості та проєктного менеджменту. Автори вважають, що у проєктній діяльності необхідно не тільки «робити речі правильно», але й «робити правильні речі правильно».

Т.А. Ковтун [16] зазначає, що збереження навколишнього середовища зараз є однією з найбільш важливих, актуальних і комплексних проблем, від вирішення якої залежить майбутнє людства та життя на Землі. Життєвий цикл екосистемного проєкту включає екологічно орієнтовану фазу, на якій здійснюються заходи щодо захисту та відновлення екосистеми. Між продуктами кожного етапу життєвого циклу екосистемного проєкту існують зв'язки, які впливають на склад продуктів. Зменшення екодеструктивного впливу проєктування й експлуатації екосистемних систем на навколишнє середовище – це інтеграція процесів за допомогою підходу до сталого управління проєктами.

Нині наміри бізнес-лідерів більше спрямовані на забезпечення захисту навколишнього середовища, соціальної відповідальності, етики та загальнолюдських цінностей, ніж на просте досягнення безпосередніх цілей проєкту [17]. Організації включають питання сталого розвитку у свої практики управління проєктами й уникають розгляду лише чинників якості, вартості та часу [18].

Дослідниками проєктного підходу до сталого розвитку є такі вчені, як В.М. Бабаєв, С.І. Чернов, В.М. Молоканова, В.А. Рачі, Т.Г. Фесенко й І.Б. Азарова.

Метою дослідження І.Б. Азарової [15] є створення нових теоретичних моделей, методів і практичних інструментів управління проєктами у сфері просторового розвитку та розвиток наявних, з метою забезпечення сталості результатів відповідної проєктної діяльності.

Проєкти, особливо інфраструктурні, які мають значний вплив на навколишнє середовище та споживають природні ресурси, підлягають процедурі оцінки впливу на довкілля, а в разі фінансування ЄБРР – екологічний

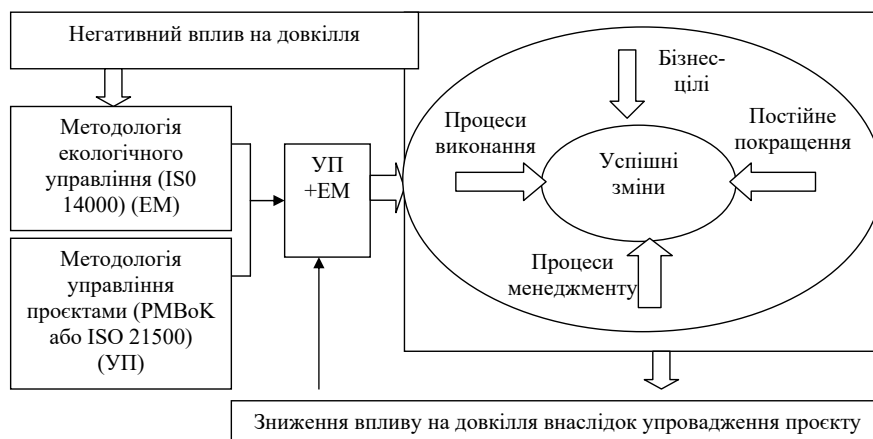


Рис. 1. Модель управління проєктом, що об'єднує процеси проєктного менеджменту й екологічного управління [13]

та соціальній оцінці (далі – ECO). Проектні вимоги передбачають проведення ОВД для оцінки потенційного короткострокового та довгострокового впливу проекту на природні ресурси; ОВД проводиться до початку фінансування проекту і включає оцінку стійкості про-

екту та процесу реалізації інфраструктурного проекту. Принципи управління сталим розвитком проектів з огляду літературних джерел представлені в табл. 1.

Підходи сталого розвитку можуть бути інкорпоровані у проекти за допомогою різних методів. Це

Таблиця 1

Політика забезпечення сталого розвитку організацій на основі управління природоохоронним проектом

№	Принцип	Опис	Дослідники
1.	Цілі стійкості	Завдання розгляду аспектів стійкості під час ухвалення рішення про політику проекту, з основним урахуванням інших паралельних аспектів, пов'язаних із стійкістю.	Martens and Carvalho (2017 p.), Verrier et al. (2014 p.), Herazo et al. (2012 p.), Marce lino-Sadaba et al. (2015 p.), Ochoa (2014 p.).
2.	Сталий розвиток постачальників	Навчання та розвиток постачальників для впровадження стійких практик, наприклад використання природних матеріалів.	Росс та інші (2010 p.), Jaillon and Poon (2008 p.), Liu et al. (2010 p.), Еріксон та інші (2013 p.).
3.	Сталість на етапі планування проекту	Залучення аспектів стійкості на етапі планування проекту з огляду на стійкість на всіх етапах життєвого циклу.	Сандовал та інші (2006 p.), Wood et al. (2010 p.), Marcelino-Sadaba et al. (2015 p.), Санчес (2015 p.), Чжун і Бу (2015 p.).
4.	Розгляд стійких процедур	Беручи до уваги заохочення сталих процедур, у зв'язку з основними законами, правилами та керівними принципами для підтримки стійкості на рівні проекту.	Chen and Chambers, (1999 p.), Bossink (2002 p.), Ross et al. (2010 p.).
5.	Підтримка стійких практик проекту	Підтримка та включення практичних проектів у галузі сталого розвитку шляхом застосування будівельних робіт, діяльності з управління відходами тощо.	Bossink (2002 p.), Jaillon and Chi-Sun (2010 p.), Jaillon and Poon (2008 p.).
6.	Підтримка елементів, що сприяють сталому розвитку	Включення у проект елементів, що сприяють сталому розвитку, які можуть ініціювати та підтримувати стійкість на будь-якому рівні проекту. Наприклад, включення місцевих і урядової влади, соціальних організацій тощо.	Mathur та співавт. (2008 p.), Lenferink та інші (2013 p.), Росс та інші (2010 p.), Yunus and Yang (2014 p.), Genus and Theobald (2015 p.), Johnson et al. (2006 p.).
7.	Включення можливостей стійкості	Навчання та розвиток менеджерів проектів. Розвиток схильності до стійкості та здатності до стійкості у проектах. Підвищення здібностей уряду, влади та широкої громадськості.	Hwang and Ng (2013 p.), Marcelino-Sadaba et al. (2015 p.), Martens and Carvalho (2017 p.), Tabassi et al. (2016 p.), Sa-datrasool et al. (2016 p.), Chen and Chambers (1999 p.).

методи модифікації й оптимізації бізнес-процесів за критеріями сталого розвитку, алгоритми динамічної оптимізації, імітаційне моделювання, генетичні алгоритми тощо. Наприклад, упровадження інноваційних підходів до ресурсо- й енергозбереження має бути

включено до загальної вартості проекту, ці особливості мають бути враховані ще на етапі планування проекту [19]. Автори праці [20] зображають інтегровану структуру сталості проекту, що ілюструє рисунок 2.



Рис. 2. Схема інтеграції зворотного зв'язку для забезпечення стійкості в розподілених природоохоронних проектах [20]

Забезпечення сталого розвитку й екологічних вимог в управлінні проектами значною мірою залежить від осіб, які ухвалюють рішення, а також від імплементації рішень і політик щодо сталого розвитку у проекті [21; 22]. Ухвалення рішень і реалізація політики компанії здійснюються персоналом компанії. Кожна проектна компанія має три основні рівні персоналу: персонал проекту, менеджери проекту та керівництво проектною компанією.

Належна координація й ефективна комунікація необхідні для забезпечення узгодженості управлінських рішень. Зворотний зв'язок має бути забезпечений на всіх рівнях проектною організацією для досягнення сталості проекту. Зворотний зв'язок також повинен оцінюватися організацією, зацікавленими сторонами та клі-

єнтами з метою впровадження коригувальних дій для досягнення сталості проекту.

Висновки. Отже, GreenPM є частиною екологічно чутливого управління проектами й інтегрує екологічне мислення в усі процеси ухвалення рішень в управлінні проектами. Концепція GreenPM полягає в тому, щоб узгодити процес управління проектами із впливом проекту на навколишнє середовище. Вона забезпечує досягнення цілей за зменшення водночас негативного впливу на навколишнє середовище, упроваджується на всіх етапах життєвого циклу проекту. Її реалізація передбачає поєднання методів і підходів проектного менеджменту з методами та підходами екологічного менеджменту, а також використання механізмів комунікації, заснованих на GreenPM.

Література:

1. Розвиток підприємства на еколого-економічних засадах : монографія / Г.О. Швиданенко та ін. Київ : КНЕУ, 2017. 184 с.
2. Мельникова К.В. Теоретичні принципи логістичного обслуговування споживачів. *Економіка і суспільство*. 2017. № 8. С. 309–312.
3. ДСТУ ISO 14001:2015 Системи екологічного управління. URL: https://quality.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2018/10/%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3-ISO_14001-2015.pdf.
4. Jones J.A. Project Management: Getting the Job Done. URL: <http://www.sustainabilityprofessionals.org/project-management-getting-job-done>.
5. Krasnoff A., Mochal T. Green Project Management: Supporting ISO 14 000 Standards Through Project Management Processes. URL: <http://greeneconomypost.com/green-project-management-greenpm-iso-14000-11040.htm>.
6. Хрутьба В.О. Впровадження методології GreenPM як реалізація екологічного мислення в управлінні проектами. *Управління проектами в розвитку суспільства. Прискорення розвитку організації на основі проектного управління* : збірник текстів доповідей VI Міжнародної конференції / КНУБА. Київ, 2010. С. 212–214.
7. Хрутьба А.С., Морозов В.В. Характеристика концепції GreenPM в управлінні проектами. *Управління проектами в розвитку суспільства. Управління проектами в умовах переходу до поведінкової економіки* : збірник текстів доповідей XV Міжнародної конференції / КНУБА. Київ, 2018. С. 225–227.
8. Taylor T. Sustainability Interventions for Managers of Projects and Programmes. Salford : Centre for Education in the Built Environment. URL: <https://www.slideshare.net/SoBEVPSeries/sustainability-interventions-for-managers-of-projects-and-programmes>.
9. Morfaw J.N. Project Sustainability: A Comprehensive Guide To Sustaining Projects, Systems And Organizations In A Competitive Marketplace. Bloomington : Universe Publishing, 2011. URL: https://books.google.com.ua/books/about/Project_Sustainability.html?id=0wJdNRxpDcAC&redir_esc=y.
10. Making Sense of Sustainability Project Management / L.T. Barnard et al. Grimsby : Explorus Group Inc., 2011. URL: [https://www.scirp.org/\(S\(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1197275](https://www.scirp.org/(S(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1197275).
11. Silvius G., Tharp J. Sustainability Integration for Effective Project Management. Expected. *IGI Global Publishing*, 2013. DOI: 10.4018/978-1-4666-4177-8.
12. Project-related approach of communication management in solving local environmental problem / V. Khrutba et al. *Scientific letters of Academic society of Michal Baludansky*. 2018. № 6 (5). P. 65–75.
13. Результати екологічної та соціальної оцінки проекту реконструкції дороги / В.О. Хрутьба та ін. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2015. № 4/10 (76). С. 26–34. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.47887.
14. Entropy analysis of organizations' knowledge systems on the example of project management standards / V.D. Gogunskii et al. *Applied Aspects of Information Technology*. 2022. № 5 (2). P. 91–104. DOI: 10.15276/aait.05.2022.7.
15. Азарова І.Б. Методологічні підходи ініціації проектів. *Управління розвитком складних систем*. 2017. Вип. 30. С. 21–25. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2017_30_5.
16. Ковтун Т. А. Формування часових параметрів життєвого циклу проекту екологістичної системи. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. 34 Серія «Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами». 2021. № 2 (4). С. 34–45. <http://doi.org/10.20998/2413-3000.2021.4.5>.
17. A Strategic Analysis of the Prerequisites for the Implementation of Waste Management at the Regional Level / I. Kotsiuba et al. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. № 24 (1). P. 55–66. DOI: 10.12912/27197050/154918.
18. Simulation Modeling for Predicting the Formation of Municipal Waste / V. Khrutba et al. *Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS'2020)*. MODS 2020 / S. Shkarlet et al. (eds.). *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2021. Vol 1265. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-58124-4_3.
19. Kirsten L. Consulting Acquires Leading Environmental Sustainability. URL: <http://www.hitachiconsulting.com/sap.cfm>.

20. The sustainable project management: A review and future possibilities / V.K. Chawla et al. *Journal of Project Management*. 2018. № 3. P. 157–170. DOI: 10.5267/j.jpm.2018.2.001.
21. Особливості взаємодії зацікавлених сторін у природоохоронних проектах / Ю.С. Хрутьба та ін. *Управління розвитком складних систем*. 2019. Вип. 37. С. 32–39. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2019_37_7.
22. Особливості розвитку ринку логістичних послуг в Україні / Т.В. Наконечна та ін. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Серія «Міжнародні економічні відносини та світове господарство». 2019. Вип. 24 (2). С. 139–144. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg_2019_24%282%29__29.

References:

1. Shvydanenko, H.O., Kryvoruchkina, O.V., Matukova, D.H. (2017). Rozvytok pidpriemstva na ekolocho-ekonomichnykh zasadakh [Development of the enterprise on ecological and economic principles]: monohrafiia. K.: KNEU 2017. 184 p. [in Ukrainian].
2. Melnikova, K.V. (2017). Theoretical principles of logistics customer service [Theoretical principles of logistics customer service.]. *Economy and Society*. № 8. P. 309–312. Retrieved from https://economyandsociety.in.ua/journals/8_ukr/55.pdf [in Ukrainian].
3. DSTU ISO 14001:2015 Systemy ekolohichnoho upravlinnia [Environmental management systems]. Retrieved from https://quality.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2018/10/%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3-ISO_14001-2015.pdf [in Ukrainian].
4. Jones, J.A. Project Management: Getting the Job Done. Retrieved from <http://www.sustainabilityprofessionals.org/project-management-getting-job-done> [in English].
5. Krasnoff, A., Mochal, T. Green Project Management: Supporting ISO 14000 Standards Through Project Management Processes. Retrieved from <http://greeneconomypost.com/green-project-management-greenpm-iso-14000-11040.htm> [in English].
6. Khrutba, V.O. (2010). Vprovadzhennia metodolohii GreenPM yak realizatsiia ekolohichnoho myslennia v upravlinni proektamy. “Upravlinnia proektamy u rozvytku suspilstva”. Tema: Pryskorennia rozvytku orhanizatsii na osnovi proektnoho upravlinnia [Implementation of GreenPM methodology as implementation of ecological thinking in project management. “Management of projects in the development of society”]: Zb. tekstiv dopovidei VI Mizhnarodnoi konferentsii, KNUBA, Kyiv. [in Ukrainian].
7. Khrutba, A.S., Morozov, V.V. (2018). Kharakterystyka kontseptsii green pm v upravlinni proektamy. “Upravlinnia proektamy u rozvytku suspilstva”. Tema: Upravlinnia proektamy v umovakh perekhodu do povedinkovoi ekonomiky [Characteristics of the green pm concept in project management. “Management of projects in social development”]: Zb. tekstiv dopovidei XV Mizhnarodnoi konferentsii, KNUBA, Kyiv, 2018. P. 225–227 [in Ukrainian].
8. Taylor, T. (2010). Sustainability Interventions for Managers of Projects and Programmes. Salford: Centre for Education in the Built Environment. Retrieved from <https://www.slideshare.net/SoBEVPSeries/sustainability-interventions-for-managers-of-projects-and-programmes> [in English].
9. Morfaw, J.N. (2011). Project Sustainability: A Comprehensive Guide To Sustaining Projects, Systems And Organizations In A Competitive Marketplace. Bloomington: Universe Publishing. Retrieved from https://books.google.com.ua/books/about/Project_Sustainability.html?id=0wJdNRxpDcAC&redir_esc=y [in English].
10. Barnard, L.T., Ackles, B., Haner, J.L. (2011). Making Sense of Sustainability *Project Management*. Grimsby: Explorus Group Inc. Retrieved from [https://www.scirp.org/\(S\(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1197275](https://www.scirp.org/(S(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1197275) [in English].
11. Silvius, A.J.G., Tharp, J. (2013) Sustainability Integration for Effective Project Management. IGI Global Publishing. Hershey. DOI: 10.4018/978-1-4666-4177-8 [in English].
12. Khrutba, V., Khrutba, A., Rayets, M. (2018). Project-related approach of communication management in solving local environmental problem. *Scientific letters of Academic society of Michal Baludansky*. № 6 (5). P. 65–75 [in English].
13. Khrutba, V.O., Vaigang, G.O., Zyuzyun, V.I. (2015). Rezultaty ekolohichnoi ta sotsialnoi otsinky proekta rekonstruktsii dorohy [Results of the environmental and social assessment of the road reconstruction project]. *Skhidno-Yevropeiskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii*. № 4/10 (76). P. 26–34. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.47887 [in Ukrainian].
14. Gogunskii, V.D., Kolesnikova, K.V., Lukianov, D.V. (2022). Entropy analysis of organizations’ knowledge systems on the example of project management standards. *Applied Aspects of Information Technology*. № 5 (2). P. 91–104. DOI: 10.15276/aait.05.2022.7 [in English].
15. Azarova, I.B. (2017). Metodolohichni pidkhody initsiatsii proektiv [Methodological approaches to project initiation]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. № 30. P. 21–25. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2017_30_5 [in Ukrainian].
16. Kovtun, T.A. (2021). Formuvannia chasovykh parametriv zhyttievoho tsykladu proektu ekolohichnoyi systemy [Formation of time parameters of the life cycle of the ecological system project]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu “KhPI”*. 34 Seriya “Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, prohramamy ta proektamy”. № 2 (4) P. 34–45. DOI: 10.20998/2413-3000.2021.4.5 [in Ukrainian].

17. Kotsiuba, I., Herasymchuk, O., Shamrai, V., Lukianova, V., Anpilova, Y., Rybak, O., Lefter, I. (2023). A Strategic Analysis of the Prerequisites for the Implementation of Waste Management at the Regional Level. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. № 24 (1). P. 55–66. DOI: 10.12912/27197050/154918 [in English].
18. Khrutba, V., Morozova, T., Kotsiuba, I., Shamrai, V. (2021) Simulation Modeling for Predicting the Formation of Municipal Waste. In: Shkarlet, S., Morozov, A., Palagin, A. (eds.). *Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS'2020)*. MODS 2020. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. № 1265. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-58124-4_3 [in English].
19. Kirsten, L. (2013). Consulting Acquires Leading Environmental Sustainability. Retrieved from <http://www.hitachi-consulting.com/sap.cfm> [in English].
20. Chawlaa, V.K., Chandab, A.K., Angraa, S., Chawlac, G.R. (2018). The sustainable project management: A review and future possibilities. *Journal of Project Management*. № 3. P. 157–170. DOI: 10.5267/j.jpm.2018.2.001 [in English].
21. Khrutba, Yu.S., Morozov, V.V., Khrutba, A.S. (2019). Osoblyvosti vzaïmodii zatsikavlenykh storin u pryrodookhoronnykh proektaiu [Peculiarities of the interaction of interested parties in environmental protection projects]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. № 37. P. 32–39. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2019_37_7 [in Ukrainian].
22. Nakonechna, T.V., Hryniv, N.T., Danylovich, T.B. (2019). Osoblyvosti rozvytku rynku lohistychnykh posluh v Ukraini [Peculiarities of the development of the logistics services market in Ukraine]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriia "Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo"*. № 24 (2). P. 139–144. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg_2019_24%282%29__29 [in Ukrainian].

3. ГЕОГРАФІЯ

УДК 911.3.30: 322.122 (477.52)

DOI <https://doi.org/10.32782/naturalspu/2024.1.12>

СІЛЬСЬКІ ТЕРИТОРІЇ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ: ПІДХОДИ ДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ, ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ, ТИПІЗАЦІЯ

Барановський Микола Олександрович,

доктор географічних наук, професор,
професор кафедри загальної та регіональної географії
Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка
ORCID ID: 0000-0002-0771-1126
Scopus Author ID: 57224930644
Web of Science Researcher ID: GQY-8261-2022

Барановська Ольга Віталіївна,

кандидат географічних наук, доцент,
доцент кафедри географії, туризму та спорту
Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя
ORCID ID: 0000-0001-5758-3129

Ідентифікація сільських територій у межах України досі є предметом складних дискусій. Неоднозначність результатів зумовлена відсутністю унормованих критеріїв виокремлення сільських територій і різними підходами до трактування їхньої сутності. За таких умов найбільш ефективним інструментом ідентифікації сільських територій є використання кращих світових практик. У статті вперше на основі європейських підходів і нових критеріїв визначення типів населених пунктів ідентифіковано сільські території Сумської області на рівні громад і здійснено їх картографування. Встановлено, що переважно сільськими за функціональним типом є 37 територіальних громад (72,5%), у яких мешкає майже 75% сільського населення регіону. Показано, що до цього типу територій доцільно також віднести сільські поселення міських і перехідних громад. На основі кластерного аналізу визначено п'ять типів сільських територій із відмінними демографічними, розселенськими й економічними параметрами. Ядро класичних сільських територій Сумської області формують 24 громади, які мають низьку заселеність, потерпають від знелюднення поселенської мережі та міграційного відтоку населення. Повномасштабна агресія Росії стала тригером змін у розвитку не лише прикордонних, а й «тилових» сільських громад регіону. Область потребує розроблення сучасної моделі її просторового розвитку, яка має враховувати ймовірні зміни в системах розселення, поселенській мережі та логістиці. Описані у статті відмінності у профілях сільських територій можуть стати ключем до розроблення й реалізації завдань такої моделі. Визначені в дослідженні типи сільських територій дозволять диференційовано підійти до формування системи заходів регіональної політики, до визначення дієвих інструментів відновлення й розвитку громад Сумської області в повоєнний період.

Ключові слова: територіальні громади, сільські території, кластерний аналіз, адміністративний устрій, Сумська область.

Baranovskyi Mykola, Baranovska Olga. Rural areas of Sumy region: approaches to identification, features of development, typification

The identification of rural areas within Ukraine is still the subject of complex debate. The ambiguity of results is caused by the absence of standardized criteria to identify rural areas and by different approaches to interpreting their essence. Under such conditions, the most effective tool for identifying rural areas is the use of the best global practices. In this article, for the first time, the rural areas of Sumy region are identified at the community level and mapped based on European approaches and new criteria for determining the types of settlements. It has been established that 37 territorial communities (72,5%) are predominantly rural in terms of their functional type, with almost 75% of the region's rural population living there. The article shows that this type of areas should also include rural settlements of urban and transitional communities. Based on cluster analysis, five types of rural areas with distinct demographic, settlement, and economic parameters have been identified. The core of the classic rural areas of Sumy region is formed by 24 communities that have a low population density, suffer from the depopulation of the settlement network and the migration outflow. Russia's full-scale aggression has triggered changes in the development of not only the borderline but also the "rear" rural communities of the region. The region needs to create a modern model of its spatial development, which should take into account probable changes in settlement systems, settlement network and logistics. The differences in the profiles of rural areas described in the article can become the key to the development and implementation of the tasks of such a model. The types of rural areas identified in the study will allow a differentiated approach to the formation of a system of regional policy measures, to the determination of effective tools for the recovery and development of communities in Sumy region in the post-war period.

Key words: territorial communities, rural areas, cluster analysis, administrative system, Sumy region.

Вступ. Питання ідентифікації сільських територій має давній бекграунд. Попри те, що поняття «сільські території» активно використовується в нормотворчій практиці України, досі немає його офіційного визначення та критеріїв ідентифікації [1]. Немає одностайності щодо його трактування і в науковій спільноті [2–6]. Дискусійним лишається навіть питання про те, а що ж брати за основу ідентифікації сільських територій – кількість сільських поселень, сільського населення чи територію, на яких вони перебувають. Брак офіційних критеріїв визначення сільських територій в Україні стимулює науковців до використання підходів і методів їх ідентифікації, розроблених переважно в європейських країнах і країнах – членах Організації економічного співробітництва та розвитку (далі – ОЕСР) [7–9]. Ці підходи мають як переваги, так і слабкі місця. Вони не досить ураховують особливості розміщення населення, а також економічну активність окремих територій [10]. Водночас вони мають логічне обґрунтування та перелік конкретних показників. Головними індикаторами виокремлення сільських територій для адміністративних одиниць рівня LAU 2 і NUTS 3 в методиках країн ОЕСР є щільність (менш як 150 осіб/км²) і частка сільського/міського населення. Додатковими критеріями є наявність великих міських центрів (200–500 тис. осіб), а також транспортна доступність міст людністю понад 50 тис. осіб. Два останні критерії використовуються переважно для уточнення типів територій.

Перші спроби ідентифікації сільських територій України за критеріями країн ОЕСР були здійснені науковцями Інституту регіональних досліджень НАН України [11]. Ідентифікація та типізація сільських територій проводились на рівні колишніх адміністративних районів. Загалом до переважно сільських були віднесені 416 адміністративних районів, загальна площа яких становила майже 85% території України [11, с. 45]. У Сумській області до переважно сільських було віднесено 12 районів (68,3% площі та 29,2% населення). Зазначене дослідження стало важливим кроком на шляху імплементації європейської практики ідентифікації сільських територій, однак рівень адміністративних районів є занадто великим для об'єктивного аналізу.

Нині Україна має новий адміністративно-територіальний устрій, базовими одиницями якого є територіальні громади. Закономірно постало питання про виокремлення сільських територій на цьому рівні, який орієнтовно відповідає рівню LAU 2 країн Європейського Союзу (далі – ЄС). Відповідно до положень адміністративної децентралізації тип територіальних громад – міська, селищна чи сільська, визначався за статусом їхнього центра. Однак помилково вважати сільськими територіями лише сільські громади, адже у складі міських і селищних громад перебуває значна кількість сільських поселень. За оцінками І. Прокопи, переважно сільськими за критеріями країн ЄС є 1 062 територіальні громади України (74% від їх загальної кількості), зокрема й 437 міських і селищних громад за статусом їхнього центра [12, с. 131].

У липні 2023 р. Верховною Радою ухвалено Закон України «Про порядок вирішення окремих питань адміністративно-територіального устрою України» (№ 3285–ІХ). Відповідно до положень цього Закону селища міського типу мають змінити свій статус. Тепер вони належать на категорії сільських поселень, що змінює тип територіальних громад, центрами яких є селища.

Неоднозначність підходів, зміни нормативно-законодавчої бази в царині адміністративно-територіального устрою та децентралізації актуалізують питання ідентифікації сільських територій на рівні окремих регіонів. Отже, головною метою цього дослідження є розроблення алгоритму, ідентифікація на його основі сільських територій Сумської області, а також проведення їхньої типізації за особливостями соціально-економічного розвитку.

Матеріали та методи. Алгоритм ідентифікації сільських територій Сумської області містив такі ітерації: 1) визначення щільності населення та частки сільських мешканців у розрізі територіальних громад регіону; 2) установа кількості сільських поселень і сільського населення, які раніше входили до складу міських рад; 3) визначення сільських територій за показниками кількості сільського населення, сільських поселень і площі, які вони займають; 4) визначення типу територіальних громад за показником частки сільського населення та зони тяжіння міст людністю понад 50 тис. осіб.

Для ідентифікації сільських територій Сумської області використовувалися критерії країн ОЕСР з урахуванням останніх змін у типізації населених пунктів (селищ) України. До сільських були віднесені територіальні громади, у яких частка сільських мешканців перевищувала 50%, а щільність населення була меншою за 150 осіб/км². Міськими вважалися територіальні громади, у яких щільність населення перевищувала 150 осіб/км², а частка сільських мешканців була менш ніж 20%. Громади, які не відповідали критеріям сільських і міських, були віднесені до категорії проміжних (перехідних). Додатково було визначено кількість сільських поселень і сільського населення у складі перехідних і міських територіальних громад.

Критерій 60-хвилинної доступності міст людністю понад 50 тис. осіб використовувався для уточнення типів територіальних громад. Вони поділялися на дві групи – близькі та віддалені від міста. Визначення 60-хвилинних зон доступності міст людністю понад 50 тис. осіб здійснювалося з використанням інструментів платформи Datatowel.in.ua [13].

Типізація сільських територій за особливостями соціально-економічного розвитку проводилася шляхом використання кластерного аналізу з дотриманням відповідних технічних процедур. Оптимальна кількість кластерів визначалася за формулою Стерджесса: $m = 1 + 2,30259 \log_n$, де n – кількість територіальних громад. Зважаючи на кількість сільських територіальних громад у Сумській області, було виділено п'ять кластерів (типів територій) із різними параметрами соціально-економічного розвитку. Кластерний підхід

дав можливість виявити як великі території з подібними характеристиками, так і мозаїку місцевих ситуацій.

Статистичну основу для ідентифікації сільських територій та їхньої типізації за основними показниками соціально-економічного розвитку становили дані «Інформаційно-аналітичної системи моніторингу статистичних та адміністративних показників територіальних громад» [14], порталу «Бюджети територіальних громад України» [15], офіційних сайтів територіальних громад регіону та Головного управління статистики в Сумській області [16].

Візуалізація типів сільських територій здійснювалася в картографічній програмі QGIS 3.30.

Результати. Відповідно до сучасного адміністративно-територіального устрою в Сумській області налічується 51 територіальна громада, 15 міст, 20 селищ і 1 454 села. Динаміка сільського населення в регіоні має негативні тренди (рис. 1). Скорочення сільського населення в Сумській області спостерігається щонайменше останні 40 років. Лише впродовж 2011–2021 рр. його кількість зменшилася на 15,4% [17, с. 791]. Частка сільського населення в Сумській області на початку 2022 р. відповідала загальнодержавному показнику.

У структурі територіальних громад Сумської області за статусом центра домінують сільські, частка яких становить 42,1%. Саме вони стали основою сільських територій Сумської області. На початок 2022 р. в них налічувалося 440 населених пунктів, у яких мешкало 122,4 тис. осіб (39,2% сільського населення регіону). Пересічна щільність населення становила 20 осіб/км².

Селищні громади тепер також належать до категорії сільських. У 15 селищних громадах зосереджено 421 поселення, зокрема 403 села. Загалом у селищних громадах мешкала найбільша кількість сільського населення – 137,6 тис. осіб. Пересічна щільність населення майже не відрізнялася під сільських громад і становила 22 особи/км².

Найбільш проблемною виявилася ідентифікації сільських територій у складі міських територіальних громад. Критеріям ОЕСР для цього типу територій в області відповідали лише три громади – Конотопська,

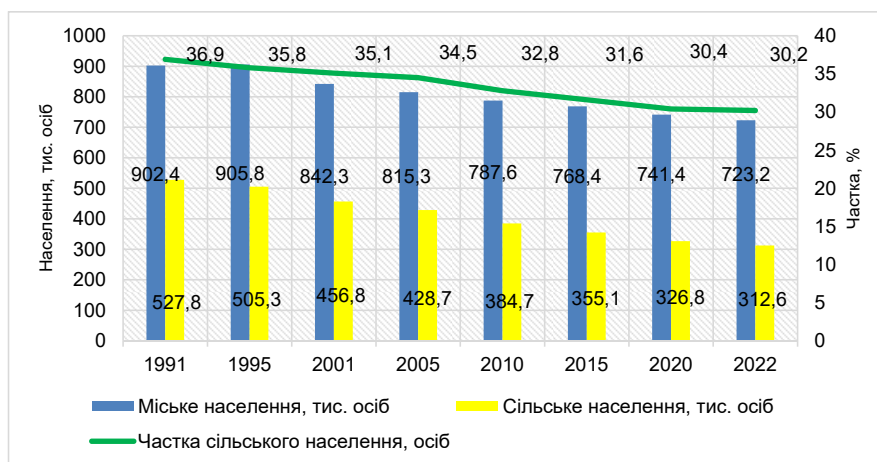
Охтирська та Сумська. Буринська територіальна громада як за часткою сільських мешканців (58,3%), так і за щільністю населення (22 особи/км²) може бути віднесена до категорії сільських. Усі інші міські громади отримали статус проміжних (перехідних) територій за критеріями країн ОЕСР (рис. 2).

Отже, до категорії сільських за функціональним типом територій у Сумській області належить 37 громад (72,5%) загальною площею майже 15 тис. км² (62,4% території регіону). У цих громадах налічується 910 сільських поселень, де мешкає майже 3/4 сільського населення області (табл. 1).

Годинна доступність до міста з населенням понад 50 тис. осіб використовувалася як додатковий критерій типізації сільських територій. Це орієнтовно 40 км – відстань, де ще помітний вплив великих і середніх міст [18]. Відповідно до цього критерію сільські та проміжні (перехідні) громади були поділені на дві групи: а) близькі до міста; б) віддалені від міста (рис. 2).

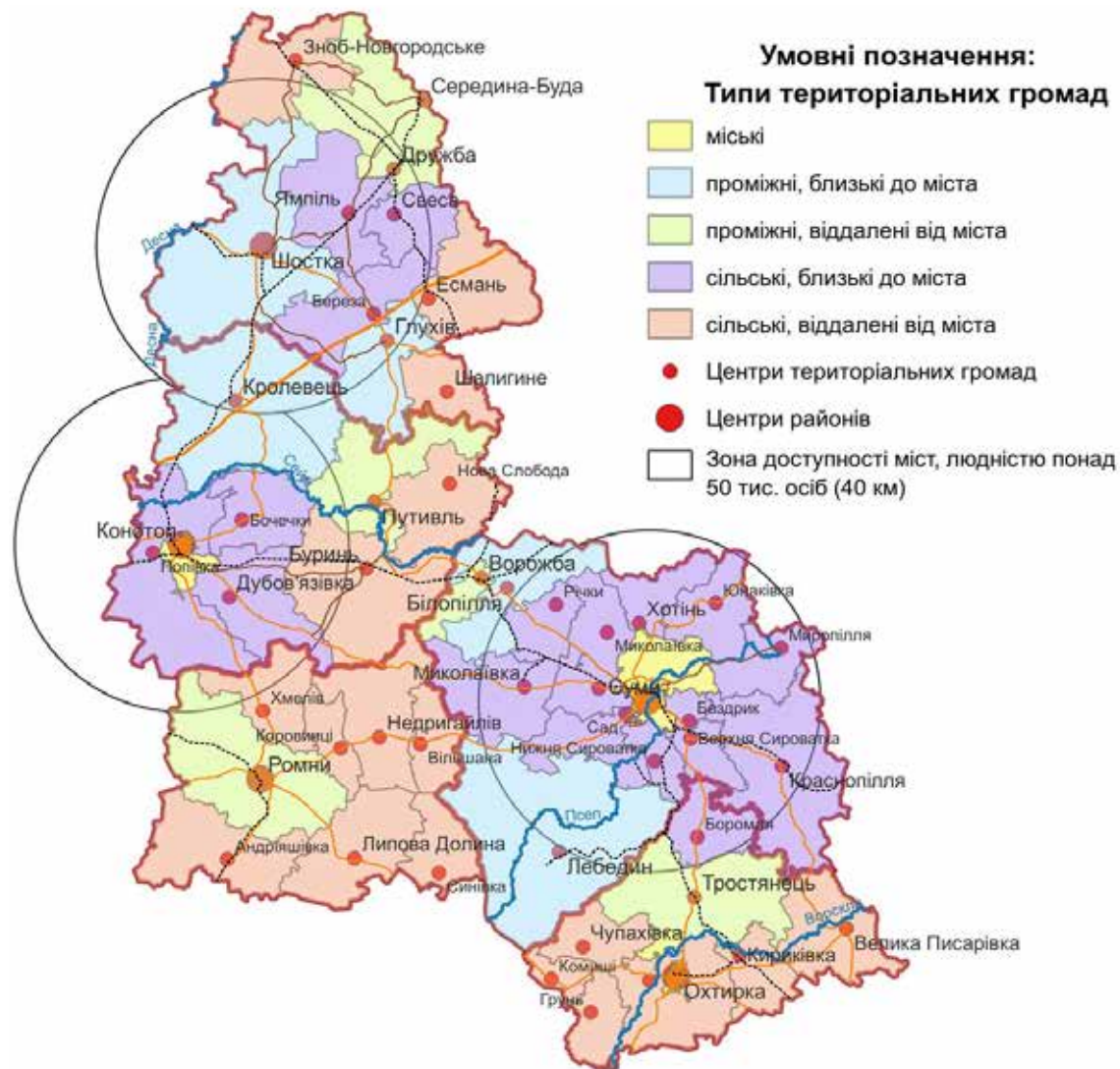
Поза межами 60-хвилинної зони доступності середніх і великих міст в області розміщується п'ять перехідних і 18 сільських територіальних громад. Це майже всі територіальні громади Роменського й Охтирського районів, а також східні, переважно прикордонні громади Конотопського та Шосткинського районів. У проміжних віддалених громадах розміщувалося 211 сільських поселень, у яких мешкало 35,4 тис. осіб. Аналогічні показники для сільських віддалених громад становлять відповідно 500 сіл і селищ та 123,3 тис. осіб. Це найбільш проблемні території Сумської області.

Як уже зазначалося, підходи країн ОЕСР до ідентифікації сільських територій мають дискусійні моменти. Щодо Сумської області, то закономірним є запитання про належність до сільських територій сільських поселень та їхніх мешканців у складі міських і перехідних громад. Загалом у них налічується 564 сільські поселення, у яких проживає майже кожен четвертий сільський мешканець області. Зважаючи на цю особливість, до категорії сільських територій доречно було б віднести всі проміжні громади, за винятком самих міст і сільських поселень, які раніше входили до складу



Побудовано авторами за дж. [16, с. 11]

Рис. 1. Кількість і частка сільського населення Сумської області



Побудовано авторами

Рис. 2. Типи територіальних громад Сумської області за критеріями країн ОЕСР

Таблиця 1

Кількість сільських поселень і сільського населення в розрізі різних функціональних типів територіальних громад

Показники	Усі громади	Функціональний тип територій		
		Міські	Проміжні/ перехідні	Сільські
Кількість територіальних громад за статусом центра, од.				
міських	15	3	11	1
селищних	15	—	—	15
сільських	21	—	—	21
Разом	51	3	11	37
Частка від загальної кількості, %	100,0	5,9	21,6	72,5
Розподіл за громадами різного функціонального типу				
сільських поселень (сіл і селищ)	1 474	33	531	910
сільського населення	378,7	15,4	91,8	271,5
Частка сільських поселень і сільського населення у громадах різного типу, %				
частка сільських поселень від їхньої загальної кількості	100,0	2,2	36,1	61,7
частка сільського населення від загальної кількості	100,0	4,1	24,2	71,7
Пересічна людність сільських поселень (села та колишні смт), осіб	256,9	466,7	172,9	298,3

Обчислено авторами за дж. [14; 16]

відповідних міських рад. Так, до складу Роменської міської ради входило два сільські поселення, Лебединської – три, Сумської – шість. Загалом до міських рад входило 22 сільські поселення, у яких мешкало майже 9 тис. осіб. Ці села максимально інтегровані з відповідними містами. Щільність населення в усіх колишніх міських радах перевищувала 150 осіб/км², що відповідає критеріям міських, а не сільських територій. Якщо використовувати такий підхід, то сільські території охоплювали б 97,3% території Сумської області.

Визначені в дослідженні сільські території у складі 37 громад характеризуються помітними відмінностями в соціально-економічному розвитку. Для їх виявлення було проведено типізацію сільських територіальних громад. Типізація проводилася з використанням клас-терного аналізу. Інформаційну основу становили демографічні (темпи скорочення населення за 2001–2022 рр., частка осіб старших вікових груп, кількість дошкільнят на 1 000 осіб), розселенські (щільність населення, щільність сіл на 100 км², пересічна людність сільських поселень, сальдо міграції на 1 000 осіб) та фінансово-економічні (доходи бюджету громади на одну особу, рівень дотаційності бюджету, індекс податкоспроможності та рівень спроможності громади) показники. Загалом було виділено п'ять типів сільських територій (рис. 3).

Перший тип сформували сільські території 15 громад, які розміщуються переважно в західній та східній (прикордонній) частинах області. На цей тип припадає 45,7% площі, майже 40% поселень і сільських мешканців сільських територіальних громад області. Він характеризується дуже високими темпами знелюднення (майже 45% за 2001–2022 рр.), низькою заселеністю та щільністю поселенської мережі, максимальним міграційним відтоком населення. Водночас громади цього типу мають досить високий рівень спроможності та фінансові показники.

До складу другого типу сільських територій увійшло дев'ять територіальних громад, центрами яких є здебільшого колишні селища міського типу та м. Буринь. Попри це, сільські території другого типу характеризуються максимальними темпами знелюднення, низькою щільністю поселенської мережі та найнижчою людністю сільських поселень (сіл і селищ). Фінансово-економічні показники відповідають пересічним для регіону значенням. Це фактично внутрішня периферія – громади на межі районів, які віддалені від великих і середніх міст.

Третій тип сформували п'ять сільських територіальних громад, у яких мешкає 33,7 тис. осіб. Характерними ознаками цього типу сільських територій є відносно низькі темпи скорочення населення (–27,38%), вища щільність населення та людність сільських поселень. Водночас йому притаманне негативне сальдо міграції та досить низькі показники податкоспроможності. Бездрицька та Садівська територіальні громади безпосередньо межують з обласним центром, що позитивно впливає на їхній розвиток.

До четвертого типу увійшли як периферійні (Свеська, Комишанська, Груньська), так і близькі до

обласного центра (Верхньосироватська та Нижньосироватська) сільські територіальні громади. Загалом у ньому налічується 100 сільських поселень, у яких мешкає майже 40 тис. осіб. Характерними ознаками цього типу сільських територій є відносно низькі темпи скорочення населення, найвищі щільність, людність сільських поселень, позитивне сальдо міграції. Однак сільські громади четвертого типу вирізняються найгіршими фінансовими показниками. Дотаційність бюджетів цих громад утричі перевищує пересічні значення, а індекс податкоспроможності, навпаки, майже вдвічі гірший від аналогічних показників інших типів сільських територій.

П'ятий кластер (тип) сформувала лише одна громада – Миколаївська, центром якої є однойменне село. Головна типоформувальна ознака цього типу громад – найвищі з-поміж сільських територій доходи бюджету, значення індексу податкоспроможності та загального рівня спроможності. Щодо розселенських показників, то варто відзначити мінімальні темпи скорочення населення (лише 5% за 2001–2022 рр.) та найвищу щільність поселенської мережі.

Типізація сільських територіальних громад базувалася на статистичних даних мирного періоду, окрім показника сальдо міграції. В умовах повномасштабної війни з Росією відбуваються значні зміни в перебігу демографічних і міграційних процесів, особливо у прикордонних територіальних громадах. Традиційні проблеми останніх (природне та міграційне скорочення населення, брак робочих місць, низький рівень економічного розвитку) доповнилися безпековими, які стали наслідком військової агресії Росії. Є ймовірність цілковитого відселення сільських мешканців із 5-км зони вздовж державного кордону України із країною-агресором. Попри це, виділені типи сільських територій можуть стати підґрунтям для розроблення окремих заходів регіональної політики для громад з відмінним соціально-економічним профілем. У Стратегії регіонального розвитку Сумської області на 2021–2027 рр. сільські території не розглядаються як самостійні об'єкти регіональної політики, хоча зазначається, що низька заселеність регіону, малолюдність сільських поселень створюють додаткові проблеми для розвитку області, зокрема у сфері надання базових публічних послуг [19, с. 6]. Затверджені на рівні країни та її регіонів стратегії розвитку на період до 2027 р. потребують оновлення. Уже оприлюднено проєкт оновленої Державної стратегії регіонального розвитку на 2021–2027 рр. У ньому враховані останні законодавчі зміни, зокрема щодо визначення нових функціональних типів територій, розроблення стратегій, програм і планів відновлення та розвитку територіальних громад. На часі оновлення Стратегії регіонального розвитку Сумської області на 2021–2027 рр. У ній мають бути відображені заходи з активізації розвитку сільських територій, особливо прикордонних, диференційовані податкові інструменти для різних типів територіальних громад, заходи підтримки сімей (громадян), які змушені переселятися в безпечніші райони й посе-



Побудовано авторами

Рис. 3. Типи сільських територіальних громад Сумської області

лення. На рівні області потрібна чітка модель розвитку сільських територій під час війни та в повоєнний період.

Зрештою, результати проведеного дослідження дозволять аргументовано підійти до визначення в Сумській області територій з особливими потребами. Саме вони заслуговують на підвищену увагу з боку центральних і регіональних органів влади.

Висновки. Сільські території впродовж багатьох років є об'єктами підвищеної уваги для управлінців і практиків як на загальнодержавному, так і на регіональному рівнях. Однак на рівні держави досі відсутні чіткі критерії ідентифікації сільських територій. Адміністративна децентралізація, наслідком якої стало формування громад, створила передумови для вико-

ристання європейських підходів до ідентифікації сільських територій. Ці підходи було протестовано на рівні територіальних громад Сумської області з урахуванням останніх змін у законодавстві України щодо її адміністративного устрою.

Дослідження підтвердило, що наявна практика визначення типу територіальних громад за статусом їхнього центра є не зовсім правильною. Об'єктивнішим є визначення функціонального типу територій на основі показників щільності населення, частки міських/сільських мешканців, транспортної доступності великих і середніх міст, кількісні критерії яких прийняті у країнах ОЕСР. Відповідно до цих критеріїв до категорії сільських територій у Сумській області належить 72,5% громад, у яких мешкає майже 75% сільського населення регіону. Водночас значна частина сільських поселень і сільського населення перебувають у складі міських і перехідних (проміжних) громад. Вони формують сільську складову частину цих громад і за своєю сутністю мали б належати до сільських територій.

Типізація сільських громад, проведена з використанням кластерного аналізу, дозволила виявити як групи територій з подібними характеристиками, так і місцеву мозаїчність. Дві найбільші групи сформували територі-

альні громади, головними ознаками яких є інтенсивне скорочення населення, низька щільність мешканців і поселенської мережі, проте задовільні фінансові індикатори. Це класичні сільські території Сумської області з типовими для них проблемами. Загалом у регіоні склалася досить строката палітра типів сільських територій, у якій важко виявити географічні закономірності. Підтверджено лише очевидну залежність пересічної людності сільських громад від близькості до обласного центра.

Збройна агресія Росії, прикордонний статус Сумщини посилюють негативні тренди розвитку сільських територій області. Така ситуація потребує формування сучасної моделі просторового розвитку регіону, що має знайти відображення в оновленій Стратегії регіонального розвитку Сумської області на 2021–2027 рр. У цій моделі необхідно врахувати реалії сьогодення, імовірні зміни в системах розселення, поселенській мережі, логістиці тощо. Важливо також диференційовано підійти до розроблення заходів регіональної політики щодо розвитку та відновлення територіальних громад області, адже вони мають різний соціально-економічний профіль. Саме в такому контексті варто оцінювати практичну цінність результатів проведеного дослідження.

Література:

1. Сторонянська І.З., Залуцький І.Р. Методичні підходи до виокремлення та ідентифікації сільських територій (у контексті імплементації європейського досвіду). *Економіка України*. 2020. № 11. С. 41–59.
2. Барановський М.О., Барановська О.В. Сільські території в несприятливих умовах. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. Серія «Географічні науки». 2021. № 15. С. 9–16.
3. Герзанич В., Шебештень Е. Сільські території: визначення сутності та змісту. *Геополітика України: історія та сучасність* : збірник наукових праць. 2021. Вип. 1 (26). С. 180–187.
4. Лісовий А.В. Державне регулювання розвитку сільських територій : монографія. Київ : Дія, 2007. 400 с.
5. Павлов О.І. Сільські території України: функціонально-управлінська модель : монографія. Одеса : Астропринт, 2009. 344 с.
6. Прушківський В.Г., Колесников В.І. Теоретичні підходи до визначення сільських територій. *Проблеми економіки*. 2014. № 4. С. 127–132.
7. Dijkstra L., Poelman H. Remote Rural Regions: how the proximity to a city influences the performances of rural regions. *Regional Focus*. 2008. № 1. URL: <https://projects.mcrit.com/foresightlibrary/attachments/Remote%20rural%20regions-%20how%20proximity%20to%20a%20city%20influences%20the%20performances%20of%20rural%20regions.pdf>.
8. Methodological manual on territorial typologies 2018 edition. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/9507230/KS-GQ-18-008-EN-N.pdf>.
9. Regulation (EC) № 1059/2003 of the European Parliament and of the Council of 26 May 2003 on the establishment of a common classification of territorial units for statistics (NUTS). Access current version (01/01/2024). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02003R1059-20240101>.
10. Сторонянська І.З., Патицька Х.О. Методичні підходи до ідентифікації сільських територій: світова практика. *Економіка АПК*. 2020. № 5. С. 97–107.
11. Сільські території в Україні: практика ідентифікації та інструменти розвитку : науково-аналітична доповідь / І.З. Сторонянська та ін. Львів : ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М. Долишнього НАН України», 2021. 137 с.
12. Прокопа І.В. Сільська складову територіальних громад у контексті їх інклюзивного розвитку. *Економіка і прогнозування*. 2022. № 1. С. 124–140.
13. Інформаційна платформа datatowel.in.ua. URL: <https://datatowel.in.ua/>.
14. Інформаційно-аналітична система моніторингу статистичних та адміністративних показників територіальних громад. URL: <http://2022-ias.tdukr.com>.
15. Бюджети територіальних громад України. URL: https://public.tableau.com/app/profile/ulead/viz/_16360623127390/sheet0.
16. Населення Сумської області за 2021 р. Демографічний щорічник. Суми : ГУС у Сумській області, 2022. 180 с.
17. Using trend models for analysis and forecasting basic demographic indicators (case study of Sumy region, Ukraine) / О.Н. Kornus et al. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2023. № 32 (4). P. 787–797.
18. Kluza K. When rural boroughs turn into inner peripheries: a link between their socioeconomic characteristics and distance to large cities. *Regional Studies, Regional Science*. 2020. Vol. 7. № 1. P. 75–91.

References:

1. Storonianska, I.Z., & Zalutskyi, I.R. (2020). *Metodychni pidkhody do vyokremlennia ta identyfikatsii silskykh terytorii (u konteksti implementatsii yevropeiskoho dosvidu)* [Methodical approaches to distinguishing and identifying rural areas (in the context of the implementation of European experience)]. *Ekonomika Ukrainy – Economy of Ukraine*, № 11, pp. 41–59 [in Ukrainian].
2. Baranovskyi, M.O., & Baranovska, O.V. (2021). *Silski terytorii v nespriiatlyvykh umovakh* [Rural areas of Ukraine in unfavourable conditions: approaches to delimitation, features of development]. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu. Seriiia “Heohrafichni nauky” – Scientific Bulletin of Kherson State University. Series “Geographical Sciences”*, № 15, pp. 9–16 [in Ukrainian].
3. Herzanych, V., & Shebeshten, E. (2021). *Silski terytorii: vyznachennia sutnosti ta zmistu* [Rural areas: definition of essence and content]. *Heopolityka Ukrainy: istoriia ta suchasnist – Geopolitics of Ukraine: history and modern times*, Vol. 1 (26), pp. 180–187 [in Ukrainian].
4. Lisovyi, A.V. (2007). *Derzhavne rehuliuвання rozvytku silskykh terytorii: monohrafiia* [State regulation of rural development: a monograph]. K.: Diia, 400 p. [in Ukrainian].
5. Pavlov, O.I. (2009). *Silski terytorii Ukrainy: funktsionalno-upravlinska model: monohrafiia* [Rural areas of Ukraine: functional and administrative model: monograph]. Odesa: Astropynt, 2009. 344 p. [in Ukrainian].
6. Prushkivskiy, V.H., & Kolesnykov, V.I. (2014). *Teoretychni pidkhody do vyznachennia silskykh terytorii* [Theoretical approaches to defining rural areas]. *Problemy ekonomiky – Problems of economy*, № 4, pp. 127–132 [in Ukrainian].
7. Dijkstra, L., Poelman, H. Remote Rural Regions: how the proximity to a city influences the performances of rural regions. *Regional Focus*, 2008, № 1. URL: <https://projects.mcrit.com/foresightlibrary/attachments/Remote%20rural%20regions-%20how%20proximity%20to%20a%20city%20influences%20the%20performances%20of%20rural%20regions.pdf>.
8. *Methodological manual on territorial typologies 2018 edition*. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/9507230/KS-GQ-18-008-EN-N.pdf>.
9. Regulation (EC) № 1059/2003 of the European Parliament and of the Council of 26 May 2003 on the establishment of a common classification of territorial units for statistics (NUTS). Access current version (01/01/2024). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02003R1059-20240101>.
10. Storonianska, I.Z., & Patytska, Kh.O. (2020). *Metodychni pidkhody do identyfikatsii silskykh terytorii: svitova praktyka* [Methodical approaches to the identification of rural areas: world practice]. *Ekonomika APK – Ekonomika APK*, № 5, pp. 97–107 [in Ukrainian].
11. *Silski terytorii v Ukraini: praktyka identyfikatsii ta instrumenty rozvytku*. *Naukovo-analitychna dopovid / I.Z. Storonianska, I.R. Zalutskyi, Kh.O. Patytska* [Rural areas in Ukraine: identification practice and development tools. Scientific and analytical report]. Lviv: DU “Instytut rehionalnykh doslidzhen imeni M. Dolishnoho NAN Ukrainy” – Dolishnyi institute of regional research of NAS of Ukraine, 2021. 137 p. [in Ukrainian].
12. Prokopa, I. (2022). *Silska skladova terytorialnykh hromad u konteksti yikh inkliuzyvnoho rozvytku* [Rural component of territorial communities in the context of their inclusive development]. *Ekonomika i prohnozuvannia – Ekonomika i prohnozuvannia*, №1, pp. 124–140 [in Ukrainian].
13. *Informatsiina platforma datatowel.in.ua* [Information platform datatowel.in.ua]. URL: <https://datatowel.in.ua/> [in Ukrainian].
14. *Informatsiino-analitychna systema monitorynhu statystychnykh ta administratyvnykh pokaznykiv terytorialnykh hromad* [Information and analytical monitoring system of statistical and administrative indicators for territorial communities]. URL: <http://2022-ias.tdukr.com> [in Ukrainian].
15. *Biudzhety terytorialnykh hromad Ukrainy* [Budgets of territorial communities of Ukraine]. URL: https://public.tableau.com/app/profile/ulead/viz/_16360623127390/sheet0 [in Ukrainian].
16. *Naselennia Sumskoi oblasti za 2021 rik. Demohrafichniy shchorichnyk* [Population of Sumy region for 2021. Demographic yearbook]. Sumy: HUS v Sumskii oblasti – MDS in Sumy region 2022. 180 p. [in Ukrainian].
17. Kornus, O.H., Kornus, A.O., Pshenychna, L.V., Skyba, O.O., & Shyshchuk, V.D. (2023). Using trend models for analysis and forecasting basic demographic indicators (case study of Sumy region, Ukraine). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, № 32 (4), pp. 787–797.
18. Kluza, K. (2020). When rural boroughs turn into inner peripheries: a link between their socioeconomic characteristics and distance to large cities. *Regional studies, Regional science*, Vol. 7, № 1, pp. 75–91.
19. *Stratehiia rehionalnoho rozvytku Sumskoi oblasti na 2021–2027 roky* [Regional development strategy of the Sumy region for 2021–2027]. URL: <https://gue.sm.gov.ua/images/docs/strategiya/2027/Strategiya2027.pdf> [in Ukrainian].

ОСОБЛИВОСТІ ПРОСТОРОВОЇ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД: ПРИКЛАД ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Кузишин Андрій Васильович,

доктор географічних наук, професор,
декан географічного факультету

Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка

ORCID ID: 0000-0003-3879-7337

Scopus Author ID: 57212264511

Web of Science Researcher ID: AAF-1840-2019

Поплавська Інна Володимирівна,

кандидат географічних наук, доцент,

доцент кафедри географії України і туризму

Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка

ORCID ID: I-8429-2018

Web of Science Researcher ID: I-8429-2018

Задворний Сергій Ігорович,

кандидат географічних наук, доцент,

доцент кафедри географії України і туризму

Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка

ORCID ID: 0000-0003-3467-3273

Пушкар Богдан Тарасович,

кандидат географічних наук, викладач,

викладач кафедри географії України і туризму

Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка

ORCID ID: 0000-0001-7134-7413

Горошко Артем Артурович,

аспірант кафедри географії України і туризму

Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка

ORCID ID: 0009-0005-8349-5217

У статті досліджено роль просторового планування як важливого інструменту ефективного використання територіальних ресурсів громад на прикладі Тернопільської області. Обґрунтовано, що території відображають відмінний спосіб соціальної та просторової організації, пов'язаний із способами просторового мислення. Території, не будучи природними утвореннями, є результатом соціальних практик і процесів і створюються за визначених умов, щоб служити вибраним цілям. Аналіз території проводиться з позиції місцезонального об'єкту, просторового відношення та взаємодії, за їх просторовою впорядкованістю й організацією. У нашому дослідженні ми хотіли б зосередити увагу на особливостях диференціації територіальних утворень за параметрами їхнього соціально-економічного стану. Здійснено дослідження ключових метричних характеристик, що впливають на функціонування територіальних громад у Тернопільській області. Також здійснено дослідження територіальних громад області за показниками володіння земельними ділянками домогосподарств. На основі означених комплементарних показників проведено групування територіальних громад за показниками функціонального характеру їхніх центрів, площ, якими володіють громади, віддаленістю від районних адміністративних центрів – як показником територіальної доступності, визначено роль таких даних для просторової організації території громад. Загалом відзначено, що проведення реформи місцевого самоврядування й адміністративно-територіального устрою на засадах зміцнення регіонального розвитку, поглиблення децентралізації влади, використання моделі взаємодії у відносинах центральної та місцевої влади є обов'язковим та необхідним для забезпечення розвитку обласних територій.

Ключові слова: Тернопільська область, територіальність, територіальні громади, просторова розосередженість, домогосподарства, земельні ділянки.

Kuzyshyn Andrii, Poplavska Inna, Zadvornyi Serhii, Pushkar Bogdan, Goroshko Artem. Peculiarities of spatial differentiation of territorial communities: the case of Ternopil region

The article analyses the role of spatial planning as an important tool for the efficient use of territorial resources of communities on the example of the Ternopil region. It is substantiated that territories reflect a distinctive way of social and spatial organisation

associated with certain ways of spatial thinking. Territories, not being natural formations, are the result of social practices and processes and are created under certain conditions to serve certain purposes. The analysis of the territory is carried out from the point of view of the location of objects, spatial relations and interactions, their spatial order, and their organisation. In our study, we would like to focus on the peculiarities of differentiating territorial entities by the parameters of their socio-economic status. We have studied the key metric characteristics that affect the functioning of territorial communities in the Ternopil region. The study of territorial communities in the region was also carried out in terms of household land ownership. On the basis of these complementary indicators, the article groups territorial communities by the functional nature of their centres, the area owned by the communities, and the distance from district administrative centres as an indicator of territorial accessibility and determines the role of such data for the spatial organisation of the community territory. In general, it is noted that the reform of local self-government and administrative-territorial structure on the basis of strengthening regional development, deepening decentralisation of power, and the use of a model of interaction between central and local authorities is mandatory and necessary to ensure the development of regional territories.

Key words: Ternopil region, territoriality, territorial communities, spatial dispersion, households, land plots.

Вступ. Успішна організація території громади та добробуту її мешканців залежить насамперед від того, наскільки успішно вона зможе самоорганізуватися, узгодити діяльність своїх членів для досягнення їхніх спільних цілей. Просторове планування є важливим для ефективного використання територіальних ресурсів для громад, територія яких значно оптимізується. Це зробило дієвим реалізацію територіального та земельного потенціалу територіальних громад з урахуванням принципового вирішення розвитку, планування, забудови й іншого використання територій громади, також за межами населених пунктів.

Стюарт Елден припускає, що території відображають відмінний спосіб соціальної та просторової організації, пов'язаний із способами просторового мислення. На його думку, територію можна розглядати як раціоналізацію простору, яка виникла через низку соціальних і політичних практик; а територіальність, дозволяючи класифікацію та диференціацію, є результатом способів уявлення простору. Територія – це щось «сформоване безперервними процесами трансформації, регулювання й управління» [14, с. 17].

Роберт Сак наголошує на інструментальній природі територіальності. Це означає, що територіальність глибоко вкорінена в суспільних відносинах, тому території, не будучи природними утвореннями, є результатом соціальних практик і процесів і створюються за визначених умов, щоб служити вибраним цілям.

Кожна територія відзначається власними властивостями (природні, суспільні, просторові), відношеннями (просторові, положення, функції) та процесами (системоформування, інтеграції, диференціації) [8, с. 4]. Аналіз території проводиться з позиції місцеположення об'єктів, просторового відношення та взаємодії, за їх просторовою впорядкованістю й організацією.

Наявні нині дослідження розкривають питання просторової диференціації за показниками таких просторових проявів, як площі та конфігураційні особливості громад, вплив земельного потенціалу на розвиток територій, особливостей територіально-просторового планування за видами господарювання, механізми трансформації сільських поселень (К. Лі, Х. Гунд, Х. Джу, Лі Кайшут, Л. Ханг [12]). Роль просторової диференціації в межах обласних просторів досліджено у працях А. Кузишина [7; 8]. На прикладі України (зокрема, громад Житомирської області) дослідження просторової диференціації територіальних громад знайшли своє

відображення у працях І. Гринчишин [3], М. Ільїної, Ю. Шпильової [6; 13]. Питання просторової диференціації в системі землекористування Тернопільської області в розрізі територіальних громад вивчалися Б. Заблоцьким [4; 5], Б. Гавришком, П. Дем'янчуком [4], І. Кузиком, І. Чеболою [11].

Матеріали та методи. Адміністративна реформа, яка проходила в Україні, дала поштовх до оцінки тих новоутворених просторових об'єднань, які виникли в сучасних умовах. Нині є потреба здійснення досліджень щодо параметрів функціонування таких територій з метою активізації й актуалізації використання такого простору. У своєму дослідженні ми хотіли б зацентрувати увагу на особливостях диференціації територіальних утворень за параметрами їхнього соціально-економічного стану. Окремо плануємо зупинитися на земельному потенціалі територіальних громад, а точніше, використанні землі домогосподарствами в межах громад. Проблема залучення та використання земельних ресурсів з позиції розуміння їх як капіталу громади, залежно від їхніх просторових характеристик, потребує поглибленого аналізу.

Дослідження проводилось у кілька етапів. На першому етапі здійснено типізацію територіальних громад за рівнем їхньої приналежності до сільських територій і наближеністю до великих міст (обласного та районних центрів). Для цього використано інформацію Державної служби статистики України, Головного управління статистики в Тернопільській області, Пресцентру ініціативи «Децентралізація» та Google Maps для визначення відстані між центром громади й обласним і районним центрами (за основними автомобільними шляхами). На другому етапі було проаналізовано земельне забезпечення територіальних громад у межах Тернопільської області з позиції виявлення закономірностей розподілу площ земельних ділянок, якими володіють домогосподарства. На заключному етапі було проведено групування територіальних громад області за метричними показниками й особливостями забезпечення домогосподарств земельними ділянками.

Метою роботи є виявлення особливостей просторової диференціації територіальних громад за компактністю та характером можливостей їх організації, виходячи з потенційних можливостей території, на прикладі Тернопільської області.

Результати. У межах Тернопільської області було створено 55 територіальних громад, які об'єднувались

у три адміністративні райони. Незважаючи на усталену думку про Тернопільську область як типовий обласний аграрний регіон України, кількість сільських і міських територіальних громад є практично рівною (20 сільських і 19 міських територіальних громад). Ще 16 територіальних громад мають функціональний статус селищних.

У розрізі адміністративних районів області спостерігаються особливості функціональності територіальних громад.

Тернопільський район має найкращі умови для просторової організації території. На нього припадає 44,6% території області. У його межах розосереджено понад 45,4% територіальних громад області. Природно, що тут концентрується основна частка населених пунктів області й основна кількість його населення. На цей адміністративний район припадає основна кількість сільських (10 із 20) і міських (8 із 15) територіальних громад області. Якщо ж оцінювати середні показники розмірів площ територіальних громад, то в районі домінують територіальні громади, площі яких є меншими або відповідають середньому показнику в межах району. Загалом це позитивний тренд, який дозволяє говорити про можливість якісної організації простору громад. Більшими за площею є міські територіальні громади, центри яких у недалекому минулому виконували функції колишніх адміністративних центрів району (Збарзька, Зборівська, Підволочиська, Підгаєцька, Теребовлянська). Водночас менші за площею територіальні громади розташовуються або навколо обласного центру або навколо міст, які відіграють роль центрів організації території (рис. 1).

Чортківський район охоплює південну частину Тернопільської області. Сьогодні в його межах виділяється 22 територіальні громади, які відносно рівномірно розподілені між різними за характером адміністрування населеними пунктами – 7 сільських територіальних громад, 8 селищних територіальних громад і 7 міських територіальних громад. Середній розмір територіальної громади тут практично відповідає показникам Тернопільського району. Щоправда, тут відзначається значна «полярність» із позиції оцінки розмірів самих громад. Тут насамперед представлені територіально малі (13) або великі (7) громади. Як і в Тернопільському районі, великими площами відзначаються насамперед громади, які до 2020 р. мали на своїй території адміністративні центри районів (Борщівська, Бучацька, Заліщицька, Монастирська) або в недалекому минулому виконували такі ж функції (Гримайлівська, Товстенська) (рис. 1). Винятком є Білобожницька територіальна громада, яка має площу майже 270 км² і об'єднує 10 населених пунктів.

Кременецький район відзначається найпростішою територіальною організацією з позиції кількості та характеру наявних територіальних громад. Тут зосереджено 8 територіальних громад. Суттєво домінують міські громади (50% від їх загальної кількості в межах адміністративного району). У межах цього адміністративного району середній показник розміру територі-

альної громади є найбільшим, якщо її порівнювати з іншими адміністративними районами області, та становить 330 км². Традиційно, найбільші площі міських територіальних громад (Кременецька, Лановецька та Шумська) (рис. 1).

У результаті проведеного аналізу первинних даних [9] можна дійти висновку, що наближеність територій до великого міста впливає на площу та кількість населення громади, що об'єднується: чим ближче розташована територіальна громада до міста, тим менше її площа та кількість населення, і навпаки. Це свідчить про те, що наближеність громади до міста більшою мірою визначає її економічну спроможність, ніж кількість населення та площа. Підтвердженням цього є аналіз показників бюджету територіальних громад регіону. У даному контексті є важливим і промовистим показник фіскальної віддачі території, який є співвідношенням доходів загального фонду до території громади, без урахування трансферів (тис. грн/км²). Він вказує на інтенсивність і ефективність господарської діяльності в рамках локальних адміністративно-територіальних одиниць. Поєднання громад, що межують одна з одною, у яких наявні високі показники, свідчить про сформованість геопросторових полюсів соціально-економічного зростання в регіональному масштабі. Так, для прикладу, за даними інформаційно-аналітичної системи U-LEAD із Європою «Бюджети територіальних громад України» [2], за підсумками 4-х кварталів 2023 р., території соціально-економічного зростання формуються навколо міських поселень, які мають статус обласного та районного центрів. У Тернопільській області на основі показника понад 0,4 млн грн виділяється три такі території: 1) навколо Тернопільської міської громади, де найбільша фіскальна віддача території – 17,2 млн грн, включає Білецьку сільську громаду (1,34 млн грн), Байковецьку сільську громаду (1,26 млн грн), Великобірківську селищну громаду (1,13 млн грн), Великогаївську сільську громаду (1,03 млн грн), Великоберезовицьку селищну громаду (0,85 млн грн); 2) Чортківської міської громади (1,88 млн грн), включаючи Копичинецьку міську громаду (0,42 млн грн) і Заводську селищну громаду (0,41 млн грн); 3) Кременецька міська громада з 0,48 млн грн. Найнижчі показники фіскальної віддачі території в Тернопільській області в Саранчуківській (0,09 млн грн) і Нараївській (0,11 млн грн) сільських громадах, що свідчить про відносний депресивний економічний характер території.

Ще один критерій, вартий уваги для оцінки диференціації територіальних громад, – відстань від адміністративного центру району чи обласного центру. Певна річ, у сучасних умовах можна посперечатися на можливості діджиталізації й інтернету загалом, але транспортна доступність і геометричне розташування адміністративних центрів залишаються чинниками правильної організації простору всіх рівнів адміністративних одиниць. Значення цих показників пов'язане з можливістю оперативного реагування на інформаційні й інші запити населення.



Рис. 1. Розподіл територіальних громад Тернопільської області за їхніми площами



Рис. 2. Розподіл територіальних громад Тернопільської області за показниками відстані до районного центру

Мінімальну відстань (до 15-ти км), щоб потрапити із центру громади до центру району, відзначаємо у 12-ти громадах. Найбільша їх кількість розташована в Тернопільському районі (6 одиниць), найменша – 1 – у Кременецькому районі. Приблизно така ж кількість громад (13) відзначаються розташуванням своїх центрів у межах амплітуди відстані 15–30 км. Відзначимо, що розподіл таких громад у межах адміністративних районів є практично рівномірним. Основна кількість громад відзначається розташуванням своїх центрів на відстані понад 30 км. У Тернопільському та Чортківському районах по 13 таких громад. Наголосимо, що максимальна відстань між центром громади та районним центром характерна для Тернопільського району – с. Нараїв – м. Тернопіль – 70 км (рис. 2, табл. 1).

Об'єднаний розподіл територіальних громад водночас за наближеністю до обласного та районного центрів дає змогу проаналізувати соціально-економічні перспективи розвитку громади більш системно та точно, адже за одним із рівнів просторової диференціації громада може належати до наближених, а за іншим – до периферійних, і навпаки. Зрозуміло, що в більш вигідному становищі перебувають громади, наближені до міст за обома рівнями диференціації. Натомість територіальні громади, що належать до периферійних за обома типами, перебувають у гіршій ситуації [6, с. 90].

Цікавим для аналізу функціональності територіальних громад є показник домогосподарств, які володіють

земельними ділянками (табл. 2). Загалом у Тернопільській області налічується майже 193 тис. таких домогосподарств. У середньому одне таке домогосподарство володіє 1,31 га землі. Виходячи з розташування в межах адміністративного району та функціонального статусу громади (сільська, селищна чи міська), можна відстежити суттєві коливання. Традиційно, якщо територіальна громада розташовується на значній відстані від районного центру та має функціональний статус сільської, розміри землеволодінь є більшими (від 1,4 до 2,3 га/домогосподарство). Водночас можна провести групування громад за показниками розмірів ділянок, які припадають на одне домогосподарство.

У результаті проведених статистичних досліджень було сформовано аналітичну узагальнювальну таблицю, яка демонструє розподіл територіальних громад Тернопільської області за показниками віддаленості від адміністративних центрів, площами, якими володіють територіальні громади, та площами земельних ділянок, якими володіють домогосподарства в межах територіальних громад (Табл. 3). Як свідчать дослідження, основна частка громад області відзначається середніми площами, середньою віддаленістю від адміністративних центрів і незначними площами земель у власності одного домогосподарства. Також значною є кількість громад, які володіють значними площами, але розташовані на значних відстанях від адміністративних центрів і водночас відзначаються значними

Таблиця 1

Типізація територіальних громад Тернопільської області за наближеністю до районного центру*

Відстань до районного центру	Кількість ТГ, од.	Частка від загального числа, %	Стандартне відхилення, км	Середнє значення групи, км
Розташовані близько (0–15 км)	12	21,9	4,38	8,4
Середня відстань (15,1–30 км)	13	23,6	4,09	23,7
Суттєва відстань (понад 30,1 км)	30	54,5	8,71	46,2

*розраховано авторами за [9].

Таблиця 2

Показники володіння земельними ділянками в розрізі домогосподарств територіальних громад Тернопільської області*

№	Територіальні громади	Кількість населених пунктів	Площа територіальної громади, кв. км	Кількість домогосподарств, що мають земельні ділянки в користуванні, одиниць	Площа земельних ділянок домогосподарств, га	Середній розмір земельної ділянки домогосподарства, га
1	2	3	4	5	6	7
1	Байковецька	15	161,2	4 414	2 773,6	0,63
2	Бережанська	21	242,5	2 882	3 143,1	1,09
3	Білецька	10	137,6	3 249	2 301,0	0,71
4	Білобожницька	18	269,8	3 759	4 890,9	1,30
5	Більче-Золотецька	7	103,9	1 389	1 575,0	1,13
6	Борсуківська	11	152,1	2 019	2 968,6	1,47
7	Борщівська	26	411,4	6 569	7 624,4	1,16
8	Бучацька	37	524,2	7 470	7 674,9	1,03
9	Васильковецька	9	170,1	2 831	4 623,3	1,63
10	Великобerezовицька	13	202,0	4 405	3 501,8	0,79
11	Великобiрківська	4	65,4	855	1 103,4	1,29
12	Великогаївська	15	142,5	3 555	2 822,4	0,79
13	Великодедеркальська	13	164,6	2 064	2 664,4	1,29
14	Вишнівецька	28	322,4	4 632	7 843,4	1,70
15	Гримайлівська	25	330,9	2 901	4 471,5	1,54
16	Гусятинська	17	245,8	3 163	4 451,4	1,53
17	Заводська	6	90,4	1 306	1 237,9	0,95
18	Заліщицька	30	351,9	6 320	7 744,8	1,22
19	Залозецька	18	247,0	2 592	3 226,2	1,24
20	Збаразька	54	590,8	7 665	10 832,6	1,41
21	Зборівська	53	466,9	4 987	5 874,3	1,18
22	Золотниківська	21	284,2	2 557	3 437,7	1,34
23	Золотопотіцька	15	160,4	3 206	2 882,2	0,90
24	Іване-Пустенська	4	80,4	1 650	2 162,1	1,31
25	Іванівська	5	109,5	1 338	2 067,2	1,54
26	Козівська	36	428,0	5 301	8 277,5	1,55
27	Козлівська	5	95,4	734	1 918,3	2,61
28	Колиндянська	8	155,8	2 468	2 923,3	1,18
29	Копичинецька	12	171,0	9 084	12 306,5	1,35
30	Коропецька	8	87,1	1 111	1 146,9	1,03
31	Кременецька	44	522,9	6 720	9 671,8	1,44
32	Купчинецька	8	97,6	1 110	2 225,3	2,00
33	Лановецька	41	479,0	4 779	6 565,0	1,37
34	Лопушненська	11	143,7	1 730	2 823,1	1,63
35	Мел.-Подільська	22	244,4	4 393	5 381,4	1,22
36	Микулинецька	20	239,4	3 951	5 124,1	1,30
37	Монастирська	40	471,4	5 573	6 158,1	1,10
38	Нагірянська	12	180,9	3 042	2 786,3	0,92
39	Нараївська	18	218,1	2 364	2 235,9	0,95
40	Озернянська	13	126,8	2 581	3 612,3	1,40
41	Підволочиська	23	350,6	3 970	5 293,8	1,33
42	Підгасецька	36	474,9	4 822	6 999,3	1,45
43	Підгороднянська	7	123,7	2 447	2 154,3	0,88

1	2	3	4	5	6	7
44	Почаївська	12	217,2	3 021	4 945,9	1,64
45	Саранчуківська	19	222,2	2 303	2 410,1	1,05
46	Скала-Подільська	15	184,9	2 207	3 029,7	1,37
47	Скалатська	16	224,3	3 083	4 535,9	1,47
48	Скориківська	23	262,8	2 652	6 070,0	2,29
49	Теребовлянська	28	440,7	6 002	7 848,9	1,31
50	Тернопільська	11	166,7	1 238	2 432,9	1,96
51	Товстенська	26	338,8	5 356	5 310,7	0,99
52	Трибухівська	7	118,7	2 258	2 106,2	0,93
53	Хоростківська	10	183,6	2 116	3 831,8	1,81
54	Чортківська	8	151,7	2 808	1 785,6	0,63
55	Шумська	44	632,0	5 855	11 290,2	1,93

* розраховано авторами за [9].

площами земель у власності одного домогосподарства. Територіальні громади, які розташовані поблизу адміністративних центрів, відзначаються невеликими розмірами, але можуть мати середні та значні площі у володінні одного домогосподарства (потенційно такі території можуть змінювати цільове призначення землі та бути «полюсами» росту населених пунктів).

Виникнення територій економічного росту, як і територій економічного занепаду, є наслідком процесів локалізації (дану тезу обґрунтовано в нашому дослідженні, що зазначено в тексті вище).

Територіальна громада, що неспроможна конкурувати за залучення й ефективне використання зовнішнього капіталу, інформації та знань, залишається далеко позаду. Відсталість депресивних територій у сучасних умовах розширено відтворюється, розрив у показниках – це валовий регіональний продукт на мешканця, зайнятості, середньої зарплати та добробуту населення, порівняно з конкурентоспроможними територіями зростає.

Висновки. З урахуванням географічного розташування, економічних і природних умов господарювання, принципово різного досвіду та проміжного результату об'єднання територіальних громад для аналізу результатів реформи вибрано територію Тернопільської області.

55 територіальних громад Тернопільської області потенційно мають умови для якісної організації своєї території. У більшості випадків можна говорити про оптимальні показники площ, функціональності їхніх центрів і територіальної доступності. Ці характеристики формують суттєвий ресурс для того, щоб ідентифікувати існуючі громади як суб'єкти організації простору області.

Пропонуючи просторову типологію територіальних громад Тернопільської області, ми диференціювали їх залежно від віддаленості від районних центрів і обласного центру, площі територіальних громад і показників забезпеченості земельними ділянками домогосподарств в розрізі громад. Відзначимо, що віддаленість

Таблиця 3

Розподіл територіальних громад Тернопільської області за характером поселень і віддаленістю від ключових міст області

Територіальні громади з мінімальними розмірами, мінімальними відстанями між адмін. центрами та районними центрами та незначними площами земель у власності одного домогосподарства	Територіальні громади з мінімальними розмірами, мінімальними відстанями між адмін. центрами та районними центрами та незначними площами земель у власності одного домогосподарства
Байковецька, Білецька, Великоберезовицька, Великобірківська, Великогаївська, Підгороднянська	Заводська, Кременецька, Тернопільська, Микулинецька, Чортківська
Територіальні громади із середніми розмірами, середніми відстанями між адмін. центрами та районними центрами та незначними площами земель у власності одного домогосподарства	Територіальні громади зі значними розмірами, значними відстанями між адмін. центрами та районними центрами та значними площами земель у власності одного домогосподарства
Більче-Золотецька, Бережанська, Борсуківська, Васильковецька, Великодержальська, Вишнівецька, Гусятинська, Залозецька, Збарзька, Зборівська, Золотниківська, Іванівська, Козівська, Монастирська, Нагірянська, Озернянська, Підволочиська, Підгаєцька, Почаївська, Теребовлянська, Трибухівська, Саранчуківська, Хоростківська	Білобожницька, Борщівська, Бучацька, Гримайлівська, Заліщицька, Золотопотіцька, Лановецька, Козлівська, Колиндянська, Копичинецька, Купчинецька, Лопушненська, Скала-Подільська, Скориківська, Товстенська, Шумська
Територіальні громади із середніми розмірами, значними відстанями між адмін. центрами та районними центрами та незначними площами земель у власності одного домогосподарства	Територіальні громади з незначними розмірами, значними відстанями між адмін. центрами та районними центрами та незначними площами земель у власності одного домогосподарства
Нараївська, Коропецька	Іване-Пустенська

від адміністративних центрів пов'язана з їхньою площею – чим ближче територіальна одиниця розташована до міста, тим менша її площа та чисельність населення, і навпаки. Близькість громади до міста визначає її економічну спроможність набагато більше, ніж чисельність населення та площа.

Локалізаційна складова частина, як свідчить пророблене дослідження, досить часто може слугувати умовою як для виникнення територій економічного зростання, так і для формування територій економічного занепаду. Підтвердженням цьому є зіставність економічних показ-

ників діяльності громад Тернопільської області. У найближчій перспективі це може змінити «карту громад» цього обласного регіону, адже територіальні громади, які демонструватимуть суттєву «амплітуду» у показниках валового регіонального продукту в розрахунку на одного мешканця, негативні тенденції за рівнем середньої заробітної плати та рівнем добробуту населення, неспроможністю забезпечення місцевих кваліфікованих ресурсів постійним місце прикладення праці, сформують чітке розуміння депресивних територій і потреби у зміні їхньої просторової організації.

Література:

1. Адміністративно-територіальний устрій України: методологічні основи та практика реформування : монографія / ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М.І. Долишнього НАН України» ; наук. ред. В.С. Кравців. Львів, 2016. 264 с.
2. Бюджети територіальних громад України. URL: https://public.tableau.com/app/profile/ulead/viz/_16360623127390/sheet0.
3. Гринчишин І.М. Соціально-економічна диференціація територіальних громад в контексті формування нової парадигми регіонального розвитку. *Економіка та суспільство*. 2020. № 22. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2020-22-61>.
4. Облік площ земель сільськогосподарського призначення територіальних громад Тернопільської області: джерела, повнота та репрезентативність інформації / Б.В. Заблоцький та ін. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Серія «Географія». 2022. № 2. С. 76–83. <https://doi.org/10.25128/2519-4577.22.2.10>.
5. Заблоцький Б.В. Проблеми обліку кількості земель територіальних громад Тернопільської області. *Вісник Тернопільського відділу Українського географічного товариства*. Тернопіль : СМП «Тайп», 2021. № 5 (вип. 5). С. 22–25.
6. Ільїна М.В., Шпильова Ю.Б. Просторова диференціація об'єднаних територіальних громад на прикладі Житомирської області. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Серія «Міжнародні економічні відносини та світове господарство». 2018. Випуск 21. Частина 1. С. 88–92.
7. Кузишин А.В. Регіональний вимір соціально-політичних процесів: теорія, методологія та практика суспільно-географічного дослідження : автореф. дис. ... докт. географ. наук : 11.00.02. Тернопіль, 2021. 40 с.
8. Кузишин А.В. Простір та особливості його вивчення в суспільних науках здобувачами вищої освіти. *Досвід та вдосконалення якості практичної підготовки: постковідні та мілітарні виклики* : матеріали Міжфакультетського навчально-методичного семінару. Тернопіль : Вектор, 2023. С. 3–5.
9. Перелік громад Тернопільської області. URL: <https://decentralization.gov.ua/areas/0352>.
10. Про визначення адміністративних центрів та затвердження територій територіальних громад Тернопільської області : розпорядження Кабінету Міністрів України від 12 червня 2020 р. № 724-р. Лист Тернопільської обласної державної адміністрації від 16 грудня 2020 р. № 04–8690/42. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-viznachennya-administrativnih-a724r>.
11. Чеболда І.Ю., Кузик І.Р. Порівняльна характеристика структури землекористування територіальних громад різних типів. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна*. Серія «Екологія». 2022. Вип. 26. С. 75–88. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2022-26-07>.
12. Spatial Differentiation Characteristics and Driving Mechanism of Rural Settlements Transformation in the Metropolis: A Case Study of Pudong District, Shanghai / K. Li et al. *Front. Environ. Sci.* 2021. Volume 9. DOI: 10.3389/fenvs.2021.755207.
13. Іліна Марія В., Шпильова Юлія В. Comprehensive spatial differentiation of territorial communities: case of Zhytomyr region. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна*. Серія «Геологія. Географія. Екологія». 2021. Випуск 55. С. 174–186.
14. Elden S. How should we do the history of territory. *Territory, Politics, Governance*. 2013. № 1 (1). P. 5–20.

References:

1. Administrativno-terytorialnyj ustrij Ukrayiny : metodologichni osnovy ta praktyka reformuvannya : monografiya (2016) [Administrative and territorial structure of Ukraine: methodological foundations and practice of reforming : monograph] / M.I. Dolishnyi Institute for Regional Studies of the National Academy of Sciences of Ukraine; scientific editor V.S. Kravtsiv. L'viv, 264 p. [in Ukraine].
2. Budgets of territorial communities of Ukraine. Retrieved from: https://public.tableau.com/app/profile/ulead/viz/_16360623127390/sheet0.
3. Grynchyshyn, I.M. (2020). Social'no-ekonomichna dy'ferenciacya tery'torial'ny'h gromad v konteksti formuvannya novoyi parady'gmy' regional'nogo rozvy'tku [Socio-economic differentiation of territorial communities in the context of forming the new regional development paradigm]. *Economy and Society*, (22). doi.org/10.32782/2524-0072/2020-22-61 [in Ukraine].

4. Zablotskyi, B.V., Havryshok, B.B., Demianchuk, P.M. (2022). Oblik ploshh zemel silskogospodarskogo pryznachennya terytorialnyh gromad Ternopilskoyi oblasti: dzherela, povnota ta reprezentatyvnist' informaciyi. [Accounting of agricultural land areas of territorial communities of ternopil region: sources, completeness and representativeness]. *The Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series "Geography"*. № 2. P. 76–83. <https://doi.org/10.25128/2519-4577.22.2.10> [in Ukraine].
5. Zablotskyi, B.V. (2021). Problemy obliku kilkosti zemel terytorialnyh gromad Ternopilskoyi oblasti [Problems of accounting for the amount of land of territorial communities in Ternopil region]. *Visnyk of the Ternopil Branch of the Ukrainian Geographical Society*. Ternopil : SMP "Tayp". № 5 (vol. 5). P. 22–25 [in Ukraine].
6. Ilina, M.V., Shpyliova, Yu.B. (2018). Prostorova dyferenciacya obyednanyh terytorialnyh gromad na prykladi Zhytomirskoyi oblasti [Spatial differentiation of united territorial communities on example of zhytomir region]. *Uzhhorod National University Herald. Series "International Economic Relations and World Economy"*. 2018, Volume 21, part 1, pp. 88–92 [in Ukraine].
7. Kuzyshyn, A.V. (2021). Regionalnyj vymir socialno-politychnykh procesiv: teoriya, metodologiya ta praktyka suspilno-geografichnogo doslidzhennya [Regional dimension of socio-political processes: theory, methodology and practice of socio-geographical research]. Avtoref. dys. ... dokt. heohr. nauk: 11.00.02. Ternopil, 2021, 40 p. [in Ukraine].
8. Kuzyshyn, A.V. (2023). Prostir ta osoblyvosti jogo vyvchennya v suspilnykh naukakh zdobuvachamy vyshchoyi osvity [Space and the peculiarities of its study in the social sciences by students of higher education] Experience and Improvement of the Quality of Practical Training: Post-Covid and Military Challenges: Materials of the inter-faculty educational and methodological seminar. Ternopil: Vector, 2023, pp. 3–5 [in Ukraine].
9. Perelik gromad Ternopilskoyi oblasti [List of communities in Ternopil region]. URL: <https://decentralization.gov.ua/areas/0352>.
10. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of June 12, 2020 № 724-p "Pro vyznachennya administratyvnyy centriv ta zatverdzhennya terytorij terytorialnyh gromad Ternopilskoyi oblasti". Letter of the Ternopil Regional State Administration dated December 16, 2020 № 04–8690/42 [On determination of administrative centers and approval of territories of territorial communities of Ternopil region]. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-viznachennya-administrativnih-a724r> [in Ukraine].
11. Chebolda, I.Y., & Kuzyk, I.R. (2022). Porivnyalna xarakterystyka struktury zemlekorystuvannya terytorialnykh gromad riznykh typiv. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University, Series "Ecology"*, (26), p. 75–88. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2022-26-07> [in Ukraine].
12. Li, K., Geng, H., Yue, L., Li, Kais, Huang, L. (2021). Spatial Differentiation Characteristics and Driving Mechanism of Rural Settlements Transformation in the Metropolis: A Case Study of Pudong District. *Shanghai. Front. Environ. Sci.* Volume 9. DOI: 10.3389/fenvs.2021.755207.
13. Ilina, Maria V., Shpyliova, Yulia B. (2021). Comprehensive spatial differentiation of territorial communities: case of Zhytomir region. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*, (55), 174–186. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-55-13>.
14. Elden, S. (2013). How should we do the history of territory. *Territory, Politics, Governance*, 1 (1), 5–20.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ТУРИЗМУ У ПРИФРОНТОВИХ ГРОМАДАХ УКРАЇНИ

Рейманн Март,

PhD (географічні науки),
науковий співробітник центру ландшафту і культури
Талліннського університету
ORCID ID: 0009-0006-0914-5419
Scopus Author ID: 37662094200

Корнус Олеся Григорівна,

кандидат географічних наук, доцент,
завідувач кафедри загальної та регіональної географії
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0000-0001-7469-7291
Scopus Author ID: 57198491514
Web of Science Researcher ID: L-7902-2018

Пацюк Вікторія Сергіївна,

кандидат географічних наук, доцент,
докторант, доцент кафедри туризму та економіки
Криворізького державного педагогічного університету
ORCID ID: 0000-0002-0401-2573
Web of Science Researcher ID: E-4220-2019

Венгерська Наталя Сергіївна,

кандидат економічних наук,
доцент кафедри міжнародної економіки, природних ресурсів
та економіки міжнародного туризму
Запорізького національного університету
ORCID ID: 0000-0001-8171-820

Корнус Анатолій Олександрович,

кандидат географічних наук, доцент,
доцент кафедри загальної та регіональної географії
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0000-0002-5924-7812
Scopus Author ID: 57198508125
Web of Science Researcher ID: O-6053-2015

Стаття присвячена з'ясуванню перспектив розвитку сільського туризму у прифронтових громадах України в повоєнний час. За результатами анкетування власників туристичного бізнесу, працівників закладів туристичної інфраструктури й атракцій, членів громадських організацій туристичного спрямування та чиновників виконавчої влади, яка координує туристичну діяльність на прифронтових територіях України (Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Сумська та Харківська), з'ясовано основні напрями функціонування сільського туризму. Анкета містила 25 запитань закритого та відкритого типу з використанням інструменту Google-form щодо різних напрямів діяльності туристичного бізнесу та його локації (міська або сільська місцевість). Запитання анкети передбачали з'ясування рівня залученості респондентів до сільського туризму до війни, виявлення їхньої думки щодо видів туризму, які будуть мати попит у їхній громаді після завершення військових дій, перспектив розвитку сільського туризму у прифронтових населених пунктах після закінчення війни. Установлено, що 52,1% респондентів вважають, що сільський туризм як різновид туризму не буде мати попиту після завершення війни. Неперспективним (понад 50% відповідей) сільський туризм вважають опитані із Дніпропетровської та Харківської областей. Лише на думку респондентів із Сумської області, сільський туризм буде мати попит після війни, хоча і в цьому регіоні оптимістами є лише відносна більшість (44,8%) опитаних. У порівняльно-географічному аспекті (міські та сільські жителі) сільський туризм не вважають перспективним після завершення військових дій 67,5% опитаних містян Дніпропетровської області, 63,6% – Запорізької, 60% – Сумської, 66,7% – Харківської, 46,7% – Донецької областей. У сільській місцевості зазначених регіонів перспективним сільський туризм вважають значно більше респондентів (40% опитаних із Дніпропетровської, 33,3% – з Донецької, 75% – із Запорізької, 66,7% – із Сумської, 61,5% – з Харківської областей).

Ключові слова: соціологічне опитування, прифронтові громади, сільський туризм, перспективи розвитку, територіальні громади.

Reimann Mart, Kornus Olesia, Patsiuk Viktoriia, Venherska Natalia, Kornus Anatolii. Prospects for the Development of Rural Tourism in the Frontline Communities of Ukraine

The article is devoted to clarifying the prospects for the development of rural tourism in the frontline communities of Ukraine in the postwar period. According to the results of the questionnaire survey of tourism business owners, employees of tourist infrastructure and attractions, members public organizations of tourism direction and officials of the executive power coordinating tourism activities in the frontline territories of Ukraine (Dnipropetrovsk, Donetsk, Zaporizhzhya, Sumy and Kharkiv), the main directions of activity and prospects for the development of rural tourism were found out. The questionnaire included 25 closed and open-ended questions with the use of Google-form tool concerning different directions of tourism business activity and its location (urban or rural areas). The questions of the questionnaire provided for finding out the level of respondents' involvement in rural tourism before the war, revealing their opinion on the types of tourism that will be in demand in their community after the end of hostilities, and the prospects for the development of rural tourism in frontline communities after the end of the war. It was found that 52,1% of respondents believe that rural tourism as a type of tourism will not be in demand after the end of the war. Respondents from Dnipropetrovsk and Kharkiv regions consider rural tourism as unpromising (more than 50% of answers). Only respondents from Sumy region believe that rural tourism will be in demand after the war, although even in this region only a relative majority (44,8%) of respondents are optimists. From a comparative geographical perspective (urban and rural residents) 67,5% of respondents from Dnipro region, 63,6% from Zaporizhzhia region, 60% from Sumy region, 66,7% from Kharkiv region, and 46,7% from Donetsk region rural tourism is not considered promising after the end of hostilities. In the rural areas of these regions, significantly more respondents consider rural tourism to be promising (40% of respondents from Dnipropetrovsk, 33,3% from Donetsk, 75% from Zaporizhzhya, 66,7% from Sumy, and 61,5% from Kharkiv regions).

Key words: sociological survey, frontline communities, rural tourism, development prospects, cluster cooperation.

Вступ. Вторгнення Росії в Україну завдало значної шкоди всім сферам економічної діяльності. Туризм не став винятком, навіть більше, ця галузь максимально відчувала весь спектр негативних наслідків військових дій, що проявилися й у руйнуванні туристичних локацій, і у зменшенні та переспрямуванні туристичних потоків, у різкому зниженні платоспроможності населенні. У довоєнний час в Україні активно розвивалися практично всі види туризму, зокрема і сільський (зелений) туризм. Його розвитку активно сприяла підтримка спеціальних програм, наприклад: Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 р., програм Європейської федерації фермерського та сільського туризму "EuroGites", Міжнародного фонду «Відродження», фонду «Євразія», програми підтримки аграрного і сільського розвитку від Агентства США з міжнародного розвитку (USAID), програми ERASMUS+ «Диверсифікація сільського туризму через збалансованість та креативність: поширення європейського досвіду в Україні»; активна діяльність громадських організацій, зокрема Спільки сільського зеленого туризму України.

Формуванню туристського бізнес-середовища в сільській місцевості сприяло впровадження низки нормативних документів, серед яких Національний стандарт України ДСТУ 9105:2021 «Туристичні послуги. Сільський туризм. Загальні вимоги. Класифікація засобів розміщення» [1], розроблення Програми добровільної категоризації у сфері сільського зеленого туризму «Українська гостинна садиба» [2], поява кількох законопроектів, спрямованих на створення законодавчої бази щодо функціонування сільського туризму: законопроект № 2232-а «Про внесення змін до Закону України «Про особисте селянське господарство» щодо розвитку сільського зеленого туризму» [3], законопроект № 7400 «Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо оподаткування доходів, отрима-

них у сфері сільського зеленого туризму» [4], проекту закону України № 5206 «Про сільський та сільський зелений туризм» [5].

Варто зазначити, що для багатьох регіонів України розвиток сільського туризму мав особливе значення для регіональної економіки та наповнення місцевих бюджетів завдяки активізації діяльності торгівлі, готельно-ресторанної справи, сільського господарства, будівництва, транспорту та зв'язку в сільській місцевості тощо. Це сприяло зайнятості населення та покращувало соціально-економічну ситуацію в селах.

Зрозуміло, що після початку повномасштабного російського вторгнення сільський туризм у прифронтових територіях зазнав значних змін. У багатьох громадах він припинив своє існування, а працівники сфери туризму змінили вид своєї діяльності, зайнявшись, наприклад, волонтерством. Водночас досвід інших країн, де відбувалися військові дії, вказує на активний розвиток туризму (сільського також) у повоєнний час, що стало значним економічним підґрунтям для розвитку економіки та залучення інвестицій, зростання реальних доходів населення [6–9].

Аналіз наукових публікацій з окресленої тематики, наприклад, огляд розвитку сільського туризму на початку XXI ст., зроблений B. Lane et al. [10], показав, що цей туристичний сегмент загалом є актуальним. Особливо це стосується країн, де через високий рівень урбанізації багато мешканців міст прагнуть відпочинку подаль «від цивілізації». Підтвердження цього знаходимо і в роботі Lu Tang [11], де описано розвиток сільського туризму в Китаї в останні десятиліття. Політика та реалізація сільського туризму в Кореї й інших країнах Східної Азії обґрунтовані в публікації J.-O. Lee та K.J. Thomson [12]. У науковій роботі Y.A. Hilman [13] досліджено можливості трьох сіл в окрузі Понорого (провінція Східна Ява в Індонезії), які обрані як райони розвитку сільського туризму.

Численні наукові публікації висвітлюють розвиток сільського туризму у країнах Європи, наприклад розвиток туристичних послуг на фермах в Англії й Уельсі розкрито у статті N. Walford [14]. Активно розглядаються кейси становлення сільського туризму та його відновлення в посткоронавірусний період [15; 16].

Особливо цінним для України є вивчення досвіду Балканських країн, чії території також зазнали військового втручання. Проблеми та зміни в сільському туризмі Словенії проаналізовано й узагальнено в роботі A. Verbole [17]. Розвиток і переваги сільського туризму для відновлення сільських територій Хорватії описано у статті I. Grgić et al. [18]. Потенціал сільського туризму в розвитку сільських територій в Албанії проаналізовано в роботі H. Nagy et al. [7]. Тут багато депресивних регіонів стають нині територіями для розвитку сільського туризму. На думку цих авторів, саме розвиток сільського туризму на цих територіях створить мотивацію для місцевих жителів залишатися на своїй землі, загалом сприятиме збалансованому розвитку всіх регіонів Албанії.

Матеріали та методи. Ця публікація висвітлює результати репрезентативного дослідження, проведеного з використанням методу анкетування власників туристичного бізнесу, працівників закладів туристичної інфраструктури й атракцій, членів громадських організацій туристичного спрямування та представників виконавчої влади, яка координує туристичну діяльність на прифронтових територіях України. Анкета містила 25 запитань закритого та відкритого типу щодо різних напрямів діяльності туристичного бізнесу та локації туристичного бізнесу (міська та сільська місцевість) з використанням інструменту Google-form.

Загальна чисельність вибірки становила 144 особи з 5 регіонів України: Дніпропетровська область – 45 (31,3%), Донецька – 18 (12,5%), Запорізька – 15 (10,4%), Сумська – 29 (20,1%), Харківська – 37 (25,7%) осіб. Статистичну обробку результатів анкетування виконано за

допомогою комп'ютерних пакетів аналізу даних Microsoft Excel 2019 та SPSS Statistics 21.0.

Результати. Як зазначалося вище, до війни в Україні сільський туризм активно розвивався в усіх регіонах. Відповідно, кожен регіон мав базу для розвитку цього виду туризму. Під час війни й окупації окремих регіонів України постало питання функціонування сільських садиб та, власне, самої туристичної діяльності на цих територіях. Під час підготовки анкетування до опитувальника було включено питання про основні види туризму, які практикувались у громадах до початку військових дій. Як результат, 25,7% респондентів зазначили, що вони практикували сільський туризм.

Окрема вибірка за досліджуваними регіонами показала, що до початку війни у Дніпропетровській області лише 15,6% підприємців займалися сільським туризмом, у Донецькій області цей показник становив 38,9%, у Запорізькій – 40%. На Сумщині 20,7%, а в Харківській області 29,7% респондентів вказали на свою діяльність у сільському туризмі в довоєнний час.

Одним із питань анкетування було з'ясування думки респондентів щодо тих видів туризму, які будуть мати попит у їхній громаді після завершення військових дій. Серед них було зазначено й сільський туризм. Установлено, що 52,1% респондентів вважають сільський туризм таким, що не буде мати попиту після завершення війни, натомість перспективним його вважають 29,1% респондентів, а решта – не змогли визначитися з думкою щодо перспективності сільського туризму (рис. 1). Дані результати значно суперечать європейським тенденціям.

У географічному аспекті найбільш перспективним сільський туризм вважають респонденти із Сумської області – 44,8% опитаних, а найбільш неперспективним (понад 50% опитаних) сільський туризм вважають представники Дніпропетровської та Харківської областей.

Якщо проаналізувати відповіді на запитання «Як Ви вважаєте, сільський туризм буде мати попит у Вашій гро-

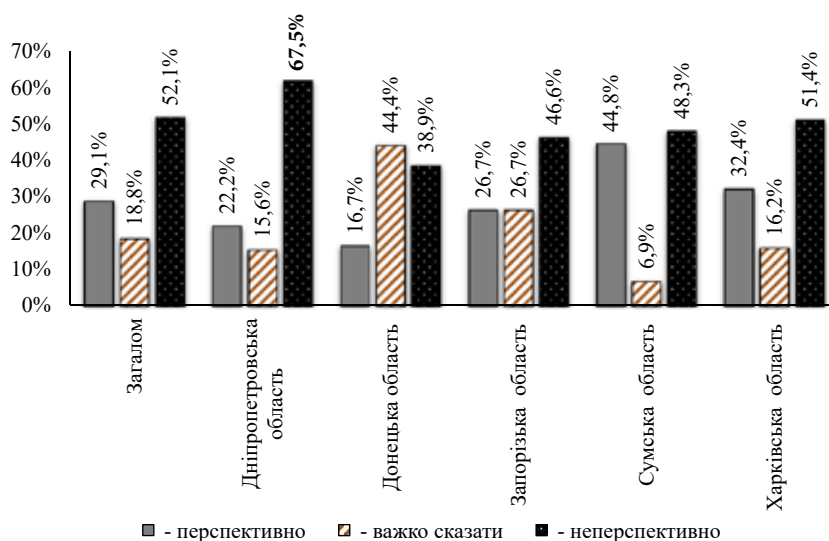


Рис. 1. Попит на сільський туризм у прифронтових громадах після завершення військових дій (укладено за результатами анкетування)

маді після завершення військових дій?» за місцем проживання респондентів, то неперспективним його вважають 62,7% представників міської місцевості, натомість 58,8% опитаних із сільської місцевості мають протилежну думку, що є закономірним з огляду на те, що саме мешканці сільських громад зацікавлені у становленні даного туристичного напрямку. У географічному аспекті сільський вид туризму не вважають перспективним після завершення військових дій 67,5% опитаних містян Дніпропетровської області, 63,6% Запорізької, 60% Сумської, 66,7% Харківської, 46,7% Донецької областей (табл. 1). У сільській місцевості зазначених регіонів перспективним сільський туризм вважають значно більше респондентів (40% опитаних із Дніпропетровської, 33,3% з Донецької, 75% із Запорізької, 66,7% із Сумської та 61,5% із Харківської областей).

Одним із завдань анкетування було встановлення думки різних категорій фахівців туристичної сфери (екскурсоводи, представники закладів громадського харчування, готельного бізнесу тощо) щодо розвитку сільського туризму після завершення військових дій.

Установлено, що у Дніпропетровській області як перспективний сільський туризм розцінюють 100% респондентів-екскурсоводів і 60% представників туристичної інфраструктури (закладів розміщення, харчування тощо). Однак 100% опитаних представників закладів вищої освіти вважають сільський туризм у майбутньому неперспективним. Так само неперспективним після закінчення військових дій цей вид туризму визнали 67,9% опитаних представників туристичного бізнесу (туроператори, турагенти, підприємці тощо) та 66,7% працівників закладів туристичної атракції (музеїв, розважальних закладів тощо). Загалом лише 22,2% опитаних мешканців Дніпропетровщини вважають, що такий вид туризму, як сільський, буде мати попит після війни.

У Донецькій області сільський туризм назвали перспективним 100% опитаних представників туристичного бізнесу, натомість неперспективним цей вид туризму вважають науково-педагогічні працівники (100% опитаних) та представники закладів туристичної атракції та громадських організацій (75%). Загалом, лише 16,7% респондентів із Донецької області вважають, що сільський туризм потрібно розвивати, бо він буде мати попит після завершення війни.

Перспективним сільський туризм у Запорізькій області визначили 50% опитаних представників громад-

ських організацій і клубів туристичного спрямування. Тоді як по 66,7% опитаних представників туристичної інфраструктури, туристичного бізнесу, а також 50% опитаних представників освіти та/або науки визначили даний вид туризму неперспективним після завершення військових дій у Запорізькій області.

Серед мешканців Сумської області як перспективний даний туристичний напрям визначили 66,7% опитаних представників громадських організацій і клубів туристичного спрямування, 60% опитаних структурних підрозділів виконавчої влади, що координують туристичну діяльність, та 50% респондентів, які представляли заклади туристичної атракції. Неперспективним розвиток сільського туризму у своїй громаді в Сумській області визнали 66,7% представників туристичної інфраструктури та 55,6% представників туристичного бізнесу.

У Харківській області перспективним сільський туризм визначили 66,7% опитаних представників туристичної інфраструктури, натомість 75% опитаних представників освіти та/або науки, 60% представників закладів туристичної атракції та 58,8% працівників туристичного бізнесу визначили даний вид туризму неперспективним після завершення військових дій у своїй громаді.

Загалом за всіма дослідженими регіонами неперспективним сільський туризм визначили 61,7% опитаних представників туристичного бізнесу (туроператори, турагенти, підприємці тощо), що є тривожним сигналом, оскільки може негативно відобразитись на подальших інвестиціях у цю сферу. Несподіваним виявилось й те, що 71,4% науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти також скептично ставляться до даного туристичного напрямку. Імовірно, це відіб'ється на освітньому процесі, під час якого потенціал сільського туризму України як перспективного середовища для формування туристичних потоків буде висвітлюватися неналежно.

Висновки. Думка про неперспективність розвитку сільського туризму, діагностована у процесі опитування в більшій частині представників туріндустрії прифронтових громад, є надзвичайно тривожною, адже цей вид туризму відкриває можливості для розвитку цих громад України в повоєнний час. Навіть більше, завдяки унікальності національного колориту сільський туризм може бути стимулом для відвідування сільських територій навіть закордонними туристами, звісно, за умови

Таблиця 1

Оцінка перспективності сільського туризму у прифронтових громадах після війни

Область	Неперспективно		Важко сказати		Перспективно	
	міське населення	сільське населення	міське населення	сільське населення	міське населення	сільське населення
Дніпропетровська	67,5%	20%	12,5%	40%	20%	40%
Донецька	46,7%	–	40%	66,7%	13,3%	33,3%
Запорізька	63,6%	–	27,3%	25%	9,1%	75%
Сумська	60%	22,2%	5%	11,1%	35%	66,7%
Харківська	66,7%	23,1%	16,7%	15,4%	16,7%	61,5%

промоції цими територіями своїх природних і культурно-історичних ресурсів і забезпечення необхідної інфраструктурної складової частини.

Розвиток туристичної сфери є запорукою диверсифікації економіки сільських територій та зайнятості сільського населення. Стійкість туризму в сільських районах буде успішною лише тоді, коли буде ухвалено та реалізовано комплексну інклюзивну стратегію планування, засновану на комплексному підході, за участю багатьох зацікавлених сторін. Результати дослідження показали необхідність донесення до міс-

цевого бізнесу потреби в розвитку цього виду діяльності, можливостей, які існують для організації успішної роботи та забезпечення довгострокової стабільності в туризмі. На нашу думку, після перемоги України та її відбудови сільський туризм відіграватиме важливу роль у соціально-економічному розвитку прифронтових громад.

Робота виконана в рамках естонсько-українського науково-дослідницького проєкту «Розвиток українських прифронтових громад і туристичного бізнесу в умовах війни та стратегії на майбутнє».

Література:

1. Національний стандарт України ДСТУ 9105:2021 «Туристичні послуги. Сільський туризм. Загальні вимоги. Класифікація засобів розміщення». URL: <https://nto.ua/assets/files/ntou-standard-9105-2021-ruraltourism.pdf>.
2. Оновлена програма добровільної категоризації у сфері сільського зеленого туризму «Українська гостинна садиба» / ГО «Спілка сільського зеленого туризму України». URL: https://www.greentour.com.ua/posluga/programm_category.
3. Про внесення змін до Закону України «Про особисте селянське господарство» щодо розвитку сільського зеленого туризму : проєкт закону від 02.07.2015 р. № 2232-а URL: https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=55828.
4. Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо оподаткування доходів, отриманих у сфері сільського зеленого туризму : проєкт закону від 14.12.2017 р. № 7400. URL: https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=63151.
5. Про сільський та сільський зелений туризм : проєкт закону від 05.03.2021 р. № 5206. URL: https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=71321.
6. Розвиток туристичного бізнесу прифронтових громад в умовах війни: зарубіжний та український досвід / М. Рейманн та ін. *Регіональна економіка*. 2023. № 1. С. 105–113. DOI: 10.36818/1562-0905-2023-1-12.
7. The potentials of rural tourism in developing rural areas in Albania / H. Nagy et al. *Deturope*. 2017. № 9 (3). P. 188–206. DOI: 10.32725/det.2017.029.
8. Skuric N. Development of tourism in Croatia as a new tourist destination compared to tourism development in select post-communist countries : Thesis. Rochester Institute of Technology, 1999. URL: <https://scholarworks.rit.edu/cgi/view-content.cgi?article=1513&context=theses>.
9. Hall D.R. Tourism as sustainable development? The Albanian experience of “transition”. *International Journal of Tourism Research*. 2000. № 2 (1). P. 31–46. DOI: 10.1002/(SICI)1522-1970(200001/02)2:13.0.CO;2-W.
10. Rural Tourism and Sustainability : A Special Issue / B. Lane et al. *Review and Update for the Opening Years of the Twenty-First Century*. Sustainability, 2022. № 14. P. 6070. DOI: 10.3390/su14106070.
11. Tang Lu. The Overview of the Origin and Research of Rural Tourism Development. *7th International Conference on Management, Education and Information (MEICI 2017)*. Advances in Intelligent Systems Research. Vol. 156. P. 448–452.
12. Lee J.-O., Thomson K.J. The Promotion of Rural Tourism in Korea and Other East Asia Countries: Policies and Implementation. International Association of Agricultural Economists (IAAE). 2006 Annual Meeting, August 12–18. DOI: 10.22004/ag.econ.25769.
13. Hilman Y.A. Regional Development of Tourism in Ponorogo Regency. *East Java Journal of Indonesian Tourism and Development Studies*. 2016. Vol. 4 (3). P. 91–96. DOI: 10.21776/ub.jitode.2016.004.03.01.
14. Walford N. Patterns of development in tourist accommodation enterprises on farms in England and Wales. *Applied Geography*. 2001. Vol. 21 (4). P. 331–345. DOI: 10.1016/S0143-6228(01)00010-8.
15. Understanding and managing the rural tourism experience – The case of a historical village in Portugal / E. Kastenholz et al. *Tourism management perspectives*. 2012. № 4. P. 207–214.
16. Rural tourism recovery between two COVID-19 waves: The case of Portugal / C.P. Marques et al. *Current Issues in Tourism*. 2022. № 25 (6). P. 857–863.
17. Verbole A. Negotiating rural tourism development at the local level: A case study in Pisece, Slovenia. Wageningen, 1999. 281 p. URL: <https://edepot.wur.nl/198226>.
18. Could rural tourism revitalize rural areas in Croatia? / I. Grgić et al. *Agroeconomia Croatica*. 2017. № 7 (1). P. 98–108. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/280899>.

References:

1. Natsionalnyi standart Ukrainy DSTU 9105:2021 “Turystychni posluhy. Silskyi turizm. Zahalni vymohy. Klyasyfikatsiia zasobiv rozmishchennia” [National Standard of Ukraine DSTU 9105:2021 “Tourism services. Rural tourism. General requirements. Classification of accommodation facilities”]. URL: <https://nto.ua/assets/files/ntou-standard-9105-2021-ruraltourism.pdf> [in Ukrainian].
2. Onovlena prohrama dobrovilnoi katehoryzatsii u sferi silskoho zelenoho turizmu “Ukrainska hostynna sadyba” Updated voluntary categorisation programme in the field of rural green tourism “Ukrainian Hospitable Estate” / HO “Spilka silskoho zelenoho turizmu Ukrainy”. URL: https://www.greentour.com.ua/posluga/programm_category [in Ukrainian].

3. Proekt Zakonu pro vnesennia zmin do Zakonu Ukrainy "Pro osobyste selianske hospodarstvo" shchodo rozvytku silskoho zelenoho turyzmu vid 02.07.2015 roku № 2232-a ["On personal farming" on the development of rural green tourism]. URL: https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=55828 [in Ukrainian].
4. Proekt Zakonu pro vnesennia zmin do Podatkovoho kodeksu Ukrainy shchodo opodatkuvannia dokhodiv, otrymanykh u sferi silskoho zelenoho turyzmu vid 14.12.2017 № 7400 [Draft law on amendments to the Tax Code of Ukraine on taxation of income received in the field of rural green tourism]. URL: https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=63151 [in Ukrainian].
5. Proekt Zakonu pro silskyi ta silskyi zelenyi turyzm vid 05.03.2021 № 5206 [Draft law on rural and rural green tourism]. URL: https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=71321 [in Ukrainian].
6. Reimann, M., Kornus, O.H., Venherska, N.S., Kholodok, V.D., Patsyuk, V.S., Palang, H. (2023). Rozvytok turystychnoho biznesu pryfrontovyykh hromad v umovakh viiny: zarubizhnyi ta ukraïnskyi dosvid [Tourism development in frontline communities amid war: foreign and Ukrainian experiences]. *Rehionalna ekonomika – Regional Economy*. (1). Pp. 136–144. DOI: 10.36818/1562-0905-2023-1-14 [in Ukrainian].
7. Nagy, H., Káposzta, J., Meta, B. (2017). The potentials of rural tourism in developing rural areas in Albania. *Deturope*. 9 (3). P. 188–206.
8. Skuric, N. (1999). Development of tourism in Croatia as a new tourist destination compared to tourism development in select post-communist countries. URL: <https://scholarworks.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1513&context=theses>.
9. Hall, D.R. (2000). Tourism as sustainable development? The Albanian experience of "transition". *International Journal of Tourism Research*. 2 (1). Pp. 31–46. DOI: 10.1002/(SICI)1522-1970(200001/02)2:13.0.CO;2-W.
10. Lane, B., Kastenholz, E., & Carneiro, M.J. (2022). Rural tourism and sustainability: A special issue, review and update for the opening years of the twenty-first century. *Sustainability*. 14 (10), 6070. <https://doi.org/10.3390/su14106070>.
11. Tang, L. (2017). The Overview of the Origin and Research of Rural Tourism Development. *U 7'th International Conference on Management, Education, Information and Control (MEICI 2017)*.
12. Lee, J.O., Thomson, K.J. (2006). The promotion of rural tourism in Korea and other East Asia countries: policies and implementation. DOI: 10.22004/ag.econ.25769.
13. Hilman, Y.A. (2016). Regional Development of Tourism in Ponorogo Regency, East Java. *Journal of Indonesian Tourism and Development Studies*. 4 (3). P. 91–96. DOI: 10.21776/ub.jitode.2016.004.03.01.
14. Walford, N. (2001). Patterns of development in tourist accommodation enterprises on farms in England and Wales. *Applied Geography*. 21 (4). Pp. 331–345. DOI: 10.1016/S0143-6228(01)00010-8.
15. Kastenholz, E., Carneiro, M.J., Marques, C.P., & Lima, J. (2012). Understanding and managing the rural tourism experience – The case of a historical village in Portugal. *Tourism management perspectives*. 4. Pp. 207–214.
16. Marques, C.P., Guedes, A., Bento, R. (2022). Rural tourism recovery between two COVID-19 waves: The case of Portugal. *Current Issues in Tourism*, 25 (6). Pp. 857–863.
17. Verbole, A. (1999). Negotiating rural tourism development at the local level: a case study in Pisece, Slovenia. *Wageningen University and Research*. URL: <https://edepot.wur.nl/198226>.
18. Grgić, I., Hadelan, L., Krznar, S., & Zrakić, M. (2017). Could rural tourism revitalize rural areas in Croatia? *Agro-economia Croatica*. 7 (1). Pp. 98–108. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/280899>.

4. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

УДК 504.062.2

DOI <https://doi.org/10.32782/naturalspu/2024.1.15>

АНАЛІЗ РІЗНИХ МЕТОДІВ ВИРОБНИЦТВА ВОДНЮ В АСПЕКТІ НАДІЙНОСТІ Й ЕФЕКТИВНОСТІ ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ

Васильєва Ірина Вікторівна,
молодший науковий співробітник
Інституту геологічних наук НАН України
ORCID ID: 0000-0002-5487-9896

Інтерес до забезпечення виробництва енергії з відновлюваних джерел вищий, ніж будь-коли, через щоденне спостереження за наслідками зміни клімату. Використання енергії відновлюваних джерел (ВДЕ) на тепер є одним із пріоритетних напрямів розвитку світової енергетики. Проблема водневої енергетики в даному аспекті останнім часом привертає все більше уваги. Водень (H_2) як носій енергії може відігравати важливу роль у різних секторах промисловості, які важко скоротити, але для мінімізації їхнього негативного впливу на довкілля водень, що постачається, має бути надійним, його виробництво повинно мати низький рівень викидів і бути недорогим.

Щоб зменшити глобальні викиди парникових газів і зупинити зростання глобальної температури, технологію без викидів необхідно швидко масштабувати. Тоді як електрифікація в поєднанні зі збільшенням використання відновлюваних джерел енергії може допомогти в усуненні викидів у будівлях, пасажирських транспортних засобах і системах низькотемпературного опалення, інші види палива з нульовим рівнем викидів можуть знадобитися для таких галузей, як цементна та сталеливарна промисловість, які важко зменшити, разом із морським судноплавством і наземним транспортом на великі відстані. Водень (H_2) є одним із таких видів палива з нульовими викидами, яке можна використовувати для мінімізації викидів у цих секторах, а також в інших.

За оцінками Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), глобальний попит на водень може зрости з 94 мільйонів метричних тон (ММТ) у 2021 році до 660 мільйонів метричних тон у 2050 році та може привести до скорочення сукупних викидів на 80 мільярдів метричних тон вуглекислого газу (CO_2).

Ключові слова: водень, відновлювані джерела енергії, зменшення викидів, зростання глобальної температури.

Vasileva Iryna. Analysis of various ways of hydrogen production in terms of reliability and emission reduction efficiency

Interest in ensuring the production of energy from renewable sources is higher than ever due to the daily observation of the effects of climate change. The use of energy from renewable sources (RES) is currently one of the priority directions for the development of world energy. The problem of hydrogen energy in this aspect has recently attracted more and more attention.

The use of energy from renewable sources (RES) is currently one of the priority directions for the development of world energy. The problem of hydrogen energy in this aspect is attracting more and more attention. Hydrogen (H_2), as an energy carrier, can play an important role in various industrial sectors. They are difficult to reduce, but to minimize their negative impact on the environment, the hydrogen supplied must be reliable, have low emissions and be inexpensive.

To reduce global greenhouse gas emissions and stop global temperature increases, zero-emissions technology must scale rapidly. While electrification with increased use of renewable energy sources can help eliminate emissions in buildings, passenger vehicles and low-temperature heating systems, other zero-emission fuels may be needed in hard-to-reduce industries such as the cement and steel industries, together with sea shipping and long-distance land transport. Hydrogen (H_2) is one such zero-emission fuel that can be used to minimize emissions in these sectors as well as others.

The International Energy Agency (IEA) estimates that global hydrogen demand could increase from 94 million metric tons (MMT) in 2021 to 660 MMT in 2050 and could lead to a reduction in total emissions of 80 billion metric tons of carbon dioxide (CO_2).

This study makes a consistent side-by-side comparison of the cost-effectiveness of producing pure, zero-emission hydrogen using different methods based on electricity and fossil fuel usage. For electricity- and fossil-fuel-based hydrogen production systems, a life-cycle GHG emission assessment and a preliminary schematic assessment were performed, assuming possible technology developments and emission projections over the next decade.

Key words: hydrogen, renewable energy sources, emission reduction, global temperature rise.

Вступ. Інтерес до забезпечення виробництва енергії з відновлюваних джерел вищий, ніж будь-коли, через щоденне спостереження за наслідками зміни клімату. Водень (H_2) як носій енергії може відігравати важливу роль у різних секторах промисловості, для мінімізації їхнього негативного впливу на довкілля водень, що постачається, має бути надійним, мати низькі викиди та бути недорогим. Тоді як електрифікація в поєднанні

зі збільшенням використання відновлюваних джерел енергії може допомогти в усуненні викидів у будівлях, пасажирських транспортних засобах і системах низькотемпературного опалення, інші види палива з нульовим рівнем викидів можуть знадобитися для таких галузей, як цементна та сталеливарна промисловість [1, с. 2–4].

Щоб досягти такого рівня скорочення викидів, водень має вироблятися з майже нульовими викидами

та надійним способом. Це буде складним завданням, оскільки 98% нинішнього глобального виробництва водню відбувається з вичерпних палив без установаження уловлювальних систем для CO_2 , а розроблення шляхів електролізу, які використовують періодичну відновлювану електроенергію, є ненадійним без витрат на щоденне та сезонне зберігання.

Метою дослідження було проведення послідовного взаємного порівняння вигідності виробництва надійного водню з нульовими викидами різними способами на основі електроенергії та вичерпного палива. Потрібно також визначити, чи можливе поєднання вказаних методів для отримання більш високих результатів.

Матеріали та методи. Для проведення досліджень була використана наявна інформація про різні шляхи пошуку й отримання водню, як умовно чистого відновлюваного джерела енергії. Був проведений аналіз цих методів, що враховує надійність, доступність використання, можливе вдосконалення різних ступенів виробництва з метою підвищення обсягів кінцевої сировини та водночас мінімізації негативного впливу на довкілля.

Почнемо з огляду можливих систем виробництва водню на основі електроенергії та вичерпного палива. Для кожного із цих шляхів виробництва проведено оцінку викидів парникових газів протягом життєвого циклу та попередню схематичну оцінку, припускаючи можливий розвиток технологій і прогнози викидів наступного десятиліття. Для шляхів виробництва водню на основі електроенергії була використана модель лінійної оптимізації з найменшими витратами, яка враховує власне оцінку викидів і технологічне моделювання.

Використання води також розглядається, хоча не враховано, як ці витрати змінюються залежно від місця розташування, маючи на увазі географічну мінливість доступу до води та її якості. Викиди парникових газів від споживання електроенергії враховуються на

основі життєвого циклу, тобто втілені викиди (викиди від видобутку матеріалів, виробництва, будівництва тощо) для сонячної фотоелектричної системи й інших джерел електроенергії в мережі розглядаються у процесах виробництва, заснованих на електроенергії. На рисунку 1 зображено додаткову інформацію про конфігурацію системи, а також розуміння щодо утворення викидів.

У багатьох звітах з розрахунку вартості водню на основі електроенергії надійність доставки водню або не враховується, або до кінця незрозуміла. Зазвичай це означає, що результати витрат представлені лише на річних рівнях надійності, що можна інтерпретувати як витрати на виробництво деякої загальної кількості водню протягом року. Тобто об'єкт моделюється для виробництва продукції протягом року, але якщо використовується фотоелектрична електроенергія, фактична потужність буде змінюватися протягом вказаного року (більша потужність удень і влітку, менше вночі та взимку). Таку мінливість виходу можна пом'якшити, зберігаючи електроенергію, як вхідний матеріал для виробництва водню, або ж зберігаючи вироблений водень. У даній моделі припускається, що водень можна виробляти за допомогою електроенергії від сонячної фотоелектричної установки на місці або від сонячної фотоелектричної установки та мережі.

Електроенергію, вироблену мережею та фотоелектричною енергією, можна скоротити, зберігати в акумуляторі або використовувати безпосередньо для виробництва водню за допомогою електролізера. Після виробництва водню його можна або безпосередньо доставити споживачу, або стиснути в резервуар для зберігання під тиском 200 бар перед кінцевим використанням. У поточній формі моделі не враховано обмеження простору для великих системних компонентів, як-от сонячна фотоелектрична установка або сховище водню,

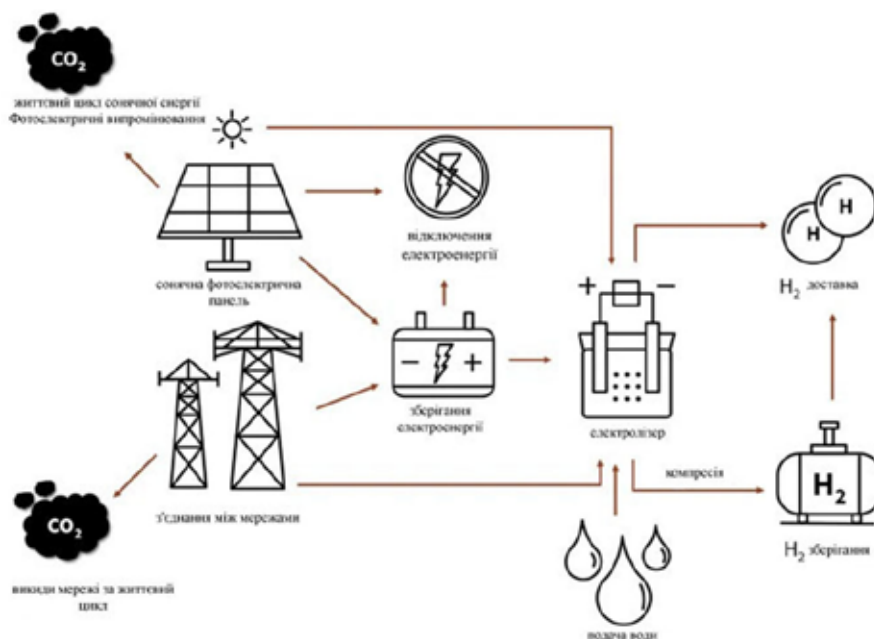


Рис. 1. Схема виробництва водню на основі електроенергії

але визначено, що це також може вплинути на оптимальний розмір об'єкта, метод виробництва та місце для нового заводу з виробництва водню. Тому вказані чинники також треба враховувати в більш детальних дослідженнях.

Окрему увагу треба приділити можливості використання викопного водню як джерела альтернативної енергетики. Але натеper у світовій практиці майже відсутні обґрунтування пошуків промислових скупчень водню і, як наслідок, технології його видобутку. У 2012 р. в Малі була пробурена перша газова свердловина, з якої отримано не метан, а практично чистий 98%-й водень, який утворюється в земній корі. Цей випадок не поодинокий. Високі концентрації природного водню отримано зі свердловин у різних частинах світу [5; 6].

Водночас нещодавно були відкриті геологічні формації, які дегазують водень на поверхні Землі у великих обсягах – десятки тисяч кубометрів на день. Такі геологічні структури були виявлені у фанерозойських комплексах деяких країн, зокрема у США. Трапляються, хоча й досить рідко, зони водневих аномалій, зафіксовані на нафтогазових родовищах. У Швеції, під час буріння свердловини Гравберг-1 завглибшки 6 770 м, нижче 4 000 м відзначено істотне підвищення вмісту водню [2].

Наявність природного водню цілком змінює бачення водневої енергетики. До того ж він є безвуглецевим і невичерпним, оскільки утворюється в результаті природних процесів глибоко в земній корі. Важливим завданням науки є прогнозування, пошуки та розробки економічно вигідних способів добування та використання водню. Для цих завдань стане доцільним використання методу геолого-структурно-термоатмогеохімічних гідрогеологічних досліджень (далі – СТАГГД). Сутність запропонованого методу СТАГГД полягає

в комплексному підході до проблеми прогнозування пошуків, розвідки та розробки вуглеводневих, газогідратних також, родовищ [2; 3].

Методологічно це розроблення узагальнювальної концепції прогнозу із застосуванням низки методів – тектонічного, стратиграфічного, літологічного, геохімічного, геофізичного, гідрологічного, аеросмогеологічного. Просторовий розподіл атмотермогеохімічних аномалій визначається на основі ґрунтового аналізу геологічної інформації полігонів СТАГГД. Аналізуються особливості розломно-блокової, морфоструктурної, стратиграфічної, літолого-фаціальної, формаційної, геодинамічної будови полігонів. Аналіз отриманої інформації дозволяє створити доказову базу для ґрунтової характеристики особливостей геологічної будови об'єктів, з якими пов'язані поклади вуглеводнів, зокрема й водню (H_2).

Для шляхів виробництва водню на основі викопного палива була розроблена модель, яка використовувалася для оцінки викидів парникових газів і техніко-економічної ефективності. Досліджені шляхи виробництва водню на основі викопних копалин включають паровий риформінг метану, паровий риформінг метану з уловлюванням і зберіганням вуглецю й автотермічний риформінг з уловлюванням і зберіганням вуглецю.

Викиди парникових газів, які враховуються у шляхах використання викопного палива, включають викиди, які утворюються безпосередньо з виробничого підприємства, а також викиди протягом життєвого циклу вхідної електроенергії та природного газу.

На рисунку 2 зображено схему виробництва водню на основі викопного палива та шляхів утворення викидів парникових газів. На рисунку показано виробництво водню на основі викопних палив і шляхи його доставки. У даному моделюванні виробництва водню на основі копалин припускається, що водень виробля-

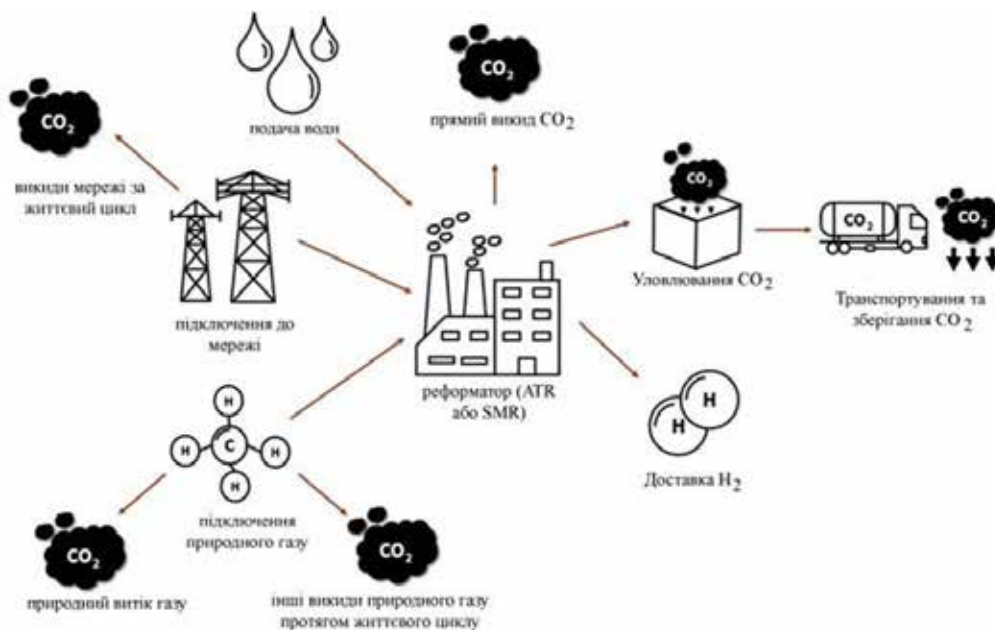


Рис. 2. Схема виробництва водню на основі викопного палива

ється або в паровому риформері метану, або в автотермічному риформері.

Енергія, що надходить у риформер, включає електроенергію з мережі та природний газ. Вироблений водень безпосередньо доставляється до споживача. Припускається, що риформер працює з коефіцієнтом потужності 90% із майже постійною продуктивністю для досягнення погодинної надійності доставки, необхідної для таких споживачів, як нафтопереробні заводи та заводи з виробництва аміаку. Вуглекислий газ, який утворюється в риформері, безпосередньо викидається в атмосферу на деяких шляхах виробництва, але також частково уловлюється, транспортується та поглинається на інших шляхах. Для цілей цього дослідження допускається, що буде наявне необхідне мінімальне транспортування CO_2 .

Результати. Виробництво водню на основі нульової чистої електроенергії зі змінним споживанням енергії стає все дорожчим із суворішими обмеженнями. Обмеження чистих нульових викидів ставить кліматичні рішення з різними профілями викидів на один рівень з техніко-економічними умовами. Тому заслуговують на увагу значні відмінності між річним і погодинним сценаріями надійності. Без доступного підключення до електромережі лише тропічні чи екваторіальні країни з меншою сезонністю сонячних ресурсів зможуть постачати щогодини надійний водень без громіздкої перебудови. У більш високих широтах обмежені та сезонні сонячні ресурси підвищать відносну привабливість методів виробництва водню на основі викопного H_2 . Однак підключена до мережі електрична система забезпечує підвищену гнучкість у роботі, що зменшує потребу в надбудові системи навіть у місцях з іншою широтою, зберігаючи водночас необхідну надійність постачання водню, яка потрібна на нафтопереробних заводах, заводах з виробництва аміаку, заводах із зрідження, інших об'єктах.

У низці наукових досліджень виявлено, що шляхи виробництва на основі викопного палива є особливо дорогими порівняно з рішеннями, пов'язаними з електромережею, якщо враховувати витрати на видалення залишкових викидів парникових газів і великі витоки природного газу. З урахуванням цих припущень витрати на виробництво викопного палива збільшуються більш ніж удвічі [1]. Нині питання про можливість отримання водню з викопного палива потребує додаткових досліджень, розрахунків і технологічного вдосконалення системи видобутку.

Для початку треба визначити розташування перспективних ділянок для пошуку та видобутку водню. Глобальна попередня інвентаризація інформації про вимірювання концентрації вільного та розчиненого у воді молекулярного водню в земній корі суші дозволила зробити їх регіональну прив'язку зі значенням середньої концентрації водню. Усі резервуари нанесені на карту світу, на якій також показано розташування свердловин на території колишнього СРСР, де зареєстровано присутність водню, що надходить із підземних вод [8].

Найбільша концентрація водню (середнє значення 60,34%) зафіксована в оголовках свердловин, куди він піднімався з підземних флюїдів безпосередньо після завершення буріння [9; 10]. Згодом вона зменшується в кілька разів. Концентрація водню у ґрунті в околицях свердловин у багато разів менше, ніж водню у свердловинах, що надходить із підземних вод. Загалом, основна маса вивчених резервуарів практично не містить водню, оскільки тільки в 16,5% резервуарів різного типу його концентрація перевищує 5%. Зони сучасної геотектонічної активізації, що супроводжуються інтенсивними геотермальними процесами, генерують водень у низькій концентрації (у середньому приблизно 1,5%). У ґрунтових газах концентрація водню коливається в межах 0,03–0,06%.

Концентрація водню у ґрунті зон активних розломів змінюється хаотично вздовж порушень залежно від складу осадових порід, що їх заповнюють. Лише в зонах активних розломів протягом декількох років виникнення в регіоні сильних землетрусів зафіксовані виходи водню на земну поверхню, концентрація яких може перевищувати фонову до 200 разів і може бути винятково низькою (не більше 0,02%). Варто зазначити, що ключову роль в утворенні водню відіграє вода. Його генерація відбувається суто в земній корі в результаті окислення лужною водою двовалентного заліза в основних і ультраосновних породах за різними схемами хімічних реакцій, а водяна пара, що містить водень, завжди присутня в магматичних газах. У поодиноких випадках джерелом водню в незначних кількостях є радіоліз лужної води або радіоактивний розпад урану та торію [10].

Висновки. Для максимізації потенціалу декарбонізації та виробництва водню на основі викопного палива в майбутньому необхідно віддавати пріоритет найкращим практикам у поводженні із природним газом і продовжувати дослідження та розробки як власне обладнання для вимірювання газів, так і технологій уловлювання негативних викидів.

Отже, надійні витрати на виробництво водню на основі електроенергії також можна додатково мінімізувати, водночас максимізувати скорочення викидів завдяки розробленню технології зменшення негативних викидів і постійному вдосконаленню відновлюваних джерел енергії та технологій електролізу.

Перед тим, як робити вражаючі далекосяжні прогнози щодо використання геологічного водню як джерела енергії у промисловості, потрібно як мінімум провести досконалу інвентаризацію визначення концентрацій молекулярного вільного й розчиненого у воді водню в земній корі у планетарному масштабі, у кожному випадку розглядаючи всі механізми утворення водню та, нарешті, виявити найбільш популярний серед них.

Вибір носіїв водню зумовлений тим, що видобувати водень із гірських порід і з океанських глибин навряд чи буде рентабельно навіть у віддаленому майбутньому [7; 8].

Виходячи з вищевикладених досліджень, воднево-енергетична революція може докорінно змінити основи світової енергетики й екологічну ситуацію май-

бутнього. Такі дослідження актуальні та мають чітко виражену інноваційну складову частину, важливу для модернізації економіки та сталого соціально-економіч-

ного розвитку, окрім того, можуть бути впроваджені на нафтогазоносних об'єктах і у вугільній видобувній галузі.

Література:

1. A cost comparison of various hourly-reliable and net-zero hydrogen production pathways in the United States / Justin M. Bracci et al. *Nature communications*. 2023. P. 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-43137-x>.
2. Багрий І.Д. H₂ – водень. Еколого-енергетичні виклики ХХІ сторіччя. Глобальні проєкти. Шляхи реалізації. Київ : ДП «Українська геологічна компанія», 2023. 292 с.
3. Багрий І.Д. Фундаментальні розробки – підґрунтя нових концепцій та високоефективних пошукових технологій (підземні води, вуглеводні). Київ : Фоліант, 2017. 562 с.
4. Fuel cells and the hydrogen revolution: Analysis of a strategic plan in Japan / N. Behling et al. *Economic Analysis and Policy*. 2015. Vol. 48. P. 204–221. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2015.10.002>.
5. Лукин А.Е. Прямые поиски нефти и газа: причины неудач и пути повышения эффективности. *Геолог Украины*. Киев, 2004. № 3. С. 18–43.
6. Нариси дегазації Землі / В.М. Шестопалов та ін. Київ : ПП «Ітексервіс», 2018. 232 с.
7. Багрий І.Д., Кузьменко С.А. Наукове обґрунтування просторового розподілу і картування аномальних проявів водню – енергетичної сировини ХХІ ст. – у нафтогазоносних структурах України і попередження геодинамічних явищ. *Геологічний журнал*. 2019. № 1. С. 59–77. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2019.1.159241>.
8. Русаков О.М. Глобальная инвентаризация измерений концентрации свободного и растворенного в подземных водах молекулярного водорода в земной коре суши. *Геофизический журнал*. Киев : Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, 2020. № 6. Т. 42. С. 59–99.
9. Zgonnik V. The occurrence and geoscience of natural hydrogen: A comprehensive review. *Earth-Science Reviews*. 2020. P. 203–216.
10. Diffused flow of molecular hydrogen through the Western Hajar mountains / V. Zgonnik et al. *Northern Oman. Arabian Journal of Geosciences*. 2019. P. 71–83.

References:

1. Bracci, Justin M., Sherwin, Evan D., Boness, Naomi L., & Brandt, Adam R. A cost comparison of various hourly-reliable and net-zero hydrogen production pathways in the United States. *Nature communications*, 2023. P. 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-43137-x>.
2. Bagriy, I.D. (2023). H₂ – voden. Ekolooho-enerhetychni vyklyky XXI storichchia. Hlobalni proekty. Shliakhy realizatsii [H₂ – Hydrogen. Ecological-Energetic Challenges of the 21'st Century. Global Projects. Ways of Implementation]. Kyiv: DP "Ukrainian Geological Company", 292 p. [in Ukrainian].
3. Bagriy, I.D. (2017). Fundamentalni rozrobky – pidgruntia novykh kontseptsii ta vysokoefektyvnykh poshukovykh tekhnolohii (pidzemni vody, vuhlevodni) [Fundamental Developments – the Basis for New Concepts and Highly Efficient Search Technologies (Underground Waters, Hydrocarbons)]. Kyiv: Foliant, 562 p. [in Ukrainian].
4. Behling, N., Williams, M.C., Managi, S. Fuel cells and the hydrogen revolution: Analysis of a strategic plan in Japan. *Economic Analysis and Policy*, 2015. Vol. 48. P. 204–221. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2015.10.002>.
5. Lukin, A.E. (2004). Priamye poisky nefty y haza: prychyny neudach y puty povysheniya effektivnosti [Direct searches for oil and gas: reasons for failures and ways to increase efficiency]. *Geologist of Ukraine*. Kyiv. № 3. P. 18–43 [in Ukrainian].
6. Shestopalov, V.M., Lukin, A.E., Zgonnyk, V.A., Makarenko, O.M., Larin, N.V., Bohuslavsky, A.S. (2018). *Narysy dekhazatsii Zemli* [Essays on degassing the Earth]. Kyiv: PE "Itexservice". 232 p. [in Ukrainian].
7. Bagriy, I.D., Kuzmenko, S.A. (2019). Naukove obgruntuвання просторового розподілу і картування аномальних проявів водню – енергетичної сировини ХХІ ст. – в нафтогазоносних структурах України і попередження геодинамічних явищ [Scientific substantiation of spatial distribution and mapping of anomalous manifestations of hydrogen – energy raw material of the 21'st century – in oil and gas-bearing structures of Ukraine and prevention of geodynamic phenomena]. *Geol. Journal*. № 1. P. 59–77 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2019.1.159241>.
8. Rusakov, O.M. (2020). Hlobalnaia ynvetryzatsiya yzmerenyi kontsentratsyyi svobodnoho y rastvorennoho v podzemnykh vodakh molekuliarnoho vodoroda v zemnoi kore sushy [Global inventory of measured concentrations of free and dissolved in groundwater molecular hydrogen in the earth's crust]. *Geophysical Journal*. № 6, Vol. 42. Institute of Geophysics named after S.I. Saturday of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv. P. 59–99.
9. Zgonnik, V. The occurrence and geoscience of natural hydrogen: A comprehensive review. *Earth-Science Reviews*, 2020. P. 203–216.
10. Zgonnik, V., Beaumont, V., Larin, N., Pillot, D., & Deville, E. Diffused flow of molecular hydrogen through the Western Hajar mountains. *Northern Oman. Arabian Journal of Geosciences*, 2019. P. 71–83.

РЕЗУЛЬТАТИ АГРОХІМІЧНОЇ ОЦІНКИ ТЕМНО-СІРИХ ОПІДЗОЛЕНИХ ОГЛЕЄНИХ ҐРУНТІВ ВІННИЦЬКОГО ПРИРОДНО-СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО РАЙОНУ (НА ПРИКЛАДІ ДОСЛІДНОГО ПОЛЯ № 27 ПРАТ «ДАШКІВЦІ»)

Войтків Петро Степанович,

кандидат географічних наук, доцент,
доцент кафедри конструктивної географії і картографії
Львівського національного університету імені Івана Франка
ORCID ID: 0000-0003-4733-9880

Мороз Григорій Богданович,

кандидат географічних наук,
завідувач агрохімічної лабораторії "Balkany Lab" СФГ «Балкани»
ORCID ID: 0009-0006-8580-5546

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

Попик Олександра Олександрівна,

студентка першого року магістратури
спеціальності 101 Екологія (прикладна екологія)
ORCID ID: 0009-0005-8751-6193

Актуальними залишаються питання вивчення й оцінювання агрохімічних властивостей земельних угідь, за результатами яких виявляють проблемні ділянки з нестачею поживних елементів і ефективно (точково) вносять добрива з максимальною їх економією. Це сприяє покращенню родючості земельних угідь, зменшенню технологічних проїздів по полю, отже, збереженню фізико-механічних властивостей ґрунтів і економії ресурсів.

Метою дослідження є аналіз агрохімічних властивостей темно-сірих опідзолених оглеєних ґрунтів у Вінницькому природно-сільськогосподарському районі, а також аналіз просторового поширення та зміни агрохімічних показників у межах дослідного поля № 27. Для досягнення мети нами виконано польові дослідження ґрунтового покриву та проведено лабораторні аналізи агрохімічних властивостей ґрунтів. Проаналізовано агрохімічні властивості темно-сірих опідзолених оглеєних ґрунтів у межах ПРАТ «Дашківці». За допомогою програми Ag Leader Technology SMS Basic показано геопросторове забезпечення визначених елементів у ґрунтах дослідного поля.

Аналіз картограм показав території з найменшими значеннями pH 5,4–5,8, які розташовані в північній частині поля, де треба вносити елементи для зменшення кислотності. Вміст органічної речовини у ґрунтових зразках коливається від 1,57 до 4,22%, а середнє значення становить 2,5%. Констатуємо, що загалом досліджувані ґрунти слабо забезпечені гумусом. Площі з найменшим вмістом Калію розташовані в північній частині поля та потребують внесення калійних добрив. Площі з найнижчим вмістом Фосфору розміщені в центральній і північній частинах поля та потребують додавання фосфорних добрив. Площі з мінімальним вмістом Азоту розташовані в центральній та південно-західній частинах поля та потребують внесення азотних добрив. Площі з найменшим вмістом Сірки є в центральній і північно-західній частинах поля, сюди треба вносити найбільші обсяги добрив.

Досліджувані темно-сірі опідзолені оглеєні ґрунти Вінницького природно-сільськогосподарського району є родючими та, за умов раціонального використання, є придатними для вирощування як зернових, так і технічних культур. Установлено, що ґрунти дослідного поля потребують застосування технологій «точного землеробства» щодо точкового покращення агрохімічного складу шляхом внесення потрібної кількості елементів для покращення властивостей ґрунтів і збільшення їхньої родючості.

Ключові слова: ґрунти, темно-сірі опідзолені оглеєні ґрунти, агрохімічні властивості, земельні угіддя, природно-сільськогосподарський район.

Voitkiv Petro, Moroz Hryhorii, Ivanov Yevhen, Popyk Oleksandra. Results of agrochemical assessment of dark grey podzolized clayey soils of Vinnytsia natural and agricultural region (based on the example of the experimental field № 27 of PJSC "Dashkivtsi")

The issues of studying and assessing the agrochemical properties of arable land remain relevant, which helps to identify problem areas with a lack of nutrients and to apply fertilizers effectively (by point) with maximum efficiency. In turn, this helps to improve

land fertility, reduce technological passes across the field, and thus preserve the physical and mechanical properties of soils and save resources.

The aim of the study is to investigate the agrochemical properties of dark grey podzolized gley soils in the Vinnytsia natural and agricultural region, also to analyze the spatial distribution and changes in agrochemical parameters within the experimental field No. 27. Field studies of soil cover and laboratory analyses of soils agrochemical properties were carried out. The article analyses the agrochemical properties of dark grey podzolized gley soils within the boundaries of PJSC "Dashkivtsi". The geospatial distribution of certain elements in the soils of the experimental field was shown using the Ag Leader Technology SMS Basic software.

The analysis of the cartograms showed the areas with the lowest pH values of 5,4–5,8, which are located in the northern part of the field, where elements should be applied to reduce acidity. The organic matter content in the soil samples ranged from 1,57 to 4,22%, and the average humus value was 2,59%.

In general, the soils under study are poorly supplied with humus. The areas with the lowest Potassium content are located in the northern part of the field and require potassium fertilization. The areas with the lowest Phosphorus content are located in the central and northern parts of the field and require the addition of phosphorus fertilizers. The areas with the lowest Nitrogen content are located in the central and south-western parts of the field and require nitrogen fertilizer. Areas with the lowest Sulphur content are located in the central and north-western parts of the field and require the highest fertilizer application.

The studied dark grey podzolized gley soils of the in the Vinnytsia natural and agricultural region are fertile and, under conditions of rational use, are suitable for growing both grain and industrial crops. It has been established that the soils of the experimental field require the use of "precision farming" technologies to improve the agrochemical composition by introducing the required amount number of elements to improve soil properties and increase their fertility.

Key words: soils, dark grey podzolized gley soils, agrochemical properties, land, natural and agricultural region.

Вступ. Геосистеми Вінницького природно-сільсько-господарського району зазнають антропогенного навантаження, що проявляється здебільшого в різного виду агровиробничих роботах. Це призвело до втрати найцінніших земельних ділянок і погіршило гідрологічний режим цих угідь. Виснажливе використання земель сільськогосподарського призначення також призвело до всебічного погіршення їхнього екологічного стану, фізико-механічних, фізико-хімічних і агрохімічних властивостей. Зазначимо, що агрохімічні властивості ґрунту є показником, який визначає можливості існування рослини, її зростання, а в майбутньому – і формування врожаю. Для нормального росту та розвитку рослин необхідні оптимальні умови живлення, що створюються завдяки водному та повітряному режимам, запасу доступних поживних речовин, концентрації ґрунтового розчину й іншим чинникам, більшість із яких залежить від агрохімічних властивостей ґрунту.

Останніми роками антропогенне навантаження виснажувало земельні угіддя у Вінницькому природно-сільськогосподарському районі, що призвело до їх деградації.

Сучасні сільськогосподарські організації й агрофірми, які помітили та зрозуміли, що деградація земель, погіршення властивостей і виснажливе використання ґрунтів призводять до втрати родючості останніх, погіршення їхніх властивостей, отже, до втрати врожаю, здійснюють деякі агротехнічні дії. Моніторинг агрохімічних властивостей на полях потребує застосування як найновіших технологій, так і сучасних лабораторій, які здійснюють таку діяльність. У межах досліджуваного району існують сучасні агрофірми, які здійснюють такий моніторинг.

Однією з таких є ПрАТ «Дашківці», яка за участі агрохімічної лабораторії "Balkany Lab" здійснює моніторинг агрохімічних показників на його дослідних полях. На основі моніторингу властивостей ґрунтів у програмі Ag Leader Technology SMS Basic складено картосхеми площинного розподілу головних агрохімічних властивостей ґрунтів. Аналіз картосхем дає змогу

виявляти проблемні ділянки, що мають пониженою забезпеченість хімічними елементами. На основі аналізу здійснюють розрахунок щодо внесення добрив, а технологію називають точним землеробством.

Актуальними залишаються питання вивчення й оцінювання агрохімічних властивостей земельних угідь, за результатами яких виявляють проблемні ділянки з нестачею поживних елементів і ефективно (точково) вносять добрива з максимальною їх економією. Це сприяє покращенню родючості земельних угідь, зменшенню технологічних проїздів по полю, отже, збереженню фізико-механічних властивостей ґрунтів і економії ресурсів.

Вінницький природно-сільськогосподарський район (далі – район) розташований у межах Вінницького та Хмельницького адміністративно-територіальних районів Вінницької області. Район розташований у лісостеповій зоні, Лісостеповій правобережній провінції, Бузько-Середньодніпровському окрузі. Він межує з такими районами: Хмельницько-Липовецьким – на півночі та північному сході, Зачепилівсько-Близнюківським – на сході, Жмеринським – на півдні, Віньковицьким і Старокостянтинівським – на заході [15].

ПрАТ «Дашківці» розміщено в селі Дашківці Якушинецької громади Вінницького району, у північно-західній частині Вінницької області. Товариство розташоване за 16 км від залізничної станції Вінниця. Спеціалізацією господарства є вирощування зернових і технічних культур із розвиненим тваринництвом. Природні умови та клімат сприятливі для вирощування всіх районованих сільськогосподарських культур. ПрАТ «Дашківці» має вигідне розташування щодо пунктів збуту продукції.

Площі посіву основних польових культур, як-от озима пшениця, ярий ячмінь, горох, сояшник, кукурудза, є сталими за роками, а їхня врожайність – високою. Зазначимо тенденцію до зростання посівних площ під зерновими культурами та зменшенням під просапними, що пов'язано із ціновою політикою та ресурсним забезпеченням підприємства. Площі посіву озимої пшениці

у 2019 р. становили 220 га, а у 2020 р. – 250 га. Середня врожайність у 2019–2020 рр. була 5,71 т/га для озимої пшениці, 7,08 т/га для кукурудзи на зерно, 3,83 т/га для ярого ячменю, 4,51 т/га для ярої пшениці. Площі гороху як цінного попередника озимої пшениці не змінюються та перебувають на рівні 75–90 га, а середня врожайність становить 3,15 т/га [17]. На дослідному полі № 27 у 2021 р. вирощували кукурудзу, урожайність якої становила 132,7 ц/га. Отже, підприємство веде галузь рослинництва на високому рівні, а для окремих культур отримує рекордні врожаї сільськогосподарських культур [17].

Згідно з фізико-географічним районуванням район відносять до Східноєвропейської країни, лісостепової зони, Дністровсько-Дніпровського лісостепового краю, Північно-східної Придніпровської височинної області [14]. За схемою ґрунтового-географічного районування ґрунти досліджуваної території включають до лісостепової зони опідзолених, вилужених і типових чорноземів Центральної лісостепової та степової області суббореального поясу [11]. За агрокліматичним районуванням території України відносять до Центрального та Східного Лісостепу, де коефіцієнт зволоження становить 1,7–1,9, число днів за рік із середньодобовою температурою понад 15 °С становить 105–115, від 5 до 15 °С – 90–100 днів [6].

Ґрунтовий покрив земель району представлений здебільшого типом сірих опідзолених лісових ґрунтів із їхніми підтипами – світло-сірими, сірими та темно-сірими. Ці ґрунти сформувались під широколистяними дубово-грабовими лісами на карбонатних, лесових породах, в умовах досить теплого та не дуже вологого клімату [19]. Темні сірі ґрунти поширені на площі 14,9% від усіх ґрунтів Якушинецької громади. Ці ґрунти є найродючішими та придатними для вирощування всіх властивих цій зоні зернових і технічних культур [19].

У Вінницькому районі зафіксовано антропогенні проблеми, які впливають на екологічний стан сільськогосподарських угідь. До них варто віднести агро- та гідроекологічні проблеми, а також забруднення довкілля автотранспортом. Серед агроєкологічних проблем варто виділити такі: значну розораність території; нераціональне внесення добрив і агрохімікатів; монокультури – постійне вирощування окремих культур на одній ділянці, що призводить до деградації земель, зникають мікроорганізми й організми, які корисні для ґрунту.

У цьому районі є екологічні проблеми, пов'язані з поганим очищенням стічних вод, що спричиняє забруднення водойм. Окремі підприємства скидають неочищені стічні води у водойми, тим самим вони спричиняють зменшення водної біоти, впливають на трофічні зв'язки, сприяють розвитку організмів – забруднювачів водойм, роблять воду непридатною до використання.

Матеріали та методи. Вінницький природно-сільськогосподарський район є територією бурхливого агропромислового виробництва. Він багатий на родючі ґрунти, які екстенсивно використовують. Питання вивчення стану ґрунтів і ґрунтового покриву району

досліджено окремими науковцями та викладено в низці наукових праць [16; 18; 19 та інші]. Дослідження, що стосуються вивчення якості й агрохімічної оцінки ґрунтів, аналізу агроєкологічного стану та моніторингу ґрунтового покриву досліджуваного Вінницького природно-сільськогосподарського району [2–4; 7; 12 та інші]. Окремо виділимо питання агроєкологічної оцінки ґрунтів Якушинецької громади, до якої входить ПрАТ «Дашківці» [5].

Розглянемо результати дослідження агрономічних особливостей вирощування окремих сільгоспкультур на території ПрАТ «Дашківці». Вони присвячені вивченню зареєстрованих сортів ячменю ярого [8], впливу біологічних препаратів на формування врожайності сої [9] та стимуляторів росту на насіннєву продуктивність гречки [10], контролю чисельності бур'янів в агроценозах кукурудзи [13], продуктивності сортів пшениці озимої залежно від фону живлення [17] тощо. У цих роботах подається інформація щодо агрохімічних властивостей ґрунтів полів підприємства.

Метою дослідження є аналіз агрохімічних властивостей темно-сірих опідзолених оглеєних ґрунтів досліджуваного району, зокрема в межах дослідного поля № 27. Серед завдань виділимо: вивчення природних умов району; дослідження ґрунтового покриву; відбір ґрунтових зразків; здійснення лабораторних аналізів агрохімічних властивостей ґрунтів; картографування просторового забезпечення визначених елементів у досліджуваних ґрунтах.

Об'єктом дослідження є темно-сірі опідзолені оглеєні ґрунти дослідного поля в межах ПрАТ «Дашківці», а предметом – агрохімічні властивості цих ґрунтів.

Для аналізу агрохімічних властивостей ґрунтів у межах Вінницького природно-сільськогосподарського району (на прикладі дослідного поля ПрАТ «Дашківці») використано методи: експерименту, спостереження, описовий, порівняння, статистичний, розрахунковий, картографічний, лабораторних досліджень.

Агрохімічні властивості ґрунтів дослідного поля проводили в лабораторії “Balkany Lab”. У результаті визначено: рН сольової витяжки – потенціометрично (ДСТУ 8346:2015); рухомий Фосфор (P_2O_5) – за Чиріковим (ДСТУ 4115:2002), кг/га; рухомий Калій (K_2O) – за Чиріковим (ДСТУ 4115:2002), кг/га; Сірку (SO_4) – за ЦІНАО (ГОСТ 26490-85), кг/га; мінеральний Азот ($NH_4 + NO_3$) – за ДСТУ 4729:2007 (кг/га); органічну речовину – за ДСТУ 4289:2004 (%).

Для розкриття теми використано дослідне поле № 27 ПрАТ «Дашківці», що в межах Дашківської сільської ради. Загалом, усі дослідні поля розташовані за межами населеного пункту. Вони лежать на півдні, півночі та сході від центральної частини села Дашківці. Товариство використовує технологію точного землеробства вже декілька років і вже можна простежити її користь. Дослідне поле № 27 має площу 78,01 га і розташоване на південний захід від центру села (рис. 1). Воно межує з іншими дослідними полями підприємства, на північ від нього проходить автомагістраль, а на заході – поля села Петрик.



Рис. 1. Космознімок дослідного поля № 27 (опрацьований у програмі *Google Earth*)

У межах дослідного поля домінують темно-сірі опідзолені оглеєні ґрунти.

Результати. Агрохімічні властивості ґрунту є важливим показником, який визначає можливості існування рослини, її зростання та формування врожаю.

Азотний режим ґрунтів визначає вміст загального азоту та склад його сполук, нітрифікаційну здатність. Кількість у ґрунті мінеральних сполук азоту впливає на ефективність застосування азотних добрив. Фосфорний режим ґрунтів характеризує вміст загального фосфору, фракційний склад фосфорорганічних і мінеральних сполук фосфору та їхня рухомість. Від їх кількості та складу залежить урожайність сільськогосподарських культур [1]. Умови калійного живлення рослин визначені наявністю водорозчинного, обмінного та необмінного калію; вміст водорозчинного й обмінного калію залежить від застосування добрив і змінюється протягом вегетації рослин.

Модель родючості – це сукупність агрономічно важливих властивостей і режимів ґрунту, які забезпечують рівень продуктивності рослин. Оптимальні параметри показників родючості встановлюються для кожного типу ґрунту за даними тривалих багаторічних дослідів [1]. Опрацювання й удосконалення моделей родючості є одним із головних елементів науково обґрунтованого планування відтворення родючості ґрунту. Ці моделі мають стати основою для раціонального використання

агротехнічних заходів і засобів хімізації в сільськогосподарському виробництві [1]. Питання про моделювання родючості ґрунту є новим і має перспективи. На його основі створюються еталони для різних ґрунтів, порівняно з якими оцінюють їхню реальну родючість [6].

Ґрунтові зразки відбирали на темно-сірих опідзоєних оглеєних ґрунтах. Даний тип ґрунту має піщанисто-середньосуглинковий гранулометричний склад.

Проби відбиралися автоматичним пробовідбірником ґрунту AgriSoilSampler із GPS-прив'язкою до точки координат відбору, на базі автомобіля Mitsubishi L200 на глибину 30 см за квадратами площею 3 га.

Результати аналізів ґрунтових зразків, відібраних на дослідному полі № 27, відображені в таблиці 1 та на рисунку 2.

Картосхеми площинного розподілу головних агрохімічних властивостей у ґрунтах створено у програмі *Ag Leader Technology SMS Basic*, яку надала агрохімічна лабораторія “Balkany Lab”. На основі результатів побудовано графіки динаміки головних показників.

Показник рН для більшості зразків має нейтральну реакцію ґрунтового розчину, а середні значення рН^{сольове} становить 6,2. Вміст рухомого Фосфору (за Чиріковим) у більшості проб низький або в межах норми, лише у пробі 9 – високий (111 кг/га, середнє значення – 38,8 кг/га). Вміст мінерального Азоту в більшості

Таблиця 1

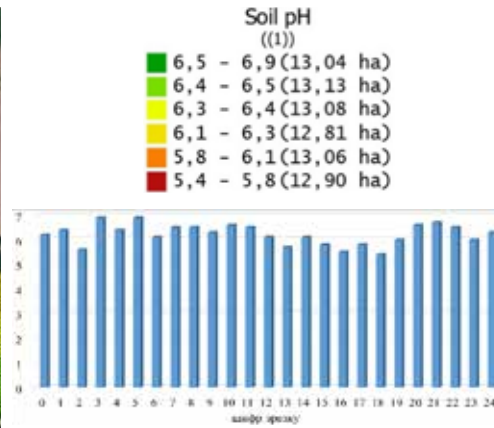
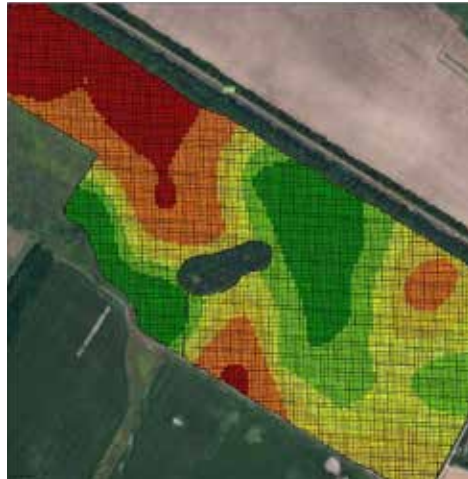
Узагальнені значення агрохімічних властивостей темно-сірих опідзоєних оглеєних ґрунтів

Характеристики	Мінімальні значення	Максимальні значення	Середні значення
рН сольове	5,4	6,9	6,2
Фосфор (за Чиріковим), кг/га	11	111	39
Калій (за Чиріковим), кг/га	97	200	161
Мінеральний азот, кг/га	4	25	15
Сірка (за ЦІНАО), кг/га	27	64	39
Органічна речовина, %	1,57	4,22	2,59

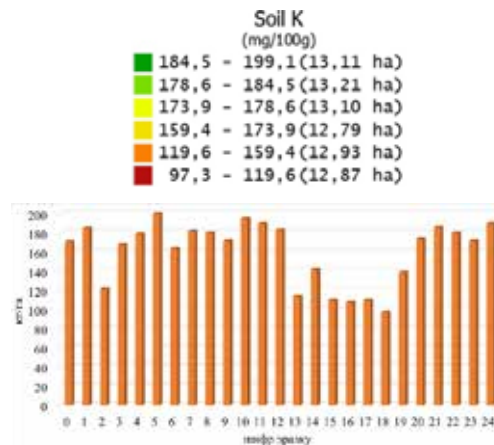
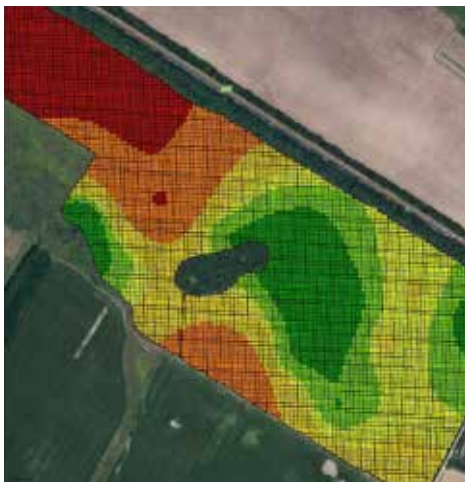
проб – низький, близький до середнього (14,72 кг/га). Середні значення вмісту Калію становлять 160,52 кг/га і є в межах норми. Середні значення вмісту органічної речовини є низькими та становлять 2,59%.

На рисунку 2-а показано площинний розподіл рН у ґрунтових зразках дослідної ділянки. Найбільші площі зайняті ґрунтами з рН 6,5–6,9 (13,04 га) і подані зеленим кольором. Ці площі розташовано

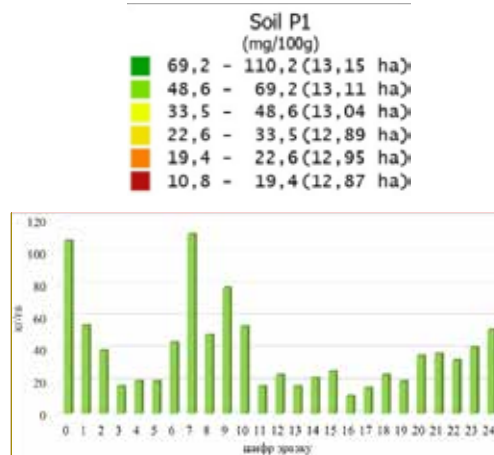
в центральній і західній частинах поля. Дещо менші площі ділянок із рН 5,4–5,8 (12,90 га), що розташовані в північній частині поля. Власне ці території потребують внесення елементів для зменшення кислотності ґрунтів. На графіку показано, що показник рН із вищою кислотністю властивий ґрунтовим зразкам 2, 4, 6, 20–23, саме тут на полі потрібно зменшити кислотність ґрунту.



a)



б)



[A1][PB2]

в)

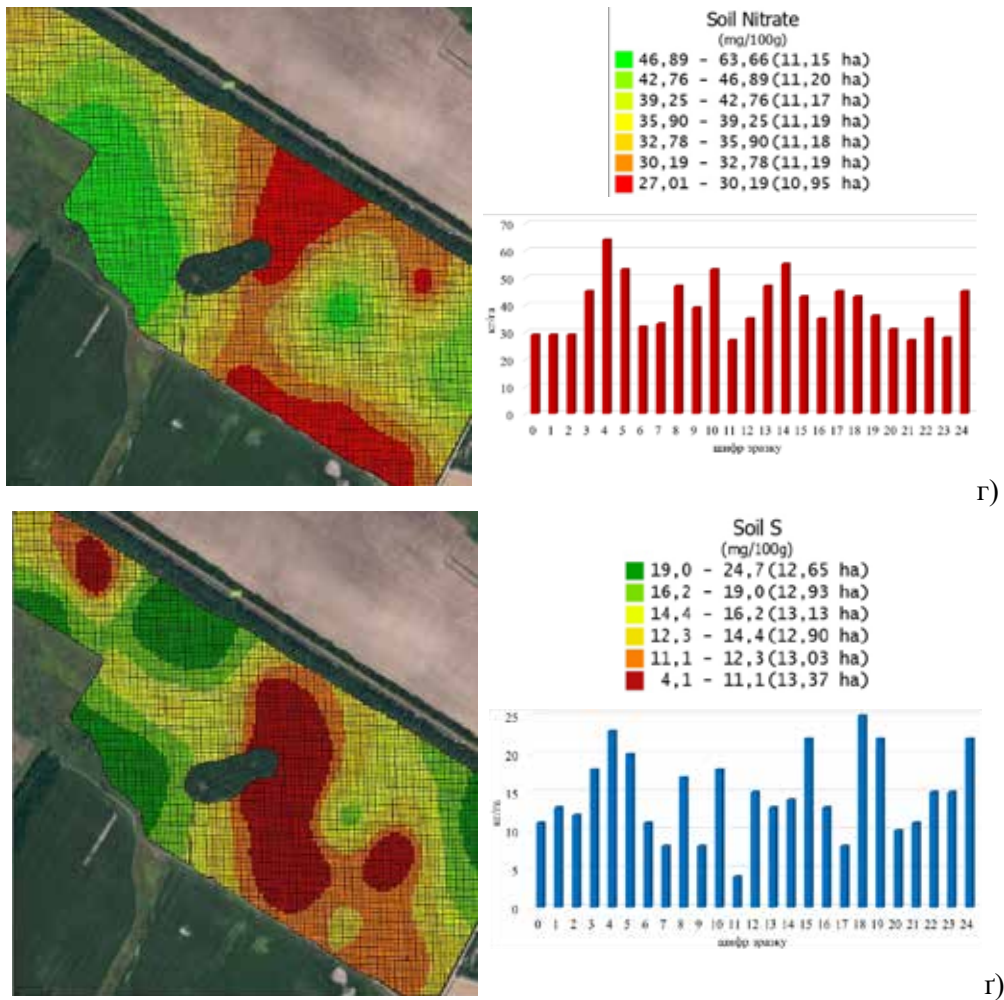


Рис. 2. Результати агрохімічного аналізу у зразках ґрунту: а) рН сольового, в од.; б) Калію (К, за Чиріковим, кг/га); в) Фосфору (Р, за Чиріковим, кг/га); г) мінерального Азоту (N, кг/га); г) Сірки (S, кг/га)

На рисунку 2-б зображено площинний розподіл К (Калію) у ґрунтових зразках. Площі з найнижчим вмістом Калію (від 97,3 до 119,6 мг/100 г) показані червоним кольором і становлять 12,87 га. Вони розташовані в північній частині поля та потребують внесення калійних добрив. Поля, які мають найвищі значення (184,5–99,1 мг/100 г), розташовані в центральній, західній і східній частинах поля (13,11 га). Вміст Калію з вищими значеннями зафіксовано у ґрунтових зразках 1, 8, 10, 24 і 25. В інших зразках його вміст є меншим, а ділянки потребують внесення калійних добрив.

На рисунку 2-в подано площинний розподіл Р (Фосфору) у ґрунтових зразках. Площі з найнижчим вмістом Фосфору (від 10,8 до 19,4 мг/100 г) становлять 12,87 га і розташовані в центральній і північній частинах поля. Саме площі з найнижчими значеннями потребують внесення фосфорних добрив. Інші ділянки поля мають вищі значення (62,9–110,2 мг/100 г) і розташовані на півдні, мають площу 13,15 га. На графіку вищі значення Фосфору властиві ґрунтовим зразкам 2, 6, 11, 21, 22 і 25. В інших зразках його вміст нижчий, тому на ці ділянки варто внести фосфорні добрива.

На рисунку 2-г показано площинний розподіл N (мінерального Азоту) у ґрунтових зразках. На ньому ми бачимо, що розподіл його по полю фактично однаковий. Площі з найнижчим вмістом Азоту (від 27,01 до 30,19 мг/100 г) найменші (10,95 га) і розташовані в центральній і південно-західній частинах поля. Вони потребують внесення азотних добрив. На графіку вказано, що вміст Азоту має найвищі значення у ґрунтових зразках 5, 6, 9, 11, 15, 18 і 25.

На рисунку 2-г відображено площинний розподіл S (Сірки) у ґрунтових зразках. Розподіл її по полю за шістьма градаціями практично однаковий. Площі з найнижчим вмістом Сірки (від 4,1 до 11,1 мг/100 г) зображені червоним кольором, становлять 13,37 га і розташовані в його центральній і північно-західній частинах. Власне ці ділянки потребують внесення сірковмісних добрив. Поля, яким властиві найвищі значення вмісту Сірки (19,0–24,7 мг/100 г), розташовані хаотично, їхня площа 12,65 га. Вони також потребують внесення азотних добрив. На цьому графіку показано, що S дуже сильно коливається, а найвищі значення у ґрунтових значення є ґрунтових зразках 5, 6, 9, 11, 13, 16, 19 і 25. У всіх інших зразках вміст значно

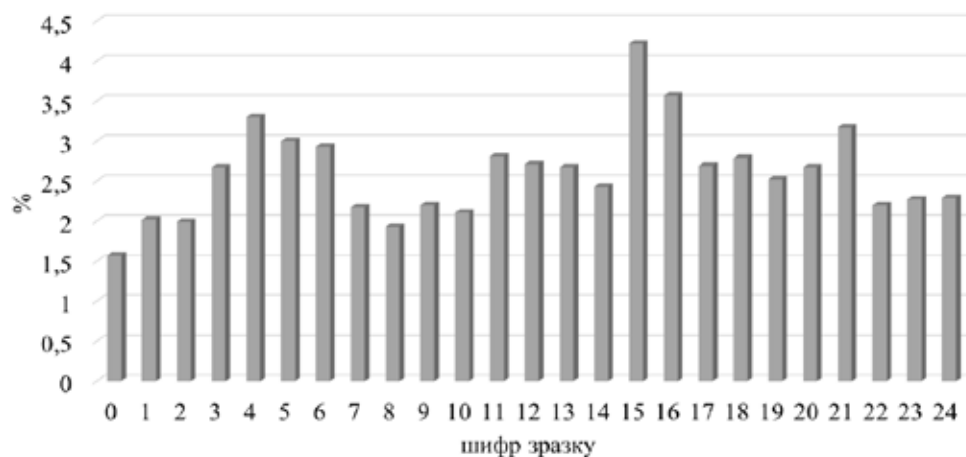


Рис. 3. Вміст органічної речовини у зразках ґрунту, у відсотках

нижчий, тому ці ділянки потребують додаткового внесення сірки.

Вміст органічної речовини у ґрунтових зразках коливається від 1,57 до 4,22%, а середнє значення гумусу – 2,59% (рис. 3). Загалом досліджувані ґрунти слабо забезпечені гумусом.

Висновки. Вивчено агрохімічні властивості темно-сірих опідзолених оглеєних ґрунтів у межах дослідного поля № 27 ПрАТ «Дашківці», яке розташоване на території Вінницького природно-сільськогосподарського району.

Здійснено дослідження ґрунтового покриття дослідного поля та проведено лабораторні аналізи агрохімічних властивостей ґрунтів. За допомогою програми *Ag Leader Technology SMS Basic* показано просторове забезпечення визначених елементів у досліджуваних ґрунтах на території дослідного поля.

Аналіз картограм показав наявність ареалів із найменшими значеннями рН 5,4–5,8, які розташовані в північній і південній частинах поля, де треба провести регулювання ґрунтової кислотності. Вміст органічної речовини у зразках ґрунту коливається від 1,57 до 4,22%, а середнє значення становить 2,59%. Загалом, досліджувані ґрунти слабо забезпечені гумусом. Площі

з найменшим вмістом Калію розташовані в північній частині поля і потребують внесення калійних добрив. Площі з найнижчим вмістом Фосфору розміщені в центральній і північній частинах поля та потребують додавання фосфорних добрив. Площі з мінімальним вмістом Азоту розташовані в центральній і південно-західній частинах поля та потребують внесення азотних добрив. Площі з найменшим вмістом Сірки є в центральній і північно-західній частинах поля, сюди треба вносити найбільші обсяги сірковмісних добрив.

Різниця показників агрохімічних властивостей ґрунтів у межах поля № 27 зумовлена різним ступенем окультуреності окремих частин поля (північно-західна частина була розкочована набагато пізніше, на ній не вносився гній), а також розвиненим мікро- та мезореєлемом у межах поля.

Загалом, ґрунти дослідного поля потребують застосування технологій точного землеробства, точкового покращення агрохімічного складу шляхом внесення потрібної кількості добрив для покращення властивостей ґрунтів і збільшення їхньої родючості. Досліджувані темно-сірі опідзолені оглеєні ґрунти є родючими та, за раціонального використання, є придатними для економічно ефективного вирощування як зернових, так і технічних культур.

Література:

1. Агрохімічні властивості ґрунтів. *Агрохімічні моделі родючості ґрунтів*. URL: <https://studfile.net/preview/5513328/page:10/>.
2. Слободянюк О. Агроекологічний моніторинг ґрунтового покриття сільськогосподарських угідь ТОВ «Прогрес», с. Ксаверівка Вінницького району. Вінниця, 2018. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/17865.pdf>.
3. Дергун Н. Агроекологічний стан ґрунтів Вінницького району. Вінниця, 2021. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/29532.pdf>.
4. Горобчук О. Агрохімічна оцінка ґрунтів і якість зерна сільськогосподарських культур в умовах Вінницького району. Вінниця, 2019. URL: .
5. Глушенко В. Агроекологічна оцінка стану ґрунтів у межах Якушинецької об'єднаної територіальної громади. Вінниця, 2018. URL: .
6. Андрусенко Г., Мартянов В. Організація агробізнесу і підприємництва. Харків, 2006. 280 с.
7. Юревич В. Аналіз та оцінка якості ґрунтів Вінницької ТГ для вирощування біоенергетичних культур. Вінниця, 2023. URL: .
8. Іщенко О. Вивчення зареєстрованих сортів ячменю ярого в умовах ПАТ «Дашківці», с. Дашківці Літинського р-ну. Вінниця, 2023. URL: .

9. Данилюк А. Вплив біологічних препаратів на формування врожайності сої в умовах ПрАТ «Дашківці» Вінницького району. Вінниця, 2023. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/card.php?id=34171>.
10. Бондар М. Вплив стимуляторів росту на насінневу продуктивність гречки в умовах ПрАТ «Дашківці» Вінницького району. Вінниця, 2023. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/card.php?id=34169>.
11. Географія Вінницької області : навчальний посібник / за ред. Г. Денисика, Л. Жовнір. Вінниця : Гіпаніс, 2004. 308 с.
12. Кутняк О. Дослідження та аналіз агроекологічного стану ґрунтів с. Агрономічне Вінницького району та розробка заходів щодо їх покращення. Вінниця, 2021. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/18009.pdf>.
13. Грибик Р.І. Контроль чисельності бур'янів в агроценозах кукурудзи в умовах ПАТ «Дашківці», с. Дашківці Літинського району. Вінниця, 2019. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/card.php?id=21844>.
14. Маринич О., Шищенко П. Фізична географія України : підручник. Київ : Знання, 2005. 511 с.
15. Природно-сільськогосподарське районування України : монографія / А. Мартин та ін. Київ : ЦП «Компринт», 2015. 328 с.
16. Екологічний стан ґрунтів центральної частини Вінницької області, зайнятих під садівництвом / В. Пасічник та ін. *Охорона ґрунтів*. 2020. № 10. С. 29–33.
17. Гавриш М. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від фону живлення в умовах ПАТ «Дашківці», с. Дашківці Літинського району. Вінниця, 2020. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/27125.pdf>.
18. Оцінка агроекологічного складу сірих лісових ґрунтів за різного сільськогосподарського використання / С. Разанов та ін. *Збалансоване природокористування* : науково-практичний журнал. 2021. Вип. 1. С. 146–153. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2021.231901>.
19. Ґрунтовий покрив Вінниччини: генезис, склад, властивості та напрями ефективного використання : монографія / Я. Цицюра та ін. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. 452 с.

References:

1. Ahrokhimichni vlastyvoli gruntiv [Agrochemical properties of soils]. *Ahrokhimichni modeli rodiuchosti gruntiv*. URL: <https://studfile.net/preview/5513328/page:10/> [in Ukraine].
2. Ahroekolohichniy monitorynh gruntovoho pokryvu silskohospodarskykh uhid TOV “Prohres” s. Ksaverivka Vinnytskoho raionu [Agroecological monitoring of the soil cover of agricultural lands of LLC “Progress” in Ksaverivka village, Vinnytsia district] (2018) / O.O. Slobodianiuk. Vinnytsia. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/17865.pdf> [in Ukraine].
3. Ahroekolohichniy stan gruntiv Vinnytskoho raionu [Agro-ecological state of soils in Vinnytsia region] (2021) / N.M. Derhun. Vinnytsia. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/29532.pdf> [in Ukraine].
4. Ahrokhimichna otsinka gruntiv i yakist zerna silskohospodarskykh kultur v umovakh Vinnytskoho raionu [Agrochemical evaluation of soils and grain quality of crops in Vinnytsia region] (2019) / O.V. Horobchuk. Vinnytsia. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/21856.pdf> [in Ukraine].
5. Ahroekolohichna otsinka stanu gruntiv v mezhakh Yakushynetskoï obiednanoi terytorialnoi hromady [Agroecological assessment of soil conditions within the Yakushynets amalgamated territorial community] (2018) / V.Iu Hlushchenko. Vinnytsia. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/18581.pdf> [in Ukraine].
6. Andrusenko, H.O., Martianov, V.P. (2006). Orhanizatsiia ahrobiznesu i pidpriemnytstva [Organisation and entrepreneurship organisation]. Kharkiv, 2006. 280 s. [in Ukraine].
7. Analiz ta otsinka yakosti gruntiv Vinnytskoi TH dlia vyroshchuvannia bioenerhetychnykh kultur [Analysis and assessment of soil quality in Vinnytsia TG for growing bioenergy crops] (2023) / V. Yurevych. Vinnytsia. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/33166.pdf> [in Ukraine].
8. Vyvchennia zareistrovanykh sortiv yachmeniu yarohe v umovakh PAT “Dashkivtsi” s. Dashkivtsi Litynskoho r-nu [Study of registered varieties of spring barley in the conditions of PJSC “Dashkivtsi” in Dashkivtsi village, Lityn district] (2023) / O.V. Ishchenko. Vinnytsia. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/card.php?id=18035> [in Ukraine].
9. Vplyv biolohichnykh preparativ na formuvannia urozhainosti soi v umovakh PrAt “Dashkivtsi” Vinnytskoho raionu [Influence of biological preparations on the formation of soybean yield in the conditions of PJSC “Dashkivtsi”, Vinnytsia region] (2023) / A. Danyliuk. Vinnytsia. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/card.php?id=34171> [in Ukraine].
10. Vplyv stymulatoriv rostu na nasinnievu produktyvnist hrechky v umovakh PrAt “Dashkivtsi” Vinnytskoho raionu [Influence of growth stimulants on buckwheat seed productivity in the conditions of PJSC “Dashkivtsi”, Vinnytsia region] (2023) / M. Bondar. Vinnytsia. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/card.php?id=34169> [in Ukraine].
11. Neohrafiia Vinnytskoi oblasti : navch. posibn. [Geography of Vinnytsia region: a study guide] (2004) / za red. H.I. Denysyuk, L.F. Zhovniir. Vinnytsia : Hipanis, 308 s. [in Ukraine].
12. Doslidzhennia ta analiz ahroekolohichnogo stanu gruntiv s. Ahronomichne Vinnytskoho raionu ta rozrobka zakhodiv shchodo yikh pokrashchennia [Research and analysis of the agro-ecological state of soils in the village of Agronomic, Vinnytsia district, and development of measures to improve them] (2021) / O.H. Kutniak. Vinnytsia. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/card.php?id=34169> [in Ukraine].
13. Kontrol chyselnosti burianiv v ahrotsenozakh kukurudzy v umovakh PAT “Dashkivtsi” s. Dashkivtsi Litynskoho raionu [Controlling the number of weeds in maize agroecoceneses in the conditions of PJSC “Dashkivtsi”, Dashkivtsi village, Lityn district] (2019) / R.I. Hrybyk Vinnytsia. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/card.php?id=21844> [in Ukraine].

14. Marynych, O.M., Shyshchenko, P.H. (2005). Fizychna heohrafiia Ukrainy : pidruchnyk [Physical geography of Ukraine : textbook]. Kyiv: Znannya. 511 s. [in Ukraine].
15. Martyn, A.H., Osypchuk, S.O., Chumachenko, O.M. (2015). Pryrodno-silskohospodarske raionuvannia Ukrainy : monohrafiia [Natural and agricultural zoning of Ukraine: a monograph]. Kyiv : TsP "Kompynt". 328 s. [in Ukraine].
16. Pasichniak, V.I., Nakonechnyi, L.P., Sklonnyi, S.O. ta in. (2020). Ekolohichni stan gruntiv tsentralnoi chastyny Vinnytskoi oblasti, zainiatykh pid sadivnytstvom [Ecological condition of soils in the central part of Vinnytsia region used for horticulture]. Okhorona gruntiv. № 10. S. 29–33 [in Ukraine].
17. Produktyvnist sortiv pshenytsi ozymoi zalezhno vid fonu zhyvlennia v umovakh PAT "Dashkivtsi" s. Dashkivtsi Litynskoho raionu [Productivity of winter wheat varieties depending on the nutrition background in the conditions of PJSC "Dashkivtsi", Dashkivtsi village, Lityn district] / M.R. Havrysh. Vinnytsia, 2020. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/27125.pdf>.
18. Razanov, S.F., Melnyk, V.O., Nazaruk, B.V., Kutsenko, M.I. (2021). Otsinka ahroekolohichnoho skladu sirykh lisovykh gruntiv za riznoho silskohospodarskoho vykorystannia [Assessment of the agroecological composition of grey forest soils under different agricultural uses]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia : nauk.-prakt. zhurn. Vyp. 1*. S. 146–153. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2021.231901> [in Ukraine].
19. Tsytsiura, Ya.H., Bronnikova, L.F., Pelek, L.V. (2018). Gruntovy pokryv Vinnychchyny: henezys, sklad, vlastyvoli ta napriamy efektyvnoho vykorystannia : monohrafiia [Soil Cover of Vinnytsia Region: Genesis, Composition, Properties and Directions of Effective Use : Monograph]. Vinnytsia : TOV "Nilan-LTD", 452 s.

ЕКОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІВДЕННОЇ ДІЛЯНКИ БАЛАХІВСЬКОГО РОДОВИЩА ГРАФІТУ

Кошлякова Тетяна Олексіївна,

кандидат геологічних наук, старший дослідник,
докторант

Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М. П. Семененка Національної академії наук України

ORCID ID: 0000-0001-8551-3531

Scopus Author ID: 56258086200

Web of Science Researcher ID: AAC-6577-2020

Кураєва Ірина Володимирівна,

доктор геологічних наук, професор

завідувач відділу геохімії техногенних металів та аналітичної хімії

Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М. П. Семененка Національної академії наук України

ORCID ID: 0000-0003-3113-7782

Scopus Author ID: 35781829200

Web of Science Researcher ID: AAC-6607-2020

Верховцев Валентин Геннадійович,

доктор геологічних наук, старший науковий співробітник

завідувач відділу спеціальної металогенії

Державної установи «Інститут геохімії навколишнього середовища

Національної академії наук України»

ORCID ID: 0000-0002-1015-6725

Scopus Author ID: 56416406100

Web of Science Researcher ID: AAF-8664-2020

Тищенко Юрій Євгенович,

кандидат геологічних наук

старший науковий співробітник відділу спеціальної металогенії

Державної установи «Інститут геохімії навколишнього середовища

Національної академії наук України»

ORCID ID: 0000-0002-0413-241X

Scopus Author ID: 57204368232

Web of Science Researcher ID: AAH-7435-2020

Стаття містить результати моніторингових досліджень, спрямованих на встановлення фонових показників (базового стану) якості поверхневих і підземних вод Південної ділянки Балахівського родовища графіту. Натурні вишукування передбачали відбір зразків води з колодязів і поверхневих водотоків і водойм. Актуальність проведених досліджень полягає в необхідності встановлення фонових значень основних показників хімічного складу природних вод на території потенційного впливу гірничих підприємств. З отриманих результатів проб води можна констатувати, що якість води загалом гірша в досліджених свердловинах в селі Олександрівка, селі Пустельникове, селищі міського типу Балахівка та селі Новий Стародуб, ніж у річці Інгулець і річці Вівнянка й навіть у більшості водойм – як у кар'єрних озерах, так і у ставках-запрудах. Зафіксовано перевищення гранично допустимих концентрацій у поверхневих і підземних водах за такими інгредієнтами: Ca, Mg, SO₄, Na, K і Mn. Оцінка якості показала, що обстежені природні води за блоком загальносанітарних показників можна схарактеризувати як «добрі», чисті води прийнятної якості. Встановлена подібність досліджених вод за катіонним складом, натомість в аніонному складі є відмінності: у поверхневих водах переважає сульфат-іон, у підземних водах – гідрокарбонат. Для еколого-геохімічної оцінки якості досліджених підземних вод було застосовано критерій біологічно значущої концентрації (БЗК). Мікроелементний аналіз показав нестачу в підземних водах таких мікроелементів: V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd та Pb. Проведені гідрохімічні дослідження дали змогу встановити фонові показники базового стану якості довкілля обстеженої території. Надалі необхідно проводити моніторингові спостереження за змінами хімічного складу поверхневих і підземних вод Південної ділянки Балахівського родовища графіту під час роботи гірничо-видобувного підприємства.

Ключові слова: підземні води, поверхневі води, гідрохімічні дослідження, хімічний склад, родовище графіту.

Koshliakova Tetiana, Kuraieva Iryna, Verkhovtsev Valentyn, Tyshchenko Yurii. Environmental and hydrochemical research of the Balakhiv graphite deposit southern section

The article contains the results of monitoring studies aimed at establishing background indicators (base state) of the quality of surface and underground waters of the Southern section of the Balakhiv graphite deposit. On-site searches included water sampling from wells and surface watercourses and reservoirs. The relevance of the conducted research lies in the need to establish the background values of the main indicators of the chemical composition of natural waters in the territory of the potential influence of mining enterprises. From the obtained results of water samples, it can be stated that the quality of water in general is worse in the studied wells in the village. Oleksandrivka, village Pustelnikove, village of Balakhivka and village Novy Starodub than in the Ingulets River and the Vivnyanka River and, even, in most water bodies – both in quarry lakes and ponds-dams. Exceeding the maximum allowable concentrations in surface and underground waters for such indicators as Ca, Mg, SO₄, Na, K and Mn was recorded. The quality assessment showed that the tested natural waters can be characterized as “good”, clean waters of acceptable quality according to the block of general sanitary indicators. The similarity of the studied waters in terms of cationic composition was established, but there are differences in the anionic composition: sulfate ion prevails in surface waters, and hydrocarbonate in underground waters. For the ecological and geochemical assessment of the quality of the investigated groundwater, the criterion of biologically significant concentration (BSC) was applied. Microelement analysis showed a shortage of such microelements as V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, and Pb in groundwater. The conducted hydrochemical studies made it possible to establish the background indicators of the basic state of the examined territory's environmental quality. In the future, it is necessary to conduct monitoring observations of changes in the chemical composition of surface and underground waters of the Southern section of the Balakhiv graphite deposit during the operation of the mining enterprise.

Key words: underground water, surface water, hydrochemical investigations, chemical composition, graphite deposit.

Вступ. Встановлення базового екологічного стану ключових компонентів навколишнього середовища в зоні впливу гірничих підприємств є вкрай важливим науковим завданням. Графітова продукція підприємств України за якістю відповідає світовому стандарту й експортується в інші країни. Саме тому розробка графітової сировини дає можливість забезпечити економічну стабільність держави. Проте під час розробки корисних копалин може погіршуватися екологічний стан навколишнього середовища. Особливо вразливими є водні ресурси – поверхневі водотоки та водойми, а також підземні води. Як відомо, нині більшість водоспоживачів України для забезпечення господарсько-питних потреб використовує поверхневі джерела. Населення 40% території нашої держави споживає воду, яка не відповідає вимогам вітчизняних нормативних документів. За даними ООН, станом на 2022 р. за якістю питної води Україна була на 66 рядку в рейтингу зі 180 країн світу. Водночас щорічно в басейни українських річок скидається приблизно 9,6 млрд м³ неналежно очищених стічних вод, з них 2,9–4,0 млрд м³ мають перевищення допустимих концентрацій токсичних сполук у своєму складі. Варто зазначити, що левова частина цих стоків належить підприємствам гірничо-металургійної галузі [1].

Необхідно знайти баланс між економічно доцільним видобутком мінеральної сировини та збереженням природних вод як ресурсу питного водопостачання місцевого населення. Тому є потреба у проведенні моніторингових досліджень для визначення фонових показників об'єктів довкілля ще на етапі проектної розробки родовища. Це надасть можливість надалі відстежувати зміни у водних об'єктах уже під час роботи гірничого підприємства.

Матеріал та методи. Для натурних гідрохімічних вимірювань проб води використовувались портативні прилади: рН-метр Nach SensIon-3, кондуктометр Nach SensIon-5 і оксиметр Nach SensIon-6. Визначено вміст макро- та мікрокомпонентів у пробах води. Усі показники вимірювались за чинними міжнародними стандартами (ISO). Кислотність, загальну жорсткість

(вмісти кальцію та магнію), вміст хлоридів визначено титруванням, решту показників – спектрофотометром DR 2800 Nach Lange. Вміст натрію та калію (Na + K) визначено розрахунком, з урахуванням молярних співвідношень катіонів і аніонів. Для лужності (гідрокарбонати), твердості (кальцій і магній), сульфатів, хлоридів, сполук азоту та фосфору відносна похибка (δ) становить 15–20%, для решти показників – 10–15%. Мікроелементний аналіз зразків води було здійснено методом мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS) на мас-спектрометрі з подвійним фокусуванням іонного променя “ELEMENT-2” фірми “Thermo Scientific” (корпорація “Thermo Electron GmbH” (Бремен)), що функціонує на базі Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України. Для отримання калібровок «сигнал – концентрація» застосовувався сертифікований стандарт (ICP multi-element standard solution VI, виробник – Merck KGaA), з якого виготовлялася серія 6 градувальних стандартів від 1 до 1 000 ppb. Підготовка проб і стандартів здійснювалася ваговим методом. Для приготування розчинів (промивні, холості, градувальні й аналізовані) використовували воду, очищену за допомогою апарату Millipore-Q3 (Millipore SA, Франція).

Результати. Моніторингові польові дослідження проводилися співробітниками Державної установи «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України» восени 2022 р., узимку 2022–2023 рр., навесні та влітку 2023 р. [2]. Під час польових обстежень відбиралися й аналізувалися проби води з поверхневих (річки) і підземних (колодязі) джерел.

В адміністративному відношенні Південна ділянка Балахівського родовища графіту (місце реалізації планованої діяльності) розташована в Олександрійському районі Кіровоградської області, поблизу с. Балахівка – на території Балахівської селищної ради (рис. 1).

Фізико-географічні особливості території. Район родовища являє собою степову рівнину з незначним нахилом на південний схід. Абсолютні відмітки поверхні змінюються від 90,0 м на південному сході

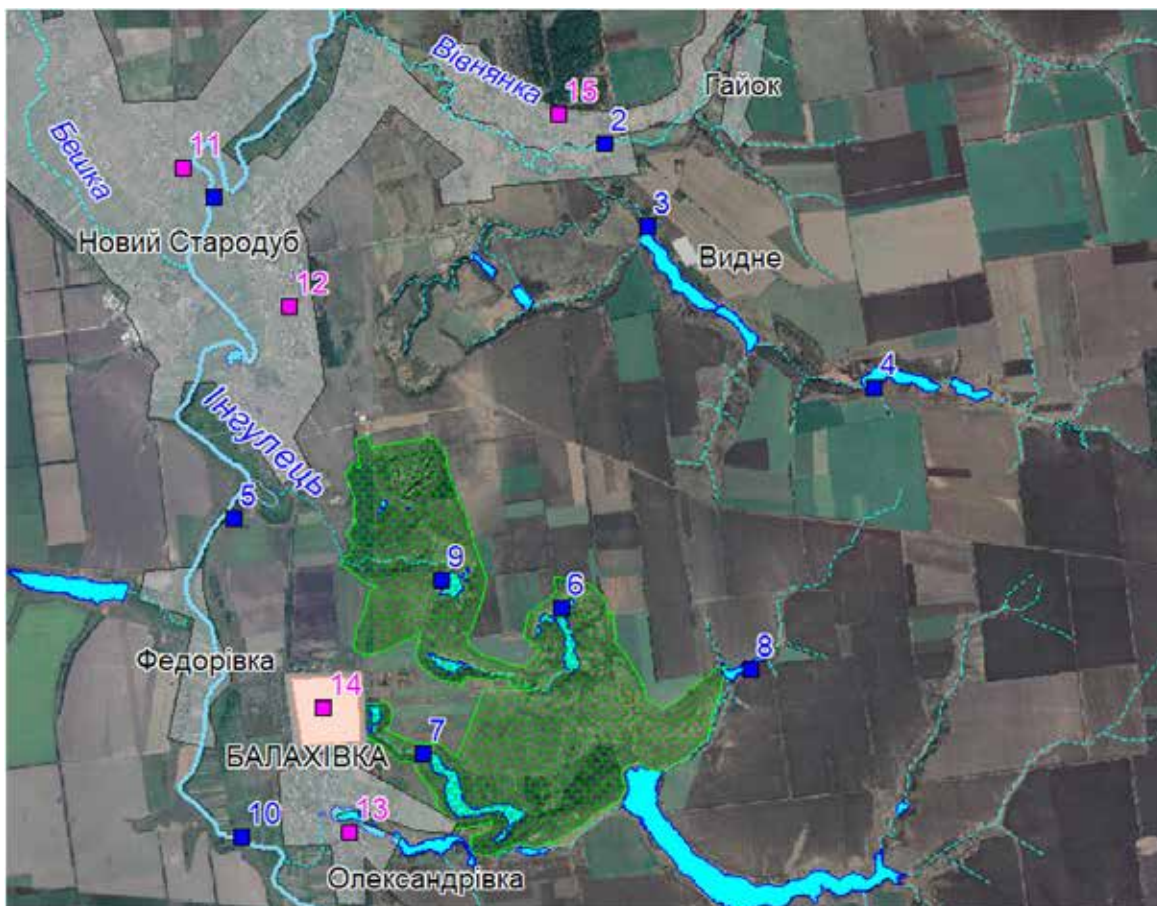


Рис. 1. Схематична карта території досліджень з позначенням точок відбору зразків поверхневих та підземних вод

до 170,0 м на північному заході родовища. Територія планованої діяльності в оротографічному відношенні є слабо горбистою степовою рівниною з абсолютними відмітками від 130 м у долинах річок до 170 м – на підвищеннях. У районі родовища поверхня порушена кар'єрами, відвалами, зонами обвалення шахт, відстійниками, штучними водоймами й іншими техногенними формами, які суттєво змінили природний рельєф місцевості. У гідрографічному відношенні район робіт являє собою басейн р. Інгулець з великою кількістю річок і тимчасових водотоків. Найбільш крупними з них є Бешка, Овнянка, Верблюжка, Кам'янка та балка Водяна.

Геологічне середовище. Балахівське родовище геоструктурно приурочене до північної частини Західно-Інгулецької зони розломів, Західно-Інгулецької структурно-фаціальної зони між Інгульським і Середньопридніпровським мегаблоками Українського щита (далі – УЩ). Пластоподібні поклади графітових руд повторюють у плані простягання вміщуючих порід. Рудовміщуючою є товща верхньої підсвіти родіонівської світи інгуло-інгулецької серії нижнього протерозою. У геологічній будові родовища беруть участь кристалічні породи верхньої та нижньої підсвіти родіонівської світи. Вуглець-карбонат теригенні утворення амфіболітової фації верхньої підсвіти характеризуються також наявністю на контактах мармурів і кальцифірів із гра-

нітами кіровоградського комплексу зональних магнєзіальних скарнів, що несуть рідкіснометалеве та поліметалічне зруденіння. За своїм первісним генезисом світа є типовою асоціацією осадових порід, утворених у мілководному басейні за умов гумідного клімату. Наявність графітвміщуючих гнейсів ще більше підтверджує їхнє первинно-осадове походження.

Гідрогеологічні умови. З погляду гідрогеологічного районування територія належить до водоносної системи УЩ. У гідрогеологічному розрізі виділяють два структурні поверхи [3]. Нижній поверх складений метаморфізованими дислокованими породами магматичних і метаморфічних утворень архею – протерозою, верхній – осадовими відкладами мезо-кайнозою. Гідрогеологічні умови цієї структури насамперед визначаються особливостями підземних вод зони тріщинуватості кристалічних порід докембрійського фундаменту, складеного різноманітними метаморфічними та магматичними утвореннями, серед яких переважають гнейси, граніти та мігматити. Геофільтраційні властивості кристалічних порід зумовлені їхньою вкрай нерівномірною енд- й екзогенною тріщинуватістю за площею та на глибину, що також визначає нерівномірний ступінь їхнього обводнення. Загалом найбільш обводнені зони приурочені до понижених ділянок сучасного рельєфу, що збігаються з розвинутою гідрографічною мережею та великими балками. Потужність зон інтенсивної

тріщинуватості часто не перевищує 20 м від поверхні кристалічних порід на вододілах і 50 м у долинах річок і становить зазвичай 80–100 м від сучасної поверхні. Кора вивітрювання кристалічних порід безпосередньо визначає умови їхнього взаємозв'язку з водоносними горизонтами та комплексами осадових відкладів, що залягають вище, та, відповідно, умови живлення. Специфіка кори вивітрювання зумовлює її подвійну гідрогеологічну роль. У деяких умовах, залежно від літологічної будови, вона є або водоносним горизонтом, або водотривом. Регіональні закономірності свідчать, що повний розріз і більша потужність кори вивітрювання спостерігаються на вододільних ділянках. До прируслових частин її потужність зменшується, подекуди до цілковитого розмивання. Водоносні горизонти верхнього структурного поверху в осадових відкладах, що вирізняються невитриманими поширенням і потужністю, найчастіше приурочені до вододільних ділянок і розміні в долинах річок [4]. За відсутності витриманих у розрізі слабопроникних відкладів між водоносними горизонтами є гідравлічний зв'язок. Водовмісні породи представлені переважно пісками, меншою мірою вапняками, мергельно-крейдяними відкладами, пісковиками з досить низькими фільтраційними властивостями. Порові та порово-тріщинні води приурочені тут до порівняно малопотужних осадових порід мезо-кайнозою, які плащоподібно залягають на еродованій поверхні кристалічного фундаменту. Ці води переважно є безнапірними та слабонапірними.

У межах досліджуваної території поширені три водоносні горизонти, які перебувають у тісному гідродинамічному зв'язку один з одним: водоносний горизонт у відкладах четвертинної системи (Q), водоносний горизонт у відкладах сарматського регіоярису верхнього міоцену (Nis), водоносний горизонт у зоні тріщинуватості кристалічних порід і їхньої кори вивітрювання (PRi). Четвертинний водоносний горизонт не має суцільного поширення; він приурочений до шару лесовидних суглинків, потужністю 8,0–15,0 м, які підстеляються червоно-бурими суглинками та пліоценовими червоно-бурими глинами, що характеризуються низькими фільтраційними властивостями. Водоносний горизонт у відкладах сарматського регіоярису верхнього міоцену приурочений до шару пісків і характеризуються суцільним площинним поширенням і активним водообміном з нижнім горизонтом кори вивітрювання. Потужність шару пісків змінюється від 0,5 до 7,0 м, піски дрібнозерністі та різнозерністі, на окремих ділянках із значною кількістю домішки гравію кристалічних порід. Глибина залягання рівнів підземних вод становить 26,0–30,0 м, усереднений коефіцієнт фільтрації – 0,018 м/добу. Водоносний горизонт у зоні тріщинуватості кристалічних порід і їхньої кори вивітрювання є напірним, залягає на глибині 100–150 м; на ділянці родовища обводнені гнейси різноманітного складу; коефіцієнти фільтрації – 0,08–0,45 м/добу, середній – 0,231 м/добу.

Живлення підземних водоносних горизонтів відбувається шляхом інфільтрації опадів осадовими гори-

зонтами. Розвантаження відбувається в гідромережу – р. Інгулець та її притоки, густу яружно-балкову мережу з тимчасовими водотоками, але, очевидно, за обсягом найбільше – у численні штучні водойми (кар'єрні ставки та запруды), зокрема – у відпрацьований і затоплений Балахівський кар'єр, де до 2004 р. видобувалося буре вугілля.

Гідрогеологічні умови території сприятливі для відкритої розробки родовищ корисних копалин, зокрема графіту. Безпосередньо в межах ліцензійної площі Південної ділянки Балахівського родовища графіту виділені два водоносні горизонти, які є потенційним джерелом водоприпливу до кар'єру: ненапірний у неогенових пісках і напірний у тріщинуватій зоні кристалічних порід (величина напору – до 20 м).

Для уточнення раніше отриманої інформації про геоелектричні та гідрохімічні показники навколишнього середовища на території планованої діяльності та поблизу неї в період з осені 2022 р. до літа 2023 р. було проведено комплекс польових натурних вишукувань для визначення фонових показників (базового стану) якості довкілля.

На попередньому етапі дослідження автори вивчили загальний хімічний склад досліджуваних вод і виконали його порівняльний аналіз. Результати загального хімічного аналізу зразків води представлені в табл. 1–2.

З метою візуалізації загального хімічного складу досліджуваних вод було побудовано діаграму Пайпера (рис. 2) та складено формулу Курлова (табл. 3).

Установлено, що за своїм хімічним складом поверхневі води є сульфатно-гідрокарбонатними магнієво-кальцієво-натрій-калієвими, підземні – гідрокарбонатно-сульфатними магнієво-кальцієво-натрій-калієвими. Отже, спостерігається подібність за катіонним складом, натомість за співвідношенням аніонів води різняться. У поверхневих водах переважає сульфат-іон, у підземних – гідрокарбонат.

Згідно з нормативними документами, у поверхневих водах зафіксоване перевищення допустимих значень за вмістом Ca, Mg, SO_4 , Na та K, у підземних – за Ca, SO_4 , мінералізацією, Na та K.

Згідно з ДСТУ 4808:2007 була оцінена якість досліджених вод. За блоком загальносанітарних хімічних показників поверхневі води за середніми значеннями блокового індексу ($I_{\text{лсер.}} = 2,1$, клас 2, підклас 2) можна характеризувати як «добрі», чисті води прийнятної якості.

Відповідно, підземні води за середніми значеннями блокового індексу ($I_{\text{лсер.}} = 2,3$, клас 2, підклас 2) так само можна характеризувати як «добрі», чисті води прийнятної якості.

На наступному етапі дослідження було вивчено мікроелементний склад зразків досліджуваних підземних вод. Загалом було проаналізовано 9 мікроелементів (табл. 4). Вибір даних хімічних елементів зумовлений тим, що Всесвітньою організацією охорони здоров'я для них встановлена біологічна роль. Це дає змогу оцінити підземні води з погляду потенційних ризиків для здоров'я населення, яке їх споживає. Для

Таблиця 1

Загальний хімічний склад зразків води з поверхневих джерел

Найменування показника	Значення показника (медіанне)	Гранично допустима концентрація (ГДК) за «Гігієнічними нормативами <...>»*	Гранично допустима концентрація (ГДК) за «Переліком <...>»*	Клас якості води за ДСТУ 4808:2007**
pH	8,1	6,5–8,5	не нормується	2
Жорсткість, мг-екв/дм ³	3,7	не визначають	не нормується	2
Кальцій, мг/дм ³	126	200	180	не визначають
Магній, мг/дм ³	51,6	50	40	3
Лужність, мг-екв/дм ³	6,6	не визначають	не нормується	4
Гідрокарбонати, мг/дм ³	430,2	не визначають	не нормується	не визначають
Хлориди, мг/дм ³	159,8	350	300	3
Сульфати, мг/дм ³	329	500	100	4
Залізо загальне, мг/дм ³	0,05	0,3	0,1	2
Сухий залишок, г/дм ³	1,5	1	не нормується	4
Na + K сумарно, мг/дм ³	247,2	не визначають	170	не визначають

Примітка. Загальна кількість зразків – 10.

* Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення (2022 р.).

** Перечень рыбохозяйственных нормативов, предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды и водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение

*** ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання».

Таблиця 2

Загальний хімічний склад зразків підземних вод

Найменування показника	Значення показника (медіанне)	Гранично допустима концентрація за ДСТУ 7525:2014*	Гранично допустима концентрація за ДСанПіН 2.2.4-171-10**	Клас якості води за ДСТУ 4808:2007***
pH	7,5	6,5–8,5	6,5–8,5	2
Жорсткість, мг-екв/дм ³	6,05	7	10	2
Кальцій, мг/дм ³	156,3	130	не визначають	не визначають
Магній, мг/дм ³	72,9	80	не визначають	4
Лужність, мг-екв/дм ³	6,2	6,5	не визначають	3
Гідрокарбонати, мг/дм ³	378,3	не визначають	не визначають	не визначають
Хлориди, мг/дм ³	117	150	350	1
Сульфати, мг/дм ³	324	150	500	2
Залізо загальне, мг/дм ³	0,06	відсутність	1	1
Сухий залишок, г/дм ³	1,2	1	1,5	3
Na+K сумарно, мг/дм ³	194	≈92	не визначають	не визначають

Примітка. Загальна кількість зразків – 5.

* ДСТУ 7525:2014 Державний стандарт України «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості».

** ДСанПіН 2.2.4-171-10 Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

*** ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання».

Таблиця 3

Формула Курлова, складена для досліджуваних вод

Поверхневі води	Підземні води
$1,5 \frac{HCO_3 38,5 SO_4 37 Cl 24,5}{(Na + K) 46,7 Ca 27,3 Mg 26} pH 8,1$	$1,2 \frac{SO_4 41,4 HCO_3 38,3 Cl 20,3}{(Na + K) 38 Ca 35 Mg 27} pH 7,5$

еколого-геохімічної оцінки якості досліджених підземних вод було застосовано критерій біологічно значущої концентрації (далі – БЗК) [5]. За відповідною методикою було розраховано біологічно значущі концентрації цих елементів.

Було з'ясовано, що для обстежених поверхневих і підземних вод за ГДК перевищень не фіксується. Натомість для підземних вод концентрація мангану перебуває на межі допустимого значення. Що стосується біологічно значущих концентрацій, то в обстежених

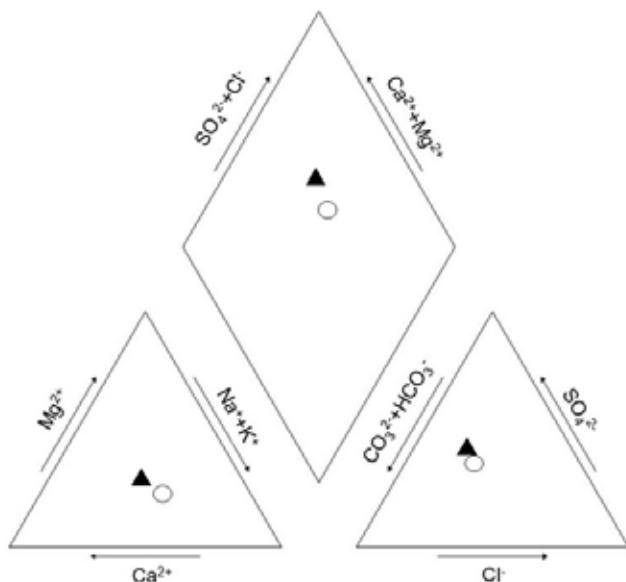


Рис. 2. Діаграма Пайпера, що відображає макрокомпонентний склад досліджуваних вод:
○ – поверхневі води, ▲ – підземні води

підземних водах зафіксована нестача таких елементів: V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd та Pb.

Висновки. Після проведених моніторингових досліджень були отримані такі результати. Поверхневі та підземні води Балахівської ділянки мають переважно високу мінералізацію, що відповідає регіональним даним. У досліджених водах домінують сульфати або гідрокарбонати. За катіонним складом води є переважно кальцієво-натрієві чи магнієво-натрієві. За блоком загальносанітарних хімічних показників поверхневі та підземні води характеризуються як «добрі», чисті води прийнятної якості.

Якість води в р. Інгулець на час відбору проб незадовільна за вмістом нітратів і близька до незадовільної за вмістом кисню та його хімічним споживанням. Важливо зазначити, що на обстеженій ділянці вниз за течією якість води не зазнає суттєвих змін, що дозволяє констатувати, що забруднення річки відбувається вище с. Новий Стародуб і води, які надходять сюди, уже мають у своєму складі шкідливі домішки та є досить мінералізованими, а місцеві скиди на якість води в Інгульці помітно не впливають.

З отриманих результатів проб підземних води можна констатувати, що якість води загалом гірша в досліджених свердловинах в с. Олександрівка, с. Пустельникове, смт Балахівка та с. Новий Стародуб, ніж у р. Інгулець і р. Вівнянка й навіть у більшості водойм – як у кар'єрних озерах, так і у ставках-запрудях.

Таблиця 4

Мікроелементний склад зразків досліджуваних вод

Мікроелемент, мг/дм ³	Поверхневі води	Підземні води	БЗК*	ГДК за «Гігієнічні нормативи <...>»**	ГДК (за ВООЗ)
V	0,002394	0,0019	0,025	0,1	не нормується
Cr	0,0004315	0,000152	0,00175	0,5	0,05
Mn	0,034549	0,083247	0,05	0,1	0,08
Co	0,000189	0,000131	0,0075	0,1	не нормується
Ni	0,002067	0,000351	0,0075	0,1	0,07
Cu	0,001447	0,000849	0,025	1	2
Zn	0,009122	0,00728	0,3	1	3
Cd	0,000456	0,000439	0,0025	0,001	0,003
Pb	0,000193	0,000048	0,01	0,03	0,01

Примітка:

*БЗК – біологічно значуща концентрація.

** Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення (2022 р.).

Згідно з нормативними документами, у поверхневих водах зафіксоване перевищення допустимих значень за вмістом Ca, Mg, SO₄, Na та K, у підземних – за Ca, SO₄, мінералізацією, Na, K та Mn. За величиною БЗК зафіксовано нестачу в підземних водах таких елементів: V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd та Pb. Варто зауважити, що основні гідрохімічні показники, як-от мінералізація, лужність, жорсткість, уміст головний іонів – аніонів (сульфатів, гідрокарбонатів, хлоридів) і катіонів (кальцію, магнію, натрію та калію), мають природне походження і не належать до забруднювальних речовин; їхні кількісні параметри визначаються геохімічними особливостями місцевості та геологічними умовами залягання водоносних горизонтів.

Для подальших досліджень стану та якості підземних вод на території потенційного впливу підприємства з видобування графіту на Балахівському родовищі, яке планується створити, необхідне улаштування спостережних свердловин на щонайменше два водоносні горизонти за межами населених пунктів на ліцензійній площі, або в місцях, наближених до неї.

Проведені еколого-гідрохімічні дослідження дали змогу встановити фонові показники базового стану якості довкілля обстеженої території. Також надалі необхідно проводити спостереження за змінами хімічного складу поверхневих і підземних вод Південної ділянки Балахівського родовища графіту за безпосередньої роботи гірничо-видобувного підприємства.

Література:

1. Metamorphization of the groundwaters chemical composition within the Saksagansk-Sursk ore district of the Dnipropetrovsk region during longstanding exploitation / T. Koshliakova et al. *Abstracts of XVII International Scientific Conference "Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment"*, 7–10 November 2023, Kyiv, Ukraine.
2. Верховцев В.Г., Тищенко Ю.Є. Проведення посезонних комплексних екологічних досліджень у зоні планованого розташування підприємства з видобування, перероблення та збагачення корисних копалин Південної ділянки Балахівського родовища графіту в Олександрійському районі Кіровоградської області : звіт про виконання науково-дослідних робіт. Київ, 2023. Том 1. 251 с.
3. Сучасні підходи до гідрогеологічного районування України / В.М. Шестопалов та ін. *Мінеральні ресурси України*. 2019. № 2. С. 3–12.
4. Шерстюк Н.П., Носова Л.О. Аналіз хімічного складу підземних вод водоносних горизонтів четвертинних відкладів території Північного гірничо-збагачувального комбінату (Кривбас). *Вісник Дніпропетровського університету*. Серія «Геологія, географія». 2016. № 1 (24). С. 151–157.
5. Злобіна К.С. Геохімія питних артезіанських вод бортової частини Дніпровського артезіанського басейну (на прикладі м. Київ) : автореф. дис. ... канд. геол. Наук : 04.00.02. Київ, 2013. 20 с.

References:

1. Koshliakova, T., Verkhovtsev, V., Lunov, Eu., Tyshchenko, Yu., Shkapenko, V. (2023). Metamorphization of the groundwaters chemical composition within the Saksagansk-Sursk ore district of the Dnipropetrovsk region during longstanding exploitation. *Abstracts of XVII International Scientific Conference "Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment"* (7–10 November 2023, Kyiv, Ukraine).
2. Verkhovtsev, V.G., Tyshchenko, Yu. Ye. (2023). Provedennya posezonnykh kompleksnykh ekolohichnykh doslidzhen' u zoni planovanoho roztashuvannya pidpryyemstva z vydobuvannya, pereroblennya ta zbahachennya korysnykh kopalyn Pivdennoyi dilyanky Balakhivs'koho rodovyscha hrafitu v Oleksandriys'komu rayoni Kirovohrads'koyi oblasti [Conducting post-season complex environmental studies in the area of the planned location of the mineral extraction, processing and beneficiation enterprise of the Southern section of the Balakhiv graphite deposit in the Oleksandriysk district of the Kirovohrad region]. Report on the research works performance. Kyiv. T. 1. 251 p. [in Ukrainian].
3. Shestopalov, V.M., Lyutyi, G.G., Sanina, I.V. (2019). Suchasni pidkhody do hidroheolohichnoho raionuvannya Ukrainy [Modern approaches to hydrogeological zoning of Ukraine]. *Mineral resources of Ukraine*. Volume 2. P. 3–12 [in Ukrainian].
4. Sherstuk, N.P., Nosova, L.A. (2016). Analiz khimichnoho skladu pidzemnykh vod vodonosnykh horyzontiv chetvertynnykh vidkladiv terytorii Pivnichnoho hirnycho-zbahachuvalnoho kombinatu (Kryvbas) [Analysis of the chemical composition of the groundwater aquifers of Quaternary sediments of the Northern mining and processing plant (Kryvbas)]. *Dnipropetrovsk University Bulletin. Series geology, geography*. Vol. 1 (24). P. 151–157 [in Ukrainian].
5. Zlobina, K.S. (2013). Heokhimiia pytnykh artezianskykh vod bortovoi chastyny Dniprovskoho artezianskoho baseinu (na prykladi m. Kyiv) [Geochemistry of potable artesian waters of the lateral part of the Dnieper artesian basin (on the example of the city of Kyiv)]. Thesis for the scientific degree of Candidate of Geological Sciences, the speciality 04.00.02 "Geochemistry". M.P. Semenenko Institute of geochemistry, mineralogy and ore formation of the National Academy of Sciences of Ukraine. Kyiv. 20 p. [in Ukrainian].

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ ДОЛИНИ РІЧКИ СТАВЧАНКА В МЕЖАХ МІСТА ПУСТОМИТИ

Наконечний Юрій Ігорович,

кандидат географічних наук, доцент,

доцент кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів

Львівського національного університету імені Івана Франка

ORCID ID: 0000-0001-5046-4397

Досліджено фізико-хімічні властивості ґрунтів долини річки Ставчанки в межах міста Пустомити, а саме: вміст гумусу, зольність, кислотно-основні властивості, суму увібраних основ і ступінь насичення ґрунтів основами. Річка Ставчанка є лівою притокою другого порядку річки Дністер. Установлено, що досліджувані мінеральні дернові та лучні ґрунти належать до низько- та середньо гумусних. Таку низьку гумусованість можна пояснити високим вмістом піщаної фракції та легкоуглини-ковим гранулометричним складом, що не дозволяє затримуватись новоутвореним гумусовим речовинам у верхньому горизонті, тому відбувається поступове їх транспортування в нижчі горизонти. Ґрунти характеризуються прогресивно-аккумулятивним розподілом вмісту гумусу за профілем. Органогенні торфовища низинні є середньозольними за вмістом золи, а також зазначено динаміку до зниження зольності вниз за профілем. Відносно великий показник зольності в досліджуваних торфовищах низинних можна пояснити близькістю їх до русла річки Ставчанки та низьким гіпсометричним рівнем залягання цих ґрунтів над рівнем води в руслі річки, що приводить до періодичного поповнення на їх поверхні мінеральними речовинами, привнесеними в завислому стані паводковими та повеневими водами під час розливу річки. Реакція ґрунтового розчину коливається від дуже кислої в торфовищах, до нейтральної – у нижніх горизонтах дернових і лучних ґрунтів. Ступінь гідролітичної кислотності коливається в широких межах – від дуже низького в дернових і лучних ґрунтах, до дуже високого – у торфовищах низинних. Показник суми увібраних основ є середнім у дернових і підвищений – у лучних ґрунтах. Ступінь насичення основами підвищений у межах усього профілю мінеральних ґрунтів. Отримані результати досліджень стануть у пригоді землевласникам і землекористувачам території досліджень під час ведення науково обґрунтованої господарської діяльності на цих землях. Результати досліджень уже стали у пригоді під час правильного вибору деревних культур (модрини європейської, дуба черешчатого, сосни чорної та липи вузьколистої) для створення рекреаційної зони в долині річки Ставчанки.

Ключові слова: органогенні і мінеральні ґрунти, долина річки, фізико-хімічні властивості ґрунтів.

Nakonechnyy Yuriy. Physico-chemical properties of the soils of the Stavchanka river valley in the boundaries of the city of Pustomyty

The physicochemical properties of the soils of the Stavchanka River valley within the Pustomyty city were studied, namely: humus content, ash content, acid-base properties, the amount of absorbed bases and the degree of soil saturation with bases. The Stavchanka River is a left tributary of the second order of the Dniester River. It was established that the studied mineral turf and meadow soils belong to low and medium humus. Such a low humus content can be explained by the high content of the sand fraction and the light loam granulometric composition, which does not allow newly formed humic substances to linger in the upper horizon, so their gradual transportation to the lower horizons occurs. The soils are characterized by a progressive and accumulative distribution of humus content along the profile. Organogenic lowland peatlands are medium-ash in terms of ash content, and a trend towards a decrease in ash content down the profile was also noted. The relatively high level of ash content in the studied lowland peatlands can be explained by their proximity to the bed of the Stavchanka River and the low hypsometric level of these soils above the water level in the river bed, which leads to the periodic replenishment of their surface with mineral substances brought in a suspended state by flood and flood waters when the river overflows. The reaction of the soil solution ranges from very acidic in peatlands to neutral in the lower horizons of sod and meadow soils. The degree of hydrolytic acidity varies widely – from very low in turf and meadow soils to very high in lowland peatlands. The index of the amount of absorbed bases is average in turf soils and elevated in meadow soils. The degree of saturation with bases is increased within the entire profile of mineral soils. The obtained research results will be useful to landowners and land users of the research area when conducting scientifically based economic activities on these lands. The results of the research have already come in handy for the correct selection of tree crops (European larch, petiole oak, black pine and narrow-leaved linden) for the creation of a recreation area in the valley of the Stavchanka River.

Key words: organic and mineral soils, river valley, physical and chemical properties of soils.

Вступ. Ґрунтовий покрив заплавно-долинних територій, порівняно із плакорними автоморфними ґрунтами, є не досить вивчений. Особливо це стосується долин невеликих рік, до яких належить і Ставчанка. Під час великомасштабних досліджень і наступних їх коригувань зовсім мало розрізів було закладено в заплавах цих рік. Тому комплексні дослідження ґрунтового покриву в долинах і заплавах малих і середніх рік із вивченням всього спектра морфологічних, фізичних, фізико-хімічних властивостей ґрунтів, які б дали

можливість побудувати якісно нові, з використанням ГІС-технологій, ґрунтові карти з більш точними контурами та ґрунтовими виділами, мають значну перспективу та господарське значення.

Об'єктом наших досліджень були ґрунти долини річки Ставчанки (ліва притока 2-го порядку р. Дністер) у межах міста Пустомити Львівської області. Предметом досліджень – фізико-хімічні властивості ґрунтів долини річки Ставчанки в межах міста Пустомити.

Матеріали та методи. Матеріалом даного дослідження стали праці таких учених у галузі ґрунтознавства та географії ґрунтів: Г.О. Андрущенко, В.Г. Гаськевича, М.В. Нецик, Ю.І. Наконечного, С.П. Позняка, Р.С. Трускавецького й інших [1–8]. Для вивчення фізико-хімічних властивостей ґрунтів долини Ставчанки в межах міста Пустомити ми використовували морфолого-генетичний (профільний), порівняльно-аналітичний і лабораторні методи. Фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунтів ми визначали в навчально-науковій лабораторії аналізу ґрунтів і природних вод географічного факультету ЛНУ імені Івана Франка такими методами: 1) гранулометричний склад ґрунту – методом Качинського з підготовкою пірофосфатним методом за С.І. Долговою й А.І. Лічмановою; 2) гумус – методом Тюріна в модифікації Нікітіна; 3) зольність – методом прожарювання; 4) рН водної та сольової витяжки – потенціометрично зі скляним електродом; 5) гідролітичну кислотність – методом Каппена; 6) обмінні катіони Ca^{2+} , Mg^{2+} – методом Гедройца, витісненням 0,05N HCl і подальшим титруванням трилоном Б.

Результати. Знання характеру та напряму хімічних і фізико-хімічних процесів дає змогу встановити закономірності ґрунтоутворення, а також можливість з'ясувати генезис ґрунтів. Поєднання заплавної й алювіальної процесів у заплавах рік зумовлює суттєві відмінності хімічних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів у різних частинах заплави [5].

З фізико-хімічних властивостей ґрунтів ми в лабораторних умовах досліджували у ґрунтах долини р. Ставчанка у межах м. Пустомити такі показники: вміст мулу, зольність торфу, кислотно-основні властивості ґрунтів, вміст обмінних катіонів, розрахунково – ступінь насичення ґрунтів основами.

Вміст гумусу. Гумусовий стан – це сукупність різних форм, хімічного складу та процесів трансформації та міграції органічних речовин у генетичному про-

філі ґрунтів. Гумусовий стан розглядається як важливий і специфічний результат ґрунтоутворення. Ґрунтоутворний процес тісно пов'язаний із накопиченням і колообігом органічної речовини – одного з важливих компонентів ґрунту. Органічні речовини ґрунту є джерелом елементів живлення для рослин, що вивільняються у процесі мінералізації гумусу. Гумусові речовини інтенсивно впливають на структуроутворення, тим самим і на фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунтів [5]. Показники гумусового стану (вміст гумусу у ґрунті, його профільний розподіл, якісний склад та інші показники) тісно пов'язані із чинниками ґрунтоутворення та використовуються для діагностики та встановлення генезису ґрунтів.

Ми досліджували вміст гумусу та його профільний розподіл лише в мінеральних дернових і лучних ґрунтах долини р. Ставчанка.

За вмістом гумусу досліджувані ґрунти належать до середньо- і низькогумусних. За розподілом речовин у ґрунтового профілі дернові та лучні ґрунти належать до акумулятивного типу прогресивно-акумулятивного підтипу (табл. 1).

Досліджувані дернові ґрунти за вмістом гумусу у верхньому гумусово-акумулятивному горизонті належать до низькогумусних. У цих ґрунтах вміст гумусу в горизонті *H* становить 2,55%. Такі досить низькі показники вмісту гумусу у ґрунтах заплавно-долинних ландшафтів можна пояснити високим вмістом піщаної фракції та легкосуглинковим гранулометричним складом, що не дозволяє затримуватись новоутвореним гумусовим речовинам у верхньому горизонті, тому відбувається поступове їх транспортування в горизонти, що залягають нижче. Тому, як уже зазначалося, досліджувані дернові ґрунти характеризуються прогресивно-акумулятивним розподілом вмісту гумусу за профілем. Із глибиною цей показник поступово знижується до 0,28% – у слабогумусованій ґрунтоутворній породі на глибині 59–78 см (табл. 1).

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості ґрунтів долини р. Ставчанка в межах м. Пустомити

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Вміст гумусу, %	рН		Гідролітична кислотність, ммоль на 100 г ґрунту	Сума увібраних основ, ммоль на 100 г ґрунту	Ступінь насичення ґрунтів основами, %	Зольність, %
			водне	сольове				
Торфовище низинне добре розкладене на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 1-П								
T ₁ gl	7–26	–	5,32	4,30	15,53			21,78
T ₂ gl	26–42	–	5,98	4,90	12,68			16,37
Дерновий глибокий глеюватий легкосуглинковий на давньоалювіальних відкладах, розріз № 2-П								
H	10–30	2,55	6,13	5,42	3,50	13,2	79,0	–
	30–45	2,14	6,30	5,57	2,56	10,4	80,2	–
H _p gl	45–59	1,67	6,41	6,20	2,07	9,6	82,2	–
Phgl	59–78	0,28	6,62	6,35	–			–
PGl	78–100	–	6,71	6,38	–			–
Лучний глеюватий легкосуглинковий на давньоалювіальних відкладах, розріз № 3-П								
H ₁	6–22	4,17	6,08	4,71	6,13	18,2	74,8	–
H ₂	22–48	3,43	6,21	5,37	3,50	17,8	83,6	–
H _p (gl)	48–67	2,16	6,26	5,57	1,97	16,1	89,1	–
Phgl	67–84	1,28	6,37	5,65	1,65			–
P(h)gl	84–112	0,81	6,48	5,88	–			–
PGl	112–135	–	6,50	6,13	–			–

Досліджувані лучні ґрунти за вмістом гумусу у верхній частині гумусово-аккумулятивного горизонту належать до середньогумусних.

У цих ґрунтах вміст гумусу в горизонті H_1 становить 4,17%. Такі показники також є дещо нижчими серед аналогічних ґрунтів заплавлік Західного регіону України, у яких вміст гумусу може сягати шести та навіть більше семи процентів [1; 4; 5]. Це також можна пояснити легким гранулометричним складом і високим вмістом піску в товщі ґрунтів. Проте варто зазначити глибоку гумусованість профілю досліджуваних лучних ґрунтів, що є характерною рисою лучних ґрунтів заплавлік. У другому гумусовому горизонті на глибині 22–48 см вміст гумусу становить 3,43%, а у слабогумусованій ґрунтоутвірній породі на глибині 84–112 см усе ще становить майже 1% (0,81%) (табл. 1).

Зольність. Визначення зольності є першочерговим і обов'язковим завданням лабораторно-аналітичних досліджень торфу та торфових ґрунтів. Воно має загальне значення, незалежно від цільового призначення торфу чи торфовища. Зольність характеризує вміст у загальній масі торфу мінерального залишку після повного згоряння торфу за температури не вище 520 °C [2; 8]. Зольність і склад золи торфу є важливими оцінними показниками його якості. Зольність впливає на фізичні та хімічні показники, особливо на такі, як щільність будови, щільність твердої фази, шпаруватість, уміст валового азоту, калію, показник кислотності, вологемність, вбирна здатність. Тому об'єктивне оцінювання якості торфу за параметрами доступних рослинам біофільних елементів, продуктивної вологи, водорозчинних солей і органічних речовин здійснюється з обов'язковим урахуванням зольності торфу. Маючи величину зольності, можна розрахувати з відповідною вірогідністю щільність будови, щільність твердої фази, шпаруватість, уміст валових – органічного вуглецю, азоту, калію (у безкарбонатному торфі), кальцію (у карбонатному торфі) [8].

Ми досліджували вміст золи лише в торфовищах низинних (табл. 1).

Згідно із класифікацією торфових ґрунтів за вмістом золи Р.С. Трускавецького [8], досліджувані торфовища низинні долини р. Ставчанка належать до середньозольних. У морфологічній будові профілю цих ґрунтів ми виділили всього два генетичні горизонти (шари торфу) через близький рівень залягання ґрунтових вод. Розділили їх за ступенем розкладу органіки на доброта середньорозкладений. Щоправда, під час лабораторного визначення зольності відібраних зразків торфу методом прожарювання було встановлено, що верхній шар торфу (горизонт T_1) має зольність 21,78%, а другий шар торфу (горизонт T_2) має дещо нижчу зольність – 16,37%. Це, загалом, підтверджує польовий опис щодо ступеня розкладу органічної речовини, проте обидва торфові горизонти характеризуються як середньозольні (див. табл. 1).

Відносно великий показник зольності в досліджуваних торфовищах низинних можна пояснити близькістю їх до русла р. Ставчанка та низьким гіпсометричним

рівнем залягання цих ґрунтів над рівнем води в руслі річки. Це призводить до періодичного поповнення на їхній поверхні мінеральними речовинами, привнесеними в завислому стані паводковими та повеневими водами під час розливів річки. Це і призводить до збільшення зольності досліджуваних торфовищ.

Кислотнo-основні властивості. Реакція ґрунтового розчину є важливим показником фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Кислотнo-основні властивості мають велике значення для розуміння та теоретичного обґрунтування багатьох процесів, які відбуваються у ґрунті на різних стадіях його еволюції. Кислотнo-основні властивості є найбільш динамічними показниками фізико-хімічних особливостей ґрунтів, інтенсивно змінюючись у просторі та часі залежно від трансформації елементарних ґрунтових процесів та впливу агрогенної еволюції ґрунтів [7].

Кислотнo-основні властивості ґрунтів характеризуються величинами рН водного розчину (актуальна кислотність), рН сольового розчину (обмінна кислотність) і гідролітичною кислотністю. Ці величини ми і досліджували в лабораторних умовах.

За показником рН водного розчину досліджувані ґрунти характеризуються реакцією від кислої до нейтральної ґрунтового розчину (див. табл. 1). У торфовищах низинних значення рН водної витяжки коливаються в межах 5,32–5,98 і підвищуються вниз за профілем. Отже, у горизонті T_{1gl} реакція ґрунтового розчину є кислою, а в горизонті T_{2gl} зміщується до слабкокислої. У дернових ґрунтах значення рН водної витяжки коливаються в межах 6,13–6,71 з тенденцією до збільшення цього показника вниз за профілем. Відповідно, у верхній частині гумусового горизонту реакція ґрунтового розчину є слабкокислою (рН водне – 6,13), а вниз за профілем у напрямку до ґрунтоутвірної породи поступово зміщується до нейтральної (рН водне – 6,71). У лучних ґрунтах значення рН водного коливаються у вузьких межах – 6,08–6,50, як і в торфовищах низинних і дернових ґрунтах, з тенденцією до збільшення цього показника вниз за профілем. У межах усього профілю реакція ґрунтового розчину є слабкокислою (див. табл. 1).

За показником рН сольового ці ґрунти характеризуються від сильнокислої до нейтральної реакцією ґрунтового розчину. У торфових ґрунтах значення рН сольової витяжки коливаються в межах 4,30–4,90 і зростають вниз за профілем. Відповідно, у горизонті T_{1gl} реакція ґрунтового розчину є сильнокислою, а в горизонті T_{2gl} зміщується до кислої. У дернових ґрунтах значення рН сольового коливаються в межах 5,42–6,38 із тенденцією до збільшення цього показника вниз за профілем. Відповідно, у верхній частині гумусового горизонту реакція ґрунтового розчину є слабкокислою (рН сольове – 5,42), а вниз за профілем у напрямку до ґрунтоутвірної породи поступово зміщується до нейтральної (рН сольове – 6,38). У лучних ґрунтах значення рН сольового коливаються в широких межах – 4,71–6,13, як і в торфових і дернових ґрунтах, з тенденцією до збільшення цього показника вниз за профілем. У верхньому гумусо-

вому горизонті реакція ґрунтового розчину є кислою (рН сольове – 4,71), а у ґрунтотвірній породі зміщується до нейтральної (рН сольове – 6,13) (див. табл. 1).

Наші дослідження показника гідролітичної кислотності у ґрунтах долини р. Ставчанка в околицях міста Пустомити показали, що цей показник, на відміну від двох попередніх показників кислотно-основних властивостей ґрунтів (рН водного та сольового розчинів), коливається в дуже широких межах (від 1,97 до 15,53 ммоль/100 г ґрунту), що характеризує її від дуже низької до дуже високої. Також спостерігається тенденція до зниження цього показника в напрямку до ґрунтотвірної. Найвищою гідролітична кислотність спостерігається в торфовищах низинних (12,68–15,53 ммоль/100 г ґрунту), що характеризує її як дуже високу. Виявлено тенденцію до зниження цього показника вниз за профілем. У дернових ґрунтах гідролітична кислотність коливається у вузьких межах – від низької в перехідному до породи горизонті (2,07 ммоль/100 г ґрунту) до середньої – у верхній частині гумусового горизонту (3,50 ммоль/100 г ґрунту). Тенденція до зниження цього показника зберігається й у цих ґрунтах. У лучних ґрунтах значення гідролітичної кислотності коливаються в дуже широких межах – від дуже низької в перехідному до породи горизонті (1,97 ммоль/100 г ґрунту), до дуже високої – у верхній частині гумусового горизонту (6,13 ммоль/100 г ґрунту). Значення також знижуються вниз за профілем (див. табл. 1).

Сума ввібраних основ. Ємність катіонного обміну та склад увібраних катіонів-основ кількісно характеризують фізико-хімічну вбирну здатність ґрунту і є однією з найважливіших його властивостей. Здатність утримувати деяку кількість катіонів в обмінній формі визначає величину ємності вбирання ґрунту, яка залежить від вмісту високодисперсних частинок у ґрунті, хімічного та мінералогічного складу ґрунтових колоїдів, реакції ґрунтового розчину [3]. Вплив рН ґрунтового розчину на величину суми ввібраних основ і ємності вбирання катіонів проявляється так: з підвищенням рН зростає ємність вбирання, а йони Гідрогену дифузного шару від'ємно заряджених колоїдів заміщуються на катіони основ [3].

Показник суми ввібраних основ ми розраховували на основі лабораторного визначення катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} у мінеральних дернових і лучних ґрунтах долини р. Ставчанка в межах м. Пустомити. У досліджуваних дернових ґрунтах сума ввібраних основ є середньою в гумусовому горизонті, де її значення становлять 13,2 ммоль/100 г ґрунту. Униз за профілем вона знижується до 10,4 ммоль/100 г ґрунту в нижній частині гумусово-аккумулятивного горизонту і до 9,6 ммоль/100 г ґрунту в перехідному до породи горизонті, де сума ввібраних основ є низькою. У досліджуваних лучних ґрунтах сума ввібраних основ є підвищеною в гумусово-аккумулятивному горизонті, де її значення становлять 18,2 ммоль/100 г ґрунту. Униз за профілем вона, як і в дернових ґрунтах, має тенденцію до зниження із 17,8 ммоль/100 г ґрунту у другому гумусовому горизонті до 16,1 ммоль/100 г ґрунту в перехідному до породи горизонті (див. табл. 1).

Ступінь насичення ґрунтів основами. За ступенем насичення основами можна дізнатися, яку частину всіх увібраних катіонів становлять убірні основи. Виражають його у відсотках. У разі ступеня насичення менше 100% ґрунти відносять до групи ненасичених основами. Визначати ступінь насичення основами необхідно для встановлення потреби ґрунту у вапнуванні та розрахунку дози вапна [6].

Ступінь насичення ґрунтів основами ми розраховували тільки в мінеральних дернових і лучних ґрунтах долини р. Ставчанка в межах м. Пустомити за допомогою даних суми ввібраних основ і гідролітичної кислотності. У досліджуваних дернових ґрунтах ступінь насичення ґрунтів основами в межах усього профілю підвищений. Значення коливаються в межах 79–82,2%. Спостерігається тенденція до збільшення цього показника вниз за профілем. Досліджувані лучні ґрунти також характеризуються підвищеним ступенем насичення основами. Щоправда, діапазон значень є дещо ширшим (74,8–89,1%). Як і в дернових, у досліджуваних лучних ґрунтах спостережено зростання ступеня насичення основами в напрямку до ґрунтотвірної породи (див. табл. 1).

Висновки. Проведені дослідження фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів долини р. Ставчанка в межах м. Пустомити показали, що:

- за вмістом гумусу в гумусово-аккумулятивному горизонті досліджувані мінеральні ґрунти належать до низько- та середньогумусних, характеризуються прогресивно-аккумулятивним розподілом вмісту гумусу за профілем ґрунтів;
- торфовища низинні є середньозольними за вмістом золи. Відмічено динаміку до незначного зниження показника зольності вниз за профілем;
- реакція ґрунтового розчину коливається в широких межах – від дуже кислої до нейтральної; ступінь гідролітичної кислотності також коливається в широких межах – від дуже низького до дуже високого;
- сума ввібраних основ у досліджуваних мінеральних ґрунтах є середньою та підвищеною по всьому профілю. Спостерігається тенденція до зниження цього показника в напрямку до ґрунтотвірної породи, що пояснюється одночасним зниженням вмісту гумусу та збільшенням умісту піщаної фракції униз за профілем досліджуваних ґрунтів;
- досліджувані мінеральні дернові та лучні ґрунти мають підвищений ступінь насичення основами.

Отримані результати досліджень стануть у пригоді землевласникам і землекористувачам території досліджень під час ведення науково обґрунтованої господарської діяльності на цих землях. Результати наших досліджень уже сприяли правильному вибору деревних культур (модрини європейської, дуба черешчатого, сосни чорної та липи вузьколистої) для створення рекреаційної зони в долині р. Ставчанка у квітні 2023 р. Це стало можливим за сприяння керівництва Пустомитівської територіальної громади й у співпраці з кафедрою ґрунтознавства і географії ґрунтів ЛНУ імені Івана Франка.

Література:

1. Андрущенко Г.О. Ґрунти Західних областей УРСР. Львів ; Дубляни : Вільна Україна, 1970. 181 с.
2. Гаськевич В.Г., Нецик М.В. Торфові ґрунти Малого Полісся : монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2015. 198 с.
3. Гаськевич В.Г., Павлюк Н.М. Сірі лісові ґрунти Опілля : монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 322 с.
4. Ґрунти Львівської області : колективна монографія / ред. С.П. Позняк. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 424 с.
5. Наконечний Ю.І., Позняк С.П. Ґрунти заплави ріки Західний Буг : монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 220 с.
6. Наконечний Ю.І. Практикум із ґрунтознавства і географії ґрунтів. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2012. 374 с.
7. Позняк С.П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів : підручник : у 2 ч. Ч. 1. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 270 с.
8. Трускавецький Р.С. Торфові ґрунти і торфовища України. Харків : Міськдрук, 2010. 278 с.

References:

1. Andrushchenko, H.O. (1970). Grunty Zakhidnykh oblastei URSR [Soils of the Western regions of the Ukrainian SSR]. Lviv – Dubliany : Vilna Ukraina, 181 s. [in Ukrainian].
2. Haskevych, V.H., Netsyk, M.V. (2015). Torfovi grunty Maloho Polissia: monohrafiia [Peat soils of Male Polissia: monograph]. Lviv: LNU imeni Ivana Franka, 198 s. [in Ukrainian].
3. Haskevych, V., Pavliuk, N. (2011). Siri lisovi grunty Opillia: monohrafiia [Gray forest soils of Opilya: monograph]. Lviv: LNU imeni Ivana Franka, 322 s. [in Ukrainian].
4. Grunty Lvivskoi oblasti : kolektyvna monohrafiia (2020) [Soils of the Lviv region: collective monograph] / red. S.P. Pozniak. Lviv: LNU imeni Ivana Franka, 424 s. [in Ukrainian].
5. Nakonechnyi, Yu.I., Pozniak, S.P. (2011). Grunty zaplavy riky Zakhidnyi Buh : monohrafiia [Soils of the floodplains of the Western Bug River: monograph]. Lviv: LNU imeni Ivana Franka, 220 s. [in Ukrainian].
6. Nakonechnyi, Yu.I. (2013). Praktykum z gruntoznastva i heohrafiï gruntiv [Workshop on soil science and soil geography]. Vydavnychiy tsentr LNU im. I. Franka, Lviv, 374 s. [in Ukrainian].
7. Pozniak, S.P. (2010). Gruntoznastvo i heohrafiia gruntiv : pidruchnyk [Soil science and soil geography: textbook]. U dvokh chast. Ch. 1. Lviv: LNU imeni Ivana Franka, 270 s. [in Ukrainian].
8. Truskavetskyi, R.S. (2010). Torfovi grunty i torfovyshcha Ukrainy [Peat soils and peatlands of Ukraine]. Kh.: Miskdruk, 278 s. [in Ukrainian].

НОТАТКИ

Наукове видання

СЛОБОЖАНСЬКИЙ НАУКОВИЙ ВІСНИК

Серія: Природничі науки

Науковий журнал

Випуск 1, 2024

Коректура • Н. Ігнатова

Комп'ютерна верстка • О. Молодецька

Підписано до друку: 01.03.2024 р.
Формат 60x84/8. Times New Roman.
Папір офсет. Цифровий друк. Ум. друк. арк. 16,04.
Замов. № 0424/257. Наклад 100 прим.

Видавничий дім «Гельветика»
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Телефон +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.