

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



СЛОБОЖАНСЬКИЙ НАУКОВИЙ ВІСНИК

Серія: Природничі науки

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Випуск 2, 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 № 4 від 25.11.2024 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, завідувач кафедри охорони праці та навколишнього середовища,
Український державний університет залізничного транспорту

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
Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка

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.

Мови видання: українська, англійська, німецька, польська, іспанська, французька, болгарська.

ЗМІСТ

1. БІОЛОГІЯ

Красова Ольга Олександрівна, Федорчак Ельвіра Рафіківна, Шоль Галина Назарівна, Шкута Світлана Іванівна, Павленко Анатолій Олегович Спонтанна дендрофлора та деревно-чагарникова рослинність території впливу виробничих об'єктів Південного гірничо-збагачувального комбінату (Кривий Ріг).....	7
Литвиненко Юлія Іванівна, Вакал Анатолій Петрович, Степанець Ірина Миколаївна Фітопатогенні мікроміцети ботанічного саду Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка.....	16
Плужник Андрій Володимирович, Джаган Вероніка Володимирівна Попередні відомості про гастероїдні гриби національного природного парку «Холодний Яр».....	24
Торяник Валентина Миколаївна, Горпиненко Аліна Віталіївна Поширеність трансфузійно-трансмисивних інфекцій серед донорів Сумського відділення заготівлі крові та її компонентів ТОВ «ЦСК «БІОФАРМА ПЛАЗМА».....	31
Чернік Ігор Валерійович, Піда Світлана Василівна, Тригуба Олена Василівна, Мацюк Оксана Богданівна Вплив бактеріальних препаратів на накопичення фотосинтетичних пігментів у листках <i>Cicer arietinum</i> L.....	36

2. ЕКОЛОГІЯ

Крючкова Валерія Валеріївна, Тихомирова Тетяна Сергіївна Вплив стічних вод, утворених при Пранні текстильних виробів, на якість ґрунтів.....	42
Скиба Галина Віталіївна, Кірейцева Ганна Вікторівна, Герасимчук Олена Леонтіївна, Циганенко-Дзюбенко Ілля Юрійович, Хоменко Світлана Володимирівна Визначення та прогнозування вмісту есенціальних важких металів у поверхневих водах урбанізованих ділянок річки Тетерів (Житомир).....	50
Харченко Юлія Володимирівна, Дашутіна Аріна Андріївна Органічне виробництво та споживання: дослідження в контексті Сумської області.....	58

3. ГЕОГРАФІЯ

Вовкунович Михайло Олексійович Історія екологічного вивчення природних умов та екзогенних процесів басейну річки Боржава (Закарпатська область).....	65
Кисельов Юрій Олександрович Геософічні аспекти формування території України.....	77
Пацюк Вікторія Сергіївна Індустріальна спадщина: концептуальні підходи до виділення та класифікації об'єктів.....	84

4. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

Вакал Юлія Сергіївна, Мацак Станіслав Вячеславович Гідрохімічний склад природних джерел м. Суми та с. Степанівка.....	92
Клок Сергій Володимирович, Корнус Анатолій Олександрович, Бобир Ольга Олегівна, Корнус Олеся Григорівна, Данильченко Олена Сергіївна Аналіз локальних кліматичних змін за результатами спостережень на метеорологічній станції Бориспіль.....	98
Коптева Тетяна Сергіївна До питання вивчення двоярусності антропогенних ландшафтів	107

CONTENT

1. BIOLOGY

Krasova Olga, Fedorchak Elvira, Shol Halyna, Shkuta Svitlana, Pavlenko Anatoliy Spontaneous dendroflora and tree-shrub vegetation of territory influenced by production facilities of Southern ore-dressing combine (Kryvyi Rih).....	7
Lytvynenko Yulia, Vakal Anatolii, Stepanets Iryna Phytopathogenic micromycetes of the Botanical garden of Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenka.....	16
Pluzhnyk Andrii, Dzhagan Veronika Previous information on gasteroid fungi of the Kholodnyi Yar National Nature Park.....	24
Torianyk Valentyna, Horpynenko Alina Prevalence of transfusion-transmission infections among donors of the Sumy department of procurement of blood and its components LLC “CBS “BIOPHARMA PLASMA”.....	31
Chernik Igor, Pyda Svitlana, Tryhuba Olena, Matsiuk Oksana The effect of bacterial preparations on the accumulation of photosynthetic pigments in the leaves of <i>Cicer arietinum</i> L.....	36

2. ECOLOGY

Kriuchkova Valeriiya, Tykhomyrova Tetiana Wastewater from textile products washing impact on soil quality.....	42
Skyba Halyna, Kireitseva Hanna, Herasymchuk Olena, Tsyhanenko-Dziubenko Illia, Khomenko Svitlana Determination and prediction of the content of essential heavy metals in surface waters of urbanized areas of the Teteriv river (Zhytomyr).....	50
Kharchenko Yuliia, Dashutina Arina Organic production: research in the context of the Sumy region.....	58

3. GEOGRAPHY

Vovkunovych Mykhailo History of ecological study of natural conditions and exogenous processes of the Borzhava river basin (Transcarpathian region).....	65
Kyselov Yurii Geospherical aspects of shaping territory of Ukraine.....	77
Patsiuk Viktoriia Industrial heritage: conceptual approaches to the identification and classification of objects.....	84

4. EARTH SCIENCES

Vakal Yuliia, Matsak Stanislav

Hydrochemical composition of natural springs in the city of Sumy and the village of Stepanivka.....92

Klok Serhii, Kornus Anatolii, Bobyr Olha, Kornus Olesia, Danylchenko Olena

Analysis of local manifestations of climate change based on observations at the Boryspil meteorological station.....98

Koptieva Tetiana

To the question of studying the duality of anthropogenic landscapes.....107

1. БІОЛОГІЯ

УДК 581.52:634.942:631.619 (477.63)

DOI <https://doi.org/10.32782/naturalspu/2024.2.1>

СПОНТАННА ДЕНДРОФЛОРА ТА ДЕРЕВНО-ЧАГАРНИКОВА РОСЛИННІСТЬ ТЕРИТОРІЇ ВПЛИВУ ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТІВ ПІВДЕННОГО ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО КОМБІНАТУ (КРИВИЙ РІГ)

Красова Ольга Олександрівна,

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

Федорчак Ельвіра Рафіківна,

кандидат біологічних наук,
молодший науковий співробітник відділу оптимізації техногенних ландшафтів
Криворізького ботанічного саду Національної академії наук України
ORCID ID: 0000-0002-8098-9044
Scopus Author ID: 57218568838

Шоль Галина Назарівна,

науковий співробітник відділу природної та культурної флори
Криворізького ботанічного саду Національної академії наук України
ORCID ID: 0000-0003-1504-7023
Scopus Author ID: 57219055261

Шкута Світлана Іванівна,

провідний інженер відділу оптимізації техногенних ландшафтів
Криворізького ботанічного саду Національної академії наук України
ORCID ID: 0000-0002-0874-2522

Павленко Анатолій Олегович,

провідний інженер відділу оптимізації техногенних ландшафтів
Криворізького ботанічного саду Національної академії наук України
ORCID ID: 0000-0003-1156-8737

Стаття присвячена питанням формування дендрорізноманіття (дендрофлори та деревно-чагарникової рослинності) на техногенно дестабілізованій території, яка, водночас, має статус «смарагдового» об'єкту – «Долина середнього Інгульця». На площі понад 56 км², що знаходиться під впливом виробничих об'єктів одного з найбільших гірничо-збагачувальних комбінатів Кривого Рогу, виявлено 61 вид деревних рослин, які належать до 44 родів та 24 родин; з них 28 видів аборигенних (представників місцевої флори) та 33 – заносних (адвентивних). У таксономічному спектрі дендрофлори до першої тріади увійшли родини Rosaceae (31,2%, 19 видів), Fabaceae (9,9%, 6 видів) та Salicaceae (8,3%, 5 видів). Спільними у складі спонтанної дендрофлори техногенних і природних полігонів є 21 вид; серед них децю переважають аборигенні (12 видів). Територіальний розподіл видів на моніторингових полігонах до певної міри визначається типами дисемінації рослин. Кількість видів-ендзоохорів, є приблизно однаковою на техногенних і природних полігонах (відповідно 21 та 19). Цей спосіб дисемінації майже в однаковій мірі притаманний як аборигенним, так і заносним видам (16-ти та 14-ти відповідно). Число анемохорних видів значно вище на техногенних утвореннях (відповідно 16 та 7). У складі природного рослинного покриву долини Інгульця та балкових систем лігностовий компонент представлений листяними чагарниками (*Fruticeta foliosa*) і чагарниковими степами (*Steppa fruticeta*). З позиції класифікації біотопів, перший тип угруповань належать до біотопу Ч4.1 Мезофільні і ксеромезофільні чагарники, другий – до Ч4.2 Степові чагарники. У межах техногенних моніторингових полігонів виділяються нещодавно сформовані технотопи (біотоп С3.5 Антропогенні відслонення та відвали без рослинності), для яких характерне дифузне розміщення поодиноких екземплярів деревних рослин, та біотопи рудеральних заростей дерев і кущів (біотоп Д1.8 Антропогенні широколистяні ліси), де біологічне освоєння субстратів відбувалося протягом кількох десятиліть. Отримані результати є основою пізнання динамічних тенденцій деревно-чагарникових угруповань, їх струк-

турних перебудов, флористичного наповнення та базисом для розроблення і впровадження системи коригуючого управління розвитком рослинного покриву техногенних екосистем Криворіжжя.

Ключові слова: дендрофлора, деревно-чагарникова рослинність, природні та техногенні ландшафти, типи дисемінації, синантропізація, гірничо-збагачувальний комбінат.

Krasova Olga, Fedorchak Elvira, Shol Halyna, Shkuta Svitlana, Pavlenko Anatoliy. Spontaneous dendroflora and tree-shrub vegetation of territory influenced by production facilities of Southern ore-dressing combine (Kryvyi Rih)

The article is devoted to the issue of the formation of arboreal diversity (dendroflora and tree-shrub vegetation) in the technogenically destabilized territory, which, at the same time, has the status of an "emerald" object – "Middle Inhulets river valley". On the area of more than 56 km², which is under the influence of the production facilities of one of the largest mining and ore-dressing combines in Kryvyi Rih, we found 61 species of woody plants, which belong to 44 genera and 24 families; of them, 28 species are indigenous (representatives of the local flora) and 33 are introduced (adventive). In the taxonomic spectrum of dendroflora, the first triad included the families Rosaceae (31.2%, 19 species), Fabaceae (9.9%, 6 species) and Salicaceae (8.3%, 5 species). The spontaneous dendroflora of technogenic and natural studied sites has 21 species in common; among them, aboriginal species predominate (12 species). The territorial distribution of species on the monitoring sites is to some extent determined by the types of plant dissemination. The number of endozoochor species is approximately the same in man-made and natural sites (21 and 19, respectively). This method of dissemination is almost equally characteristic of both native and introduced species (16 and 14, respectively). The number of anemochorous species is significantly higher on man-made formations (16 and 7, respectively). In the composition of the natural vegetation cover of the Inhulets river valley as well as gully systems, the woody component is represented by leafy shrubs (*Fruticeta foliosa*) and shrub steppes (*Steppa fruticeta*). From the standpoint of classification of biotopes, the first type of communities belongs to the biotope "Mesophilic and xeromesophilic shrubs", the second one – to "Steppe shrubs". Within the technogenic monitoring sites, recently formed technotopes (biotope "Anthropogenic outcrops and dumps without vegetation") are distinguished, which are characterized by the diffuse placement of single specimens of woody plants, and biotopes of ruderal thickets of trees and shrubs (biotope "Anthropogenic broad-leaved forests"), where biological development of substrates took place over several decades. The obtained results are the basis for learning the dynamic trends of tree-shrub communities, their structural rearrangements, floristic filling and the basis for the development and implementation of a corrective management system for the development of vegetation cover in technogenic ecosystems of Kryvorizhzhia.

Key words: dendroflora, tree-shrub vegetation, natural and technogenic landscapes, types of dissemination, synanthropization, mining and ore-dressing combine.

Вступ. Одним із найбільших промислових підприємств Кривого Рогу – найстарішого центру із видобутку залізної руди в Україні, – є Акціонерне Товариство «Південний гірничо-збагачувальний комбінат» (Південний ГЗК). Загальна площа його в межах санітарно-захисної зони становить понад 56 км². Територія зони впливу виробничих потужностей комбінату винятково гетерогенна в ландшафтно-екологічному аспекті. Її перетинає річка Інгулець, долина якої на цьому відрізку течії має статус об'єкту Смарагдової мережі – «Долина середнього Інгульця» (UA0000310 Middle Inhulets river valley) [1]. Однак, природні ландшафти тут зазнали докорінного техногенного перетворення. На території комбінату знаходяться низка промислових майданчиків, потужний кар'єр, два великих діючих відвали розкритих порід та невеликі відвали, виведені з експлуатації; два хвостосховища, у які скидаються відходи збагачення залізної руди. На тлі зони техногенезу виділяються окремі локалітети з відносно добре збереженою природною ландшафтною основою та рослинним покривом.

Звичайно, між природними та техногенними ландшафтами відбувається активна взаємодія. Так, у ландшафтах зон техногенезу набувають розвитку ґрунтово-біотичні похідні процеси – розвиток рослинного та ґрунтового покриву, заселення біотою гірничо-промислових ландшафтів. Вважається, що швидкість формування рослинного покриву відвалів значною мірою обумовлюється наявністю або відсутністю безпосереднього контакту їх територій із природними ландшафтами. Водночас, у техногенних ландшафтах створюються передумови для формування нових рослинних

угруповань і створення екосистем, які не є властивими для степової зони, в межах якої розташований Криворізький регіон [2, с. 97]. Насамперед, це стосується азональної деревної рослинності.

Вважається, що в дестабілізованих урбоекосистемах провідну роль в оптимізації середовища відіграє саме деревна рослинність: це, зокрема, стабілізація клімату, акумуляція промислових та транспортних викидів, осадження пилу, зниження шуму, поглинання надлишкової сонячної радіації, запобігання ерозійним процесам [3, с. 1; 4, с. 1]. На думку деяких спеціалістів, саме деревні рослинні угруповання, навіть за умов зміни клімату, характеризуються стійкістю до зовнішніх чинників, незважаючи на те, що умови деєставації земель є дуже складними й несприятливими для їх росту і розвитку [5, с. 12].

Метою роботи є виявлення видового складу, взаємовпливу та специфіки формування деревно-чагарникової рослинності в техногенних та природних ландшафтах у межах території Південного ГЗК.

Матеріали та методи. Польове обстеження території маршрутним методом проводилося в березні 2021 року (лише долина річки Інгулець); детальне виявлення складу деревних рослин на моніторингових полігонах – у 2024 році (рис. 1а, б).

Згідно з геоботанічним районуванням України, ця територія розташована поблизу південної межі Бузько-Дніпровського (Криворізького) геоботанічного округу різнотравно-злакових степів, байрачних лісів та рослинності гранітних відслонень Чорноморсько-Азовської степової підпровінції Понтично-степової провінції степової зони [6, с. 13].

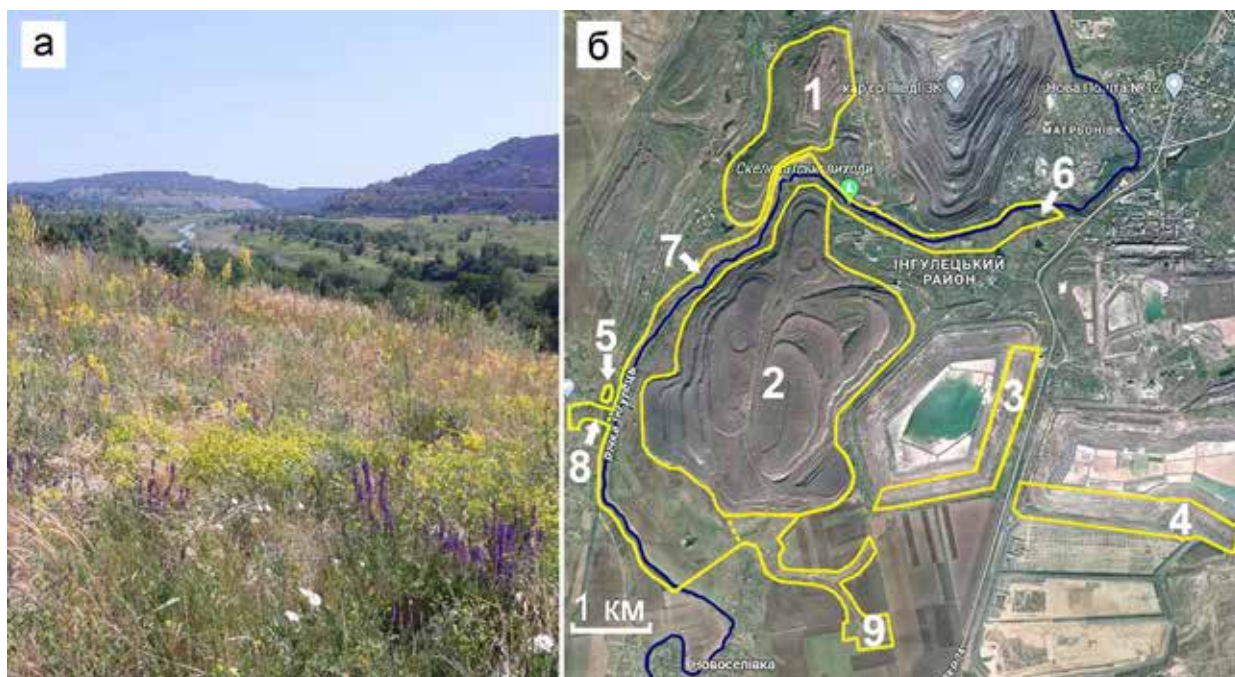


Рис. 1. Територія впливу виробничих об'єктів Південного ГЗК: а – вигляд з Рахманівського відвалу на долину Інгульця (на задньому плані ліворуч – Правобережний відвал, праворуч – Лівобережний); б – картосхема розташування моніторингових полігонів: 1 – Правобережний відвал; 2 – Лівобережний відвал; 3 – південно-східна частина дамби хвостосховища «Войкове»; 4 – південна частина дамби I карти хвостосховища «Об'єднане»; 5 – Рахманівський відвал; 6 – лівобережна частина долини Інгульця; 7 – правобережна частина долини Інгульця; 8 – пригирлова частина балки Галаганова; 9 – балка Макушина

Долина річки Інгулець сформувалася в післяльодовиковий період останнього Дніпровського зледеніння [7, с. 84]. На обстеженому відрізку течії Інгульця, в його долину відкриваються дві балки: правобережна – Галаганова та лівобережна – Макушина. Це молоді голоценові балки, що характеризуються порівняно невеликими розмірами [8].

Виробничі потужності Південного ГЗК почали створюватися наприкінці 50-х років минулого століття, тож техногенні форми рельєфу мають вік близько 60 років. Правобережний відвал розташований у заплаві та на першій терасі Інгульця. Південно-східна частина відвалу складена п'ятьма уступами. Відсипку цієї частини відвалу розпочато на початку 1960-х років і закінчено 15–20 років по тому. Загальна висота західного борту 52 м, східного – 80 м. Північна і північно-східна частини відвалу складаються з окислених залізистих кварцитів, відсипка яких продовжується дотепер. Східний борт Правобережного відвалу впритул підходить до річки. У деяких місцях відстань від підшви відвалу до урізу води не перевищує 1–2 метри. Східна частина відвалу складена пухкими породами кайнозою – неогеновими вапняками, четвертинними суглинками, глинами та пісками.

Довжина масиву Лівобережного відвалу становить близько 4500 м, ширина – 2500 м, висота в середньому – близько 100 м. Західна частина відвалу, що має п'ять ярусів, складена сланцями та кварцитами, а східна, двоярусна – окисленими залізистими кварцитами.

Відвал Рахманівський, вік якого перевищує 120 років, порівняно із сучасними, відрізняється незначними розмірами. Висота його становить близько 20 м, площа підшви – 1,4 га.

Хвостосховища являють собою ємності для складування й зберігання хвостів (відходів збагачення бідних магнетитових руд). Основними елементами хвостосховищ є огорожувальні споруди (дамби), відкоси наміву (пляжі), ставки освітлення води. Відмітки обваловування їх сягають 140 м відносно поверхні прилеглих територій [9, с. 187].

Визначення гербарних зразків, що відбиралися при обстеженні моніторингових полігонів, здійснювалося за «Флорою УРСР» [10]. Опрацьовано також збори видів деревних рослин в гербарії Криворізького ботанічного саду Національної академії наук України (KRW). Латинські назви рослин наведені згідно зі зведенням С. Л. Мосякіна та М. М. Федорончука [11]. Відомості щодо біоморфології представників дендрофлори, способів їх розселення (діаспорохорія) взято з монографічної праці В. В. Тарасова [12]; положення виду відносно регіональної флори – з анованого списку урбанofлори Кривого Рогу [13].

Під терміном «деревні рослини» ми маємо на увазі багаторічні вічнозелені і листопадні рослини, стовбур і гілки яких утворюють деревину. Залежно від умов зовнішнього середовища, вони набувають різноманітних життєвих форм: дерева, кущі, кущики, ліани [14, с. 8]. Приналежність рослинних угруповань до

складу певних біотопів наводимо за Національним каталогом біотопів України [15].

Результати дослідження. На моніторингових полігонах загалом виявлено 61 вид деревних рослин, які належать до 44 родів та 24 родин: на техногенних полігонах відмічено 43 види (з них: 25 видів дерев, 14 – кущів та 4 ліани), на природних – 36 (з них: 11 видів дерев,

23 – кущів та 2 – кущиків). З них 28 видів аборигенних (представників місцевої флори) та 33 – заносних (таких, що поширилися спонтанно з інших регіонів та культивованих, «втікачів із культури») (табл. 1).

У таксономічному спектрі дендрофлори до першої тріади увійшли родини *Rosaceae* (31,2%, 19 видів), *Fabaceae* (9,9%, 6 видів) та *Salicaceae* (8,3%, 5 видів).

Таблиця 1

Анотований список представників спонтанної дендрофлори, виявлених на моніторингових полігонах

Вид	Біоморфи	Положення виду щодо регіональної флори	Діаспорохори (типи дисемінації)	Трапляння виду на моніторингових полігонах								
				техногенні					природні			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
РОДИНА EPHEDRACEAE DUMORT. – ХВОЙНИКОВІ												
<i>Ephedra distachya</i> L.	кущик	A	ендозоохор	–	–	–	–	–	+	+	+	+
РОДИНА FAGACEAE DUMORT. – БУКОВІ												
<i>Quercus robur</i> L.	дерево	A	синзоохор	–	–	–	–	–	–	–	–	+
РОДИНА BETULACEAE S. F. GRAY – БЕРЕЗОВІ												
<i>Betula pendula</i> Roth	дерево	3	анемохор	–	+	–	–	–	–	–	–	–
РОДИНА JUGLANDACEAE A. RICH EX KUNTH – ГОРІХОВІ												
<i>Juglans regia</i> L.	дерево	3	синзоохор	+	+	+	–	–	–	–	–	–
РОДИНА TAMARICACEAE LINK. – ТАМАРИКСОВІ												
<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb.	кущ	3	баліст	–	+	–	–	–	–	–	–	–
РОДИНА SALICACEAE MIRBEL. – ВЕРБОВІ												
<i>Populus alba</i> L.	дерево	A	анемохор	+	+	+	+	–	–	–	–	–
<i>Populus deltoides</i> Marshall	–"	3	–"	+	+	+	+	–	–	–	–	–
<i>Populus italica</i> Moench	–"	–"	–"	+	+	+	+	–	–	–	–	–
<i>Populus nigra</i> L.	–"	A	–"	+	+	+	+	–	–	–	–	–
<i>Salix fragilis</i> L.	–"	3	–"	–	+	–	–	–	–	–	–	+
РОДИНА ULMACEAE L. – В'ЯЗОВІ												
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	дерево	A	анемохор	+	+	–	–	+	–	–	–	+
<i>Ulmus minor</i> Mill.	–"	–"	–"	+	+	+	+	+	+	–	+	+
<i>Ulmus pumila</i> L.	–"	3	–"	+	+	+	+	–	–	–	–	–
РОДИНА MORACEAE LINK. – ШОВКОВИЦЕВІ												
<i>Morus alba</i> L. var. <i>nigra</i>	дерево	3		+	+	+	–	–	+	–	+	–
РОДИНА GROSSULARIACEAE DC. – АГРУСОВІ												
<i>Ribes aureum</i> Purch	кущ	3	ендозоохор	–	+	–	–	–	–	–	–	–
РОДИНА ROSACEAE JUSS. – РОЗОВІ												
<i>Amygdalus nana</i> L.	кущ	A	барохор	–	–	–	–	–	+	+	+	+
<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.	дерево	3	синзоохор	+	+	+	+	+	–	–	–	+
<i>Cerasus mahaleb</i> (L.) Mill.	кущ	–"	ендозоохор	+	+	+	+	+	+	–	+	+
<i>Cerasus vulgaris</i> Mill.	дерево	–"	–"	+	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Cotoneaster melanocarpus</i> Fisch. ex Blytt	кущ	A	–"	–	–	–	–	–	+	+	–	+
<i>Crataegus fallacina</i> Klok.	–"	–"	–"	+	+	+	–	+	+	+	+	+
<i>Malus domestica</i> Borkh.	дерево	3	–"	+	+	+	–	–	–	–	–	–
<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	–"	–"	–"	+	+	+	–	–	–	–	–	–
<i>Prunus domestica</i> L.	–"	–"	–"	+	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Prunus stepposa</i> Kotov	кущ	A	–"	+	+	+	–	+	+	+	+	+

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Pyrus communis</i> L.	дерево	—	—	+	+	+	—	+	+	+	+	—
<i>Rosa canina</i> L.	кущ	—	—	+	+	+	—	+	+	—	+	+
<i>Rosa corymbifera</i> Borkh.	—	—	—	+	+	+	—	+	+	+	+	+
<i>Rosa subpygmaea</i> Chrshan.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+
<i>Rubus caesius</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—
<i>Rubus ulmifolius</i> subsp. <i>sanctus</i>	ліана	3	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	дерево	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Spiraea crenata</i> L.	кущ	A	баліст	—	—	—	—	—	+	—	—	+
<i>Spiraea hypericifolia</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+
РОДИНА FABACEAE LINDL. – БОБОВІ												
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	кущ	3	баліст	+	—	+	—	—	—	+	—	—
<i>Chamaecytisus graniticus</i> (Rehman) Rothm	—	A	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+
<i>Colutea arborescens</i> L.	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Genista scythica</i> Pacz.	кущик	A	—	—	—	—	—	—	+	+	—	+
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	дерево	3	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	—	—	—	+	+	+	+	—	+	—	—	—
РОДИНА ACERACEAE JUSS. – КЛЕНОВІ												
<i>Acer negundo</i> L.	дерево	3	анемохор	+	+	+	+	+	+	—	+	+
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Acer tataricum</i> L.	—	A	—	+	+	+	—	—	—	—	—	+
РОДИНА SIMAROUBACEAE DC. – СИМАРУБОВІ												
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	дерево	3	анемохор	+	+	+	+	—	—	—	+	—
РОДИНА ANACARDIACEAE LINDL. – ФІСТАШКОВІ												
<i>Cotinus coggygria</i> Scop.	кущ	3	анемохор	+	+	+	—	+	+	—	+	+
РОДИНА CELASTRACEAE R. BR. – БРУСЛИНОВІ												
<i>Euonymus europaea</i> L.	кущ	A	ендозоохор	—	—	—	—	—	+	+	—	+
<i>Euonymus verrucosa</i> Scop.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+
РОДИНА RHAMNACEAE JUSS. – ЖОСТЕРОВІ												
<i>Rhamnus cathartica</i> L.	кущ	A	ендозоохор	+	+	+	—	+	+	—	+	+
РОДИНА VITACEAE JUSS. – ВИНОГРАДОВІ												
<i>Parthenocissus inserta</i> (Kern.) Fritsch	ліана	3	ендозоохор	+	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Vitis vinifera</i> L.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
РОДИНА ELAEAGNACEAE JUSS. – МАСЛИНКОВІ												
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	кущ	3	ендозоохор	+	+	+	+	+	+	+	+	+
РОДИНА CORNACEAE DUMORT. – КИЗИЛОВІ												
<i>Swida sanguinea</i> (L.) Opiz	кущ	A	ендозоохор	+	+	+	—	+	+	—	+	+
РОДИНА CAPRIFOLIACEAE JUSS. – ЖИМОЛОСТЕВІ												
<i>Lonicera tatarica</i> L.	кущ	3	ендозоохор	+	+	+	—	—	+	—	+	—
РОДИНА VIBURNACEAE RAF. – КАЛИНОВІ												
<i>Viburnum lantana</i> L.	кущ	A	ендозоохор	—	—	—	—	—	—	—	+	+
РОДИНА SAMBUCACEAE LINK. – БУЗИНОВІ												
<i>Sambucus nigra</i> L.	кущ	A	ендозоохор	—	—	—	—	—	+	—	+	+
РОДИНА OLEACEAE HOFFSGG. ET LINK. – МАСЛИНОВІ												
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	дерево	A	анемохор	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marshall	—	3	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	кущ	A	ендозоохор	+	+	+	–	–	+	–	+	+
<i>Syringa vulgaris</i> L.	–	3	баліст	+	–	–	–	–	–	–	–	–
РОДИНА SOLANACEAE JUSS. – ПАСЛЬОНОВІ												
<i>Lycium barbarum</i> L.	кущ	3	ендозоохор	–	–	–	–	+	+	–	–	–

Примітки: номери ділянок наведені відповідно до картосхеми (рис. 1б); + позначено наявність виду; – відсутність виду; A – аборигенний вид; 3 – заносний вид.

Четверте місце в спектрі займає родина *Oleaceae* (6,7%, 4 види), п'яте–сьоме місця – *Ulmaceae*, *Aceraceae* та *Vitaceae* (по 5,0%, по 3 види). На восьмому місці знаходиться родина *Celastraceae*, до якої належать 2 види (3,3%). До складу інших 16 родин – *Ephedraceae*, *Fagaceae*, *Betulaceae*, *Juglandaceae*, *Tamaricaceae*, *Moraceae*, *Grossulariaceae*, *Simaroubaceae*, *Anacardiaceae*, *Rhamnaceae*, *Elaeagnaceae*, *Cornaceae*, *Caprifoliaceae*, *Viburnaceae*, *Sambucaceae*, *Solanaceae* входить лише по одному виду (по 1,6%).

Спільними у складі спонтанної дендрофлори техногенних і природних полігонів є 21 вид. Серед них дещо переважають аборигенні – *Acer tataricum*, *Crataegus fallacina*, *Populus alba*, *P. nigra*, *Prunus stepposa*, *Pyrus communis*, *Rosa canina*, *R. corymbifera*, *Rhamnus cathartica*, *Swida sanguinea*, *Ulmus laevis*, *U. minor* (всього 12). Решта спільних видів є чужорідними інвазійними: *Amorpha fruticosa*, *Acer negundo*, *Ailanthus altissima*, *Elaeagnus angustifolia*, *Lycium barbarum*, *Morus alba* var. *nigra*, *Robinia pseudoacacia* [16, с. 55–79]. Ще два заносних види – *Armeniaca vulgaris* та *Cerasus mahaleb* інвазійними не вважаються, але й вони виявляють виражені ознаки експансивності.

Територіальний розподіл видів на моніторингових полігонах до певної міри визначається типами дисемінації рослин. Кількість видів-ендозоохорів, плодами яких живляться птахи й ссавці, розповсюджуючи потім неперетравлене насіння, є приблизно однаковою на техногенних і природних полігонах (відповідно 21 та 19). Цей спосіб дисемінації майже в однаковій мірі притаманний як аборигенним, так і заносним видам (16-ти та 14-ти відповідно). Число анемохорних видів, діаспори яких переносяться вітром на значні відстані, значно вище на техногенних утвореннях (відповідно 16 та 7). Серед анемохорів дещо переважають заносні види: їх 10, аборигенних – шість. Із представників нечисленної групи балістів, чиї діаспори розкидаються пружними плодоніжками при поштовхах, 5 зустрічаються на техногенних полігонах, 7 – на природних; серед них 6 є заносними та 4 – аборигенними. Синзоохорія (спосіб поширення рослин тваринами, які збирають плоди і насіння й переносять їх у нові місця) та барохорія (опадання зрілих важких плодів під дією сили тяжіння без участі інших факторів) не відіграють суттєвої ролі в розповсюдженні деревних рослин на території ГЗК, оскільки видів із такими способами розселення діаспор всього три. Це *Juglans regia*, *Armeniaca vulgaris* (синзоохори) та *Amygdalus nana* (барохор).

З огляду на результати проведеного аналізу виявляється, що в процесі завоювання деревними рослинами вільного простору (ецецису) на техногенних ділянках деякі переваги отримують анемохорні заносні види.

У складі природного рослинного покриву долини Інгульця та балкових систем, лігнозний компонент представлений листяними чагарниками (*Fruticeta foliosa*) і чагарниковими степами (*Steppa fruticeta*). З позиції класифікації біотопів, перший тип угруповань належать до біотопу Ч4.1 Мезофільні і ксеромезофільні чагарники, другий – до Ч4.2 Степові чагарники [15, с. 199–201] (рис. 2).

Основу аборигенної рослинності мезофільних і ксеромезофільних чагарників становлять високорослі кущі – *Crataegus fallacina*, *Prunus stepposa*, *Rhamnus cathartica*, *Rosa corymbifera*, *R. canina* та низькорослі дерева – *Acer tataricum*, *Pyrus communis*, *Ulmus laevis*, *U. minor*, що, як зазначено вище, є спільними для природних і синантропних угруповань. Вони також відзначаються експансивними властивостями. Проблема їх активного поширення на перелогах та степових ділянках була визначена ще в другій половині XX століття [17, с. 5–14]. Наразі ці види завдяки високому адаптивному потенціалу заселяють техногенні екосистеми дослідженої території, насамперед кварцитові та змішані скельні субстрати.

На противагу високим куштам, низькорослі едифікатори чагарникових степів – *Amygdalus nana*, *Chamaecytisus graniticus*, *Ephedra distachya*, *Genista scythica*, *Spiraea crenata*, *S. hypericifolia*, та природних кристалічних відслонень – *Cotoneaster melanocarpus*, у техногенних ландшафтах нами не відмічалися.

У межах техногенних моніторингових полігонів виділяються нещодавно сформовані технотопи (біотоп С3.5 Антропогенні відслонення та відвали без рослинності) [15, с. 353], для яких характерне дифузне розміщення поодиноких екземплярів деревних рослин (піонерами заростання виступають всі види роду *Populus*, *Cerasus mahaleb*, *Ulmus pumila*), та біотопи рудеральних заростей дерев і кущів (біотоп Д1.8 Антропогенні широколистяні ліси) [15, с. 272–273], де біологічне освоєння субстратів відбувалося протягом кількох десятиліть (рис. 3).

Дерева в таких умовах перебувають у стресовому стані, що спричиняє передчасне старіння рослин і зменшення їх фітомеліоративних функцій. Ценоструктури, сформовані переважно із кущів, мають кращу здатність до самопідтримання в умовах еко-

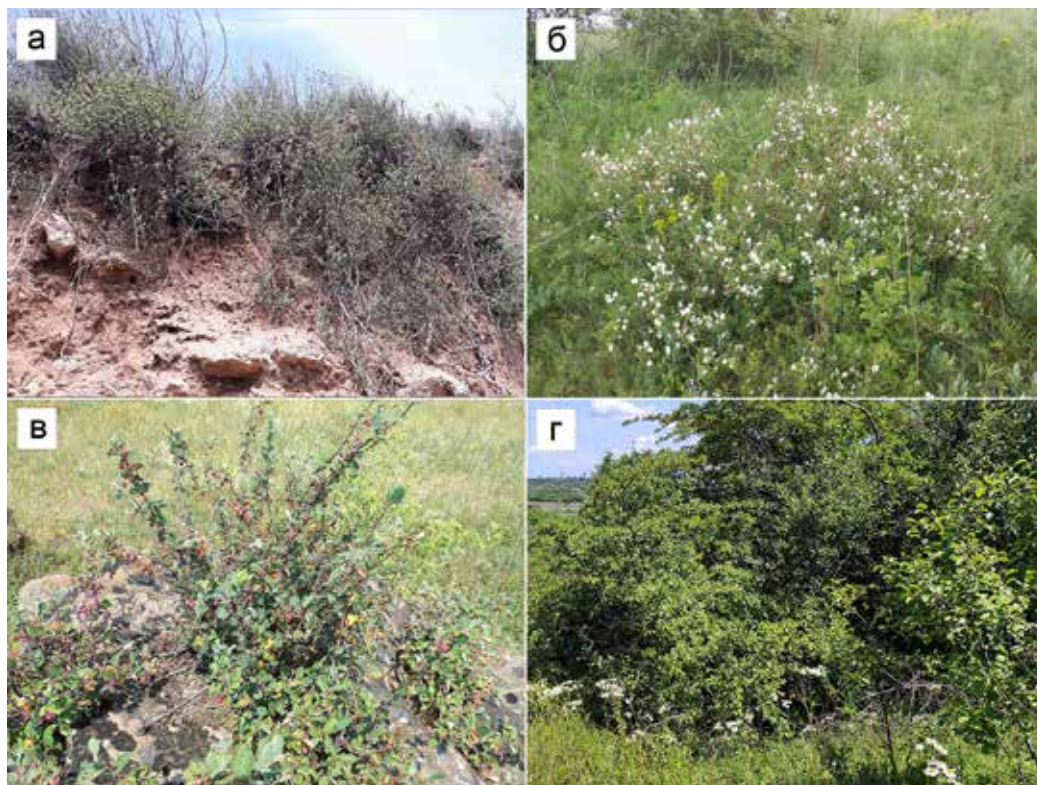


Рис. 2. Чагарники в складі природного рослинного покриву: а – фрагмент угруповання *Ephedra distachya* в балці Макушиній; б – фрагмент угруповання *Chamaecytisus graniticus* у балці Галагановій; в – *Cotoneaster melanocarpus* у тріщинах скелі (лівий берег Інгульця); г – зарості високорослих кущів там же

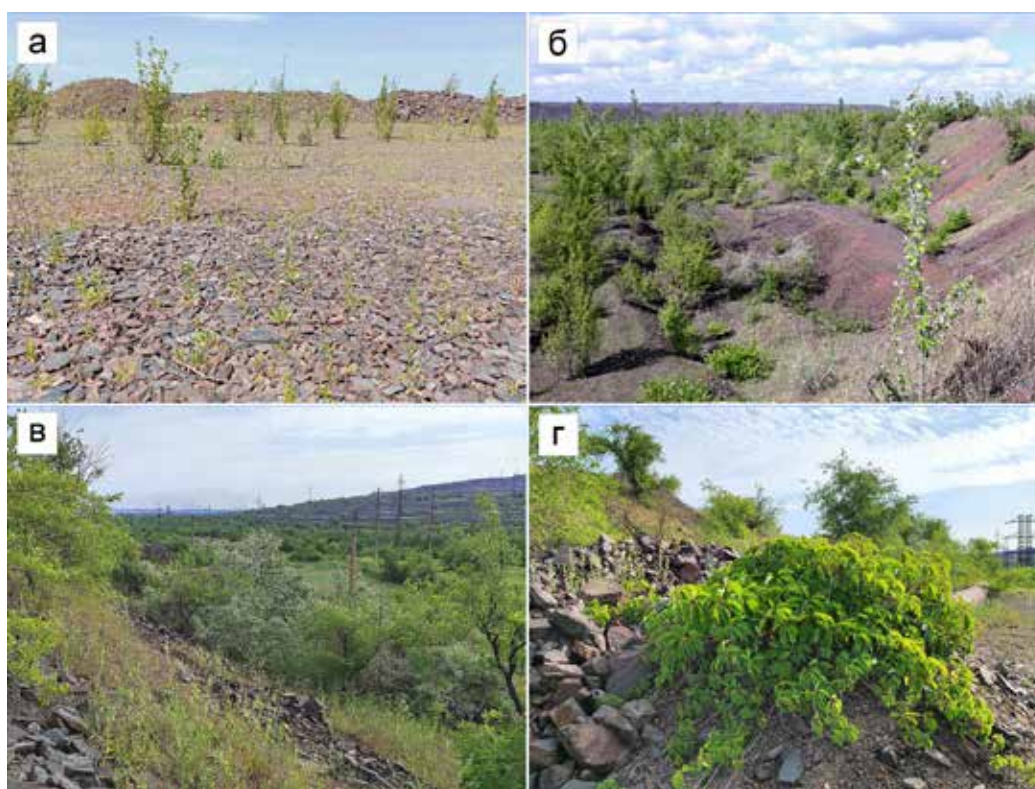


Рис. 3. Спонтанна деревна рослинність на техногенних об'єктах: а – технотоп з поодинокими деревами *Populus italica* Moench. (Правобережний відвал); б – розріджені зарості молодих дерев з переважанням видів роду *Populus* (Лівобережний відвал); в – зімкнуте угруповання з *Acer negundo*, *Elaeagnus angustifolia* та *Ulmus minor* на дамбі хвостосховища «Войкове»; г – *Parthenocissus inserta* там же

логічної невідповідності середовища. Адаптивний потенціал кущів дає їм змогу розвивати кореневу систему в умовах слабко засолених субстратів із низьким умістом гумусу [18, с. 11].

Слід зауважити, що в межах полігонів із природним рослинним покривом відбуваються процеси синантропізації, які, зокрема, мають вираження у поширенні чужорідних деревних видів. Окрім масового вселення згаданих вище інвазійних видів, нами зафіксовані одиничні випадки трапляння на природних територіях *Colutea arborescens*, *Lonicera tatarica*, *Lycium barbarum*, *Morus alba* var. *nigra*. Позаяк інвазії чужорідних видів вважаються однією з найбільших сучасних загроз щодо втрати природного фіторізноманіття, необхідним є постійний контроль за перебігом цих процесів.

Висновки. На території впливу виробничих об'єктів Південного ГЗК дендрорізноманіття спонтанної рослинності представлено 61 видом рослин, які належать до 44 родів та 24 родин. У таксономічному спектрі дендрофлори до першої тріади увійшли родини *Rosaceae* (31,2%, 19 видів), *Fabaceae* (9,9%, 6 видів) та *Salicaceae* (8,3%, 5 видів).

Основу аборигенної чагарникової рослинності становлять високорослі кущи – *Crataegus fallacina*, *Prunus stepposa*, *Rhamnus cathartica*, *Rosa corymbifera*, *R. canina* та низькорослі дерева – *Acer tataricum*, *Pyrus communis*, *Ulmus laevis*, *U. minor*, які відзначаються експансивними властивостями. Ці ж види завдяки високому адаптивному потенціалу заселяють і техногенні екосистеми дослідженої території. На противагу високим кущам,

низькорослі едифікатори чагарникових степів у техногенних ландшафтах не поширюються.

Територіальний розподіл видів на моніторингових полігонах до певної міри визначається типами дисемінації рослин. Кількість видів-ендзоохорів, є приблизно однаковою на техногенних і природних полігонах (відповідно 21 та 19). Цей спосіб дисемінації майже в однаковій мірі притаманний як аборигенним, так і заносним видам (16-ти та 14-ти відповідно). Число анемохорних видів, діаспори яких переносяться вітром на значні відстані, значно вище на техногенних утвореннях (відповідно 16 та 7). Попередньо на рівні гіпотези можна констатувати, що в процесі завоювання деревними рослинами вільного простору (ецецису) на техногенних ділянках деякі переваги отримують анемохорні заносні види.

В межах полігонів із природним рослинним покривом відбуваються процеси синантропізації, які, зокрема, мають вираження у поширенні інвазійних деревних видів. Оскільки інвазії чужорідних видів вважаються однією з найбільших сучасних загроз щодо втрати природного фіторізноманіття, необхідним є постійний контроль за перебігом цих процесів.

Отримані результати є основою пізнання динамічних тенденцій деревно-чагарникових угруповань, їх структурних перебудов, флористичного наповнення та базисом для розроблення і впровадження системи коригуючого управління розвитком рослинного покриву техногенних екосистем Криворіжжя.

Література:

1. Updated list of officially adopted Emerald sites (December 2019). URL: <https://rm.coe.int/updated-list-of-officially-adopted%20-emerald-sites-december-2019>.
2. Денисик Г. І., Задорожня Г. М. Похідні процеси та явища в ландшафтах зон техногенезу. Вінниця: ПП «Едельвейс і К», 2013. 220 с.
3. Володарець С. О. Сануюча функція деревних рослин культурфітоценозів урбанізованого середовища. Автореф. дис. ... канд. біол. наук. 03.00.16 – екологія. Дніпро, 2016. 24 с.
4. Чорномаз Н. М. Дендроценози схилів Києва (екологічні умови, сучасний стан та шляхи оптимізації). Автореф. дис. ... канд. біол. наук. 03.00.16 – екологія. Київ, 2019. 24 с.
5. Белик Ю. В., Савосько В. М., Лихолат Ю. В. Екологічна обумовленість показників життєвості та дендрометричних параметрів дендрофітоценозів природно поширених на дегазованих землях залізничного відвалу. *Вісник ОНУ. Біологія*. 2022. Т. 27, вип. 1(50). С. 7–23.
6. Дідух Я. П., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Геоботанічне районування України та суміжних територій. *Український ботанічний журнал*. 2003. Т. 60, № 1. С. 6–17.
7. Подвисоцький О. О. Загальна характеристика геологічної будови долини річки Інгулець. *Наукові записки Херсонського відділу Українського географічного товариства: збірник наукових праць*. Херсон: ПП Вишемирський В. С., 2008. Вип. 4. С. 82–84.
8. Географічна енциклопедія України / За ред. О. М. Маринича та ін. К.: УРЕ, 1989–1993. Т. 1–3.
9. Сметана О. М., Сметана Н. А. Літогеохімічна концепція поводження з відходами збагачення руд. *Екологія і природокористування*. 2011. Вип. 14. С. 178–184.
10. Флора УРСР: в 12 т. Київ: Вид-во АН УРСР, 1936–1965. Т. 1–12.
11. Mosyakin S., Fedoronchuk M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kiev, 1999. 346 p.
12. Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської і Запорізької областей. Видання друге. Доповнене та виправлене. Д.: «Ліра», 2012. 296 с.
13. Кучеревський В. В., Шоль Г. Н. Анований список урбановфлори Кривого Рогу. Кривий Ріг: Видавничий дім, 2009. 71 с.
14. Заячук В. Я. Дендрологія: підручник: видання друге, зі змінами та доповненнями. Львів: Вид-во СПОЛОМ, 2014. 676 с.
15. Національний каталог біотопів України. За ред. А. А. Куземко, Я. П. Дідуха, В. А. Онищенко, Я. Шеффера. К.: ФОП Клименко Ю.Я., 2018. 442 с.

16. Чипиляк Т. Ф., Зубровська О. М., Шоль Г. Н. Рослини в урботехногенному середовищі степової зони України. Київ: Талком, 2022. 390 с.
17. Ткаченко В. С., Бойченко С. Г. Структурні зміни степових фітосистем України в другій половині XX та на початку XXI століть як відображення глобальних змін довкілля. Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова». 2015. Т. 17. С. 4–17.
18. Красова О. О., Шкута С. І., Павленко А. О. Сучасний стан ценопопуляцій куштів родини *Rosaceae* Juss. на залізородних відвалах Криворіжжя. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2022. Т. 32, № 5. С. 7–12.

References:

1. Updated list of officially adopted Emerald sites (December 2019). URL: <https://rm.coe.int/updated-list-of-officially-adopted%20-emerald-sites-december-2019>.
2. Denysyk H. I., Zadorozhnia H. M. (2013) Pokhidni protsesy ta yavyschcha v landshaftakh zon tekhnogenezu [Derivative processes and phenomena in the landscapes of technogenesis zones]. Vinnytsia. 220 p. [in Ukrainian].
3. Volodarets S. O. (2016) Sanuiucha funktsiia derevnykh rosllyn kulturfitotsenoziv urbanizovanoho seredovyshcha [The healing function of woody plants of cultural phytocoenoses of the urbanized environment]. Diss. Abstract Cand. Biol. Sci. Dnipro. 24 p. [in Ukrainian].
4. Chornomaz N. M. (2019) Dendrotsenozy skhylyv Kyieva (ekolohichni umovy, suchasnyi stan ta shliakhy optymizatsii) [Dendrocenoses of the slopes of Kyiv (ecological conditions, current state and ways of optimization)]. Diss. Abstract Cand. Biol. Science. Kyiv. 24 p. [in Ukrainian].
5. Bielyk Yu. V., Savosko V. M., Lykholat Yu. V. (2022) Ekolohichna obumovlenist pokaznykiv zhyttievosti ta dendrometrychnykh parametriv dendrofitotsenoziv pryrodno poshyrenykh na devastovanykh zemliakh zalizorudnoho vidvalu [Ecological conditioning of indicators of vitality and dendrometric parameters of dendrophytocoenoses naturally distributed on devastated lands of an iron ore dump]. *Bulletin of ONU. Biology*. Vol. 27. Issue 1 (50). P. 7–23. [in Ukrainian].
6. Didukh Ya. P., Sheliakh-Sosonko Yu. R. (2003) Heobotanichne raionuvannya Ukrainy ta sumizhnykh terytorii [Geobotanical zoning of Ukraine and adjacent territories]. *Ukrainian Botanical Journal*. Vol. 60, No. 1. P. 6–17 [in Ukrainian].
7. Podvysotskyi O. O. (2008) Zahalna kharakterystyka heolohichnoi budovy dolyny richky Inhulets [General characteristics of the geological structure of the Ingulets River valley]. *Scientific notes of the Kherson department of the Ukrainian Geographical Society: a collection of scientific papers*. Kherson. Issue 4. P. 82–84. [in Ukrainian].
8. Heohrafichna entsyklopediia Ukrainy (1989–1993) [Geographical encyclopedia of Ukraine]. Kyiv. Vol. 1–3 [in Ukrainian].
9. Smetana O. M., Smetana N. A. (2011) Litoheokhimichna kontseptsiiia povodzhennia z vidkhodamy zbahachennia rud [Lithogeochemical concept of ore beneficiation waste management]. *Ecology and nature management*. Issue 14. P. 178–184 [in Ukrainian].
10. Flora URSR (1936–1965) [Flora of Ukrainian SSR]. Vol. I–XII. [in Ukrainian].
11. Mosyakin S., Fedoronchuk M. (1999) Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kiev, 346 p.
12. Tarasov V. V. (2012) Flora Dnipropetrovskoi ta Zaporizkoi oblastei [Flora of Dnipropetrovsk and Zaporizhzhia regions. The second edition. Added and corrected]. Dnipropetrovsk. 296 p. [in Ukrainian].
13. Kucherevskyi V. V., Shol H. N. (2009) Anotovanyi spysok urbanoflory Kryvoho Rohu [Annotated list for urbanoflora of Kryvyi Rih]. Kryvyi Rih. 71 p. [in Ukrainian].
14. Zaiachuk V. Ya. (2014) Dendrologiia: pidruchnyk: vydannia druhe, zi zminamy ta dopovnenniamy [Dendrology: textbook: second edition, with changes and additions]. Lviv. 676 p. [in Ukrainian].
15. Natsionalnyi katalog biotopiv Ukrainy (2018) [National catalogue of biotopes of Ukraine. Eds. A. A. Kuzemko, Ya. P. Didukh, V. A. Onyshchenko, Ya. Sheffer]. Kyiv. 442 p. [in Ukrainian].
16. Chypyliak T. F., Zubrovska O. M., Shol H. N. (2022) Roslyny v urbotekhnogenomu seredovyshchi stepovoi zony Ukrainy [Plants in urbotekhnogenic environment of steppe zone]. Kyiv. 390 p. [in Ukrainian].
17. Tkachenko V. S., Boichenko S. H. (2015) Strukturni zminy stepovykh fitosystem v druhii polovyni XX ta na pochatku XXI stolit yak vidobrazhennia hlobalnykh zmin dovkillia [Structure changes of steppe phytosystems at the second half of XX and early XXI centuries as a reflection of environmental global changes]. *News of Biosphere reserve "Askania-Nova"*. Vol. 17. P. 4–17. [in Ukrainian].
18. Krasova O. O., Shkuta S. I., Pavlenko A. O. (2022) Suchasnyi stan tsenopopuliatsii kushchiv rodyny *Rosaceae* Juss. na zalizorudnykh vidvalakh Kryvorizhzhia [Contemporary state of coenopopulations of shrubs of the family *Rosaceae* Juss. on iron ore waste dumps of Kryvorizhzhia]. *Scientific Bulletin of NFTU of Ukraine*. Vol. 32, No. 5. P. 7–12. [in Ukrainian].

ФІТОПАТОГЕННІ МІКРОМІЦЕТИ БОТАНІЧНОГО САДУ СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ А. С. МАКАРЕНКА

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

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

Степанець Ірина Миколаївна,

здобувач освіти кафедри біології та методики навчання біології
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0009-0007-0588-9936

Стаття присвячена дослідженню видової різноманітності та поширеності фітопатогенних мікроміцетів ботанічного саду Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка. Обстеження території проводилося протягом 2011–2012 рр., у 2021 р. та 2024 р. У ході дослідження виявлено 89 видів грибів із 36 родів, 19 родин, 14 порядків і 7 класів відділів Ascomycota, Basidiomycota та Peronosporomycota. Серед порядків найчисельнішими були Erysiphales – 28 видів, Capnodiales – 18 і Pucciniales – 18, представники яких об'єднують 72% загальної кількості виявлених видів мікроміцетів. У родинному спектрі домінували представники трьох родин: Erysiphaceae – 28 видів, Mycosphaerellaceae – 17 і Pucciniaceae – 11. Серед родів грибів кількісно переважали Erysiphe – 14 видів, Septoria – 9, Puccinia – 7, Golovinomyces і Phyllosticta – по 6. Виявлені мікроміцети паразитували на 88 видах і 2 сортах рослин із 73 родів та 36 родин. Найбільша кількість рослин, уражених грибами, виявлена з таких родин: Rosaceae, Asteraceae, Fabaceae та Ranunculaceae. Наведено список зареєстрованих видів грибів та асоційованих з ними рослин-живителів. На рослинах, включених до «Червоної книги України», були зареєстровані: Erysiphe astragali – на Astragalus dasycanthus, Puccinia iridis – на Iris sibirica. На рослинах з «Офіційного переліку регіонально рідкісних рослин Сумської області» відмічено: Golovinomyces cichoracearum – на Inula ensifolia, Peronospora corydalis – на Corydalis marschalliana, Puccinia recondita – на Clematis recta, Alternaria alternata – на Aquilegia vulgaris. Найбільша видова різноманітність мікроміцетів була зареєстрована на території дендрарію – 46 видів грибів на 51 виді рослин-живителів.

Ключові слова: Україна, Сумська область, заповідні території, ботанічні сади, біорізноманітність, гриби, видовий склад.

Lytvynenko Yulia, Vakal Anatolii, Stepanets Iryna. Phytopathogenic micromycetes of the Botanical garden of Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko

The article is devoted to the study of the species diversity and distribution of phytopathogenic micromycetes of the Botanical Garden of Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko (Sumy region, Ukraine). Mycological survey of the territory was carried out in 2011–2012, in 2021 and 2024. The checklist of recorded fungi and their host plants is presented. The list includes 89 species belonging to 36 genera, 19 families, 14 orders, and 7 classes of fungi (Ascomycota and Basidiomycota) and fungi-like organisms (Peronosporomycota). Representatives of Erysiphales – 28 species, Capnodiales – 18, and Pucciniales – 18, orders were predominant in the Botanical Garden. The species from the three leading orders represent 72% of the total number of identified species. Among the families, Erysiphaceae – 28 species, Mycosphaerellaceae – 17, and Pucciniaceae – 11 were the most abundant regarding the number of species. Among the genera of the fungi, the leading position is occupied by Erysiphe – 14 species, Septoria – 9, Puccinia – 7, Golovinomyces – 6, and Phyllosticta – 6; the rest of the genera revealed the fewer number of species. As a result, seven species of fungi were found on rare species of host plants. On plants listed in the Red Book of Ukraine, the following are registered: Erysiphe astragali – on Astragalus dasycanthus and Puccinia iridis – on Iris sibirica. On the plants listed in the Regional Lists of rare plants of Sumy Region of Ukraine the following are noted: Golovinomyces cichoracearum – on Inula ensifolia, Peronospora corydalis – on Corydalis marschalliana, Puccinia recondita – on Clematis recta, Alternaria alternata – on Aquilegia vulgaris. The highest species diversity of micromycetes was registered on the territory of the arboretum – 46 species of fungi on 51 species of host plants.

Key words: Ukraine, Sumy Region, protected areas, botanical gardens, biodiversity, fungi, species composition.

Вступ. Ботанічні сади виконують важливу екологічну, наукову та освітню функції, роблячи свій вагомий внесок у глобальні зусилля зі збереження біологічного різноманіття, яке ґрунтується на створенні і підтримці спеціалізованих колекцій та експозицій рослин. Їх території є не лише центрами збереження рідкісних та зникаючих видів рослин, але й науковими установами, що активно працюють над вивченням, відновленням і підтримкою екосистем [1; 2]. Таким чином, ботанічні сади покликані виконувати одне із ключових завдань, викладених у Міжнародній конвенції про біологічну різноманітність [3]: розвиток систематики, флористики, моніторингу флори і рослинності на територіях, що охороняються.

Ботанічний сад Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка є об'єктом природно-заповідного фонду області з 1973 року. Він розташований у м. Суми на підвищеній плакорній ділянці на схилах правого корінного берега р. Стрілка, де займає добре дреновану територію площею 4,76 га [1; 4]. З 1935 по 1973 рр. ця територія належала Агробіостанції Сумського педагогічного інституту ім. А. С. Макаренка. Рішенням виконкому Сумської обласної ради від 27.09.1973 р. на базі агробіостанції був створений заповідний об'єкт місцевого значення – парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення [4]. Згодом, рішенням Сумської обласної ради від 13 жовтня 1994 р. цей заповідний об'єкт був переведений у категорію ботанічного саду, а від 19 жовтня 2000 року за ним була закріплена офіційна назва «Ботанічний сад місцевого значення Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка» [1]. У 2016 р. рішенням Вченої ради Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка (далі СумДПУ) на базі ботанічного саду створено Навчально-науковий центр «Ботанічний сад СумДПУ імені А. С. Макаренка» [5].

Колекційний фонд ботанічного саду СумДПУ налічує близько 1000 видів вищих рослин, які переважно вирощуються у відкритому ґрунті. З них лише третина – це представники місцевої флори, а дві третини – види рослин з інших регіонів України та різних природно-кліматичних зон нашої планети [4; 6]. Також у живих колекціях рослин ботанічного саду представлені рідкісні для Сумської області чи України види: 4 види рослин, занесених до Європейського Червоного списку; 49 видів рослин, занесених до Червоної книги України та 34 види рослин, які включені до списку рідкісних або таких, що перебувають під загрозою зникнення на території Сумської області [1; 7].

Важливим інструментом підтримки колекцій ботанічних садів, інтродукції та збереження типових і рідкісних видів рослин у культурі є постійні моніторингові дослідження на цих територіях з метою виявлення і вивчення паразитів рослин і хвороб, які вони спричиняють. Встановлення видового складу фітопатогенів, їх біології, екології та механізмів поширення, є ключовими для своєчасного запобігання втратам цінних рослинних ресурсів і розробки ефективних стратегій захисту рос-

лин. Дослідження паразитів рослин у ботанічних садах також є важливим елементом у комплексному підході до збереження рослинного світу, що обумовлено як небезпекою занесення нових видів фітопатогенів, так і здатністю аборигенної паразитичної мікобіоти адаптуватися до нових рослин-живителів [8].

У зв'язку з вище викладеним нами проводилися мікологічні обстеження території ботанічного саду СумДПУ, метою яких було вивчення видової різноманітності та поширеності фітопатогенних мікроміцетів.

Матеріал та методи. Матеріалами для статті стали оригінальні мікологічні колекції, зібрані у різні місяці вегетативного сезону протягом періоду 2011–2024 рр. Обстеження проводилися у кілька етапів із різними за тривалістю часовими перервами у дослідженнях: протягом 2011–2012 рр., у 2021 р. та 2024 р. Були обстежені всі колекційно-експозиційні ділянки ботанічного саду СумДПУ: дендрарій, рокарій, альпінарій, розарій, плодовий сад, ділянки лікарських і сільськогосподарських рослин, колекції рослин у теплиці, а також ділянки господарської зони.

Опрацювання зразків проводилася за загальноприйнятими у мікології методиками [9]. Дослідження грибів відбувалося на гербаризованому і свіжозібраному матеріалі. Препарати для світлової мікроскопії готувалися стандартно, у дистильованій воді. Мікроморфометричні ознаки досліджували методом світлової мікроскопії. Розмірні показники мікроструктур ґрунтувалися на вимірах випадково відібраних екземплярів: 20-ти – для спор і конідій, 10-ти – для інших мікроструктур.

Під час визначення деяких видів грибів і встановлення їх поширеності в Україні використовували ряд сучасних публікацій, присвячених окремим таксономічним групам фітопатогенних мікроміцетів України [10–12]. Зібрані мікологічні зразки зберігаються у науковому гербарії кафедри біології та методики навчання біології Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка.

Список видів грибів, який наведений у цій статті, укладено за класифікаційною схемою згідно Wijayawardene et al. [13]. Таксони найвищого рангу (субдомен, надцарство, царство та підцарство) наведено згідно із системою Adl et al. [14]. Сучасні назви видів грибів, їх більш відомі синоніми та прізвища авторів видів узгоджено з номенклатурною базою даних Index Fungorum (2024) [15]. В анотованому списку видів грибів усі таксони наведені за алфавітом, для кожного виду гриба представлено дані про рослин-живителів. Латинські назви та скорочення авторів видів судинних рослин подані відповідно до онлайн-бази даних POWO (2024) [16].

Результати дослідження. На сьогоднішній день відомості про мікобіоту території ботанічного саду СумДПУ є далеко не повними. Вперше інформація про гриби ботанічного саду наводилася у роботах К.К. Карпенко. У монографіях, присвячених макроміцетам природно-заповідних об'єктів Сумської області [17; 18], подано дані про 102 види грибів, зібраних протягом 1972–2006 рр. у ботанічному саду. З них лише 9 видів

є паразитами рослин. Це представники дереворуйнівних макроміцетів: *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer, *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. і *Schizophyllum commune* Fr. – з порядку Agaricales; *Phellinus igniarius* (L.) Quel. – з порядку Hymenochaetales; *Cerioporus squamosus* (Huds.) Quel. (= *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr.), *Irpex lacteus* (Fr.) Fr., *Lentinus tigrinus* (Bull.) Fr., *Noblesia crocea* (Schwein.) Nakasone (= *Sarcodontia crocea* (Schwein.) Kotl.) і *Trametes hirsuta* (Wulfen) Lloyd – з порядку Polyporales.

Протягом 1998–2000 рр. вивченням облігатнопаразитних фітотрофних мікроміцетів Сумського геоботанічного округу займалася О. І. Гаврило [19]. В авторефераті дисертаційного дослідження нею вказується, що мікологічний матеріал збирався і на території ботанічного саду СумДПУ. Але результати цих досліджень не були опубліковані.

У 2011–2012 рр. нами вперше були проведені мікологічні дослідження на території ботанічного саду СумДПУ з метою вивчення різноманіття фітопатогенних грибів. Було зібрано та ідентифіковано 42 види, 30 з яких – мікроміцети [20]. На початку 2020-х мікологічні дослідження у ботанічному саду було поновлено. У результаті кількість зареєстрованих на його території видів фітопатогенних мікроскопічних грибів зросла до 89 видів. Нижче наводимо узагальнений анотований список фітопатогенних мікроміцетів та їх рослин-живителів, виявлених на території ботанічного саду СумДПУ за всі роки наших досліджень.

AMORPHEA Adl et al.

OPISTHOKONTA Cavalier-Smith, emend. Adl et al.

HOLOMYCOTA Liu et al.

FUNGI R. T. MOORE

DIKARYA Hibbett et al.

ASCOMYCOTA Cavalier-Smith

PEZIZOMYCOTINA O. E. Erikss. & Winka

DOTHIDEOMYCETES O. E. Erikss. & Winka

BOTRYOSPHAETIALES C. L. Schoch, Crous & Shoemaker

Phyllostictaceae Fr.

Phyllosticta Pers.

Phyllosticta corrodens Pass. На листках *Clematis orientalis* L., дендрарій, верхній парк, 06.08.2024.

Phyllosticta crataegi Speg. На листках *Crataegus monogyna* Jacq., дендрарій, верхній парк, 06.08.2024.

Phyllosticta cruenta (Fr.) Kickx. На *Polygonatum hirtum* (Bosc ex Poir.) Pursuh, дендрарій, верхній парк, 07.04.2012. На *Polygonatum multiflorum* (L.) All., дендрарій, нижній парк, 06.08.2024.

Phyllosticta dictamni Fairm. На листках *Dictamnus gymnostylis* Steven, дендрарій, верхній парк, 06.08.2024.

Phyllosticta polygonorum Sacc. На листках *Polygonum aviculare* L., господарська зона, 06.08.2024.

Phyllosticta violae Desm. На *Viola odorata* L., дендрарій, верхній парк, 18.04.2011, 08.05.2012.

CAPNODIALES Woron.

Cladosporiaceae Chalm. & R. G. Archibald

Cladosporium Link.

Cladosporium iridis (Fautrey & Roum.) G.A. de Vries На листках *Iris germanica* L., рокарій, 06.08.2024.

Mycosphaerellaceae Lindau

Cercospora Fresen.

Cercospora violae Sacc. На листках *Viola cornuta* L., БС, дендрарій, верхній парк, 06.08.2024.

Mycosphaerella Videira & Crous

Mycosphaerella podagrariae (Roth) Petr. На *Aegopodium podagraria* L., дендрарій, нижній парк, 20.04.2021.

Paracercosporidium Videira & Crous

Paracercosporidium microsorum (Sacc.) U. Braun, C. Nakash., Videira & Crous На листках *Tilia cordata* Mill., дендрарій, нижній парк, 06.08.2024.

Pseudocercospora Deighton

Pseudocercospora fraxini (Ellis & Kellerm.) U. Braun На листках *Fraxinus excelsior* L., дендрарій, нижній парк, 06.08.2024.

Ragnhildiana Solheim

Ragnhildiana ampelopsidis (Peck) U. Braun, C. Nakash., Videira & Crous На листках *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., дендрарій, верхній парк, 18.06.2021; плодовий сад, 06.08.2024.

Ramularia Unger

Ramularia banksiana (Pass.) Sacc. На листках *Rosa × hybrida* Schleich. «Laguna», розарій, 06.08.2024.

Ramularia primulae Thüm. На листках *Primula veris* L., ділянка лікарських рослин, 06.08.2024.

Ramularia spiraeae Peck. На листках *Spiraea salicifolia* L., дендрарій, верхній парк, 06.08.2024.

Septoria Sacc.

Septoria astragali Desm. На листках *Astragalus glycyphyllos* L., дендрарій, верхній парк, 06.08.2024.

Septoria erigerontis Berk. & M.A. Curtis На листках *Erigeron canadensis* L., плодовий сад, 06.08.2024.

Septoria lysimachiae Westend. На листках *Lysimachia nummularia* L., альпінарій, 18.06.2021.

Septoria podophyllina Peck. На листках *Podophyllum peltatum* L., рокарій, 06.08.2024.

Septoria prunellae Ellis & Holw. На листках *Prunella vulgaris* L., дендрарій, верхній парк, 06.08.2024.

Septoria pulmonariae Sacc. На листках *Pulmonaria obscura* Dumort., дендрарій, верхній парк, 06.08.2024.

Septoria pyricola Desm. На листках *Pyrus communis* L., плодовий сад, 06.08.2024.

Septoria scabiosicola Desm. На листках *Knautia arvensis* (L.) Coult., плодовий сад, 06.08.2024.

Septoria xylostei Sacc. & G. Winter На листках *Lonicera tatarica* L., дендрарій, нижній парк, 06.08.2024.

PLEOSPORALES Luttrell ex M.E. Barr

Didymellaceae Gruyter, Aveskamp & Verkley

Didymella Sacc. ex D. Sacc.

Didymella pisi Chilvers, J.D. Rogers & Peever На листках *Pisum sativum* L., колекційна ділянка сільськогосподарських рослин, 20.06.2012.

Pleosporaceae Nitschke

Alternaria Nees

Alternaria alternata (Fr.) Keissl. На листках *Dictamnus gymnostylis* Steven, рокарій, 14.10.2012. На листках *Pulmonaria obscura* Dumort., дендрарій, нижній парк, 06.08.2024. На листках *Aquilegia vulgaris* L., рокарій, 06.08.2024.

LEOTIOMYCETES Eriksson & Winka

ERYSIPHALES H. Gwynne-Vaughan

Erysiphaceae Tul. & C. Tul.

Erysiphe R. Hedw. ex DC.

Erysiphe adunca (Wallr.) Fr. На листках *Salix caprea* L. дендрарій, верхній парк, 07.09.2011, 16.09.2012. На листках *Salix cinerea* L., дендрарій, 16.09.2012.

Erysiphe althitoides (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam. На листках *Quersus robur* L., дендрарій, верхній і нижній парк, 07.09.2011, 16.09.2012, 03.09.2021, 06.08.2024.

Erysiphe astragali DC. На листках *Astragalus dasyanthus* Pall., ділянка лікарських рослин, 18.06.2021.

Erysiphe berberidis DC. На листках *Berberis aquifolium* Pursh, альпінарій, дендрарій, верхній парк, 03.09.2021. На листках *Berberis vulgaris* L., дендрарій, верхній парк, 03.09.2021, 06.08.2024.

Erysiphe convolvuli DC. На *Convolvulus arvensis* L., господарська зона, 03.09.2021.

Erysiphe ehrenbergii (Lév.) U. Braun, M. Bradshaw & S. Takam. На листках *Lonicera tatarica* L., дендрарій, нижній парк, 06.08.2024.

Erysiphe euonymi DC. На листках *Euonymus europaeus* L., дендрарій, нижній парк, 06.08.2024.

Erysiphe heraclei DC. На листках *Peucedanum oreoselinum* L., дендрарій, нижній парк, 06.08.2024.

Erysiphe knautiae Duby На листках *Knautia arvensis* (L.) Coult., плодовий сад, 18.06.2021.

Erysiphe necator Schwein. На листках *Vitis vinifera* L., колекційна ділянка сільськогосподарських рослин, 03.09.2021.

Erysiphe pisi DC. На листках *Pisum sativum* L., колекційна ділянка сільськогосподарських рослин, 20.06.2012.

Erysiphe polygoni DC. На листках *Polygonum aviculare* L., господарська зона, 07.09.2011, 16.09.2012, 06.08.2024.

Erysiphe syringae-japonicae (U. Braun) U. Braun & S. Takam. На листках *Syringa josikaea* J. Jacq. ex Rehb., дендрарій, верхній парк, 03.09.2021. На листках *Syringa vulgaris* L., дендрарій, верхній парк, 07.09.2011, 16.09.2012, 03.09.2021, 06.08.2024.

Erysiphe trifoliorum (Wallr.) U. Braun. На листках *Trifolium pratense* L., плодовий сад, 06.08.2024.

Golovinomyces (U. Braun) V. P. Heluta

Golovinomyces biocellatus (Ehrenb.) V.P. Heluta На *Melissa officinalis* L., ділянка лікарських рослин, 18.06.2021.

Golovinomyces cichoracearum (DC.) V.P. Heluta На *Cichorium intybus* L., плодовий сад, 18.06.2021. На *Inula ensifolia* L., рокарій, 20.06.2012. На *Rudbeckia laciniata* L., рокарій, 20.06.2012. На *Zinnia angustifolia* Kunth, рокарій, 18.06.2021.

Golovinomyces cynoglossi (Wallr.) V.P. Heluta На *Echium vulgare* L., плодовий сад, 03.09.2021. На *Pulmonaria obscura* L., дендрарій, нижній парк, 06.08.2024. На *Symphytum officinale* L., ділянка лікарських рослин, 18.06.2021.

Golovinomyces depressus (Wallr.) V.P. Heluta На *Arctium lappa* L., господарська зона, 07.09.2011.

Golovinomyces magnicellulatus (U. Braun.) V.P. Heluta На *Phlox paniculata* L., рокарій, 03.06.2011.

Golovinomyces sordidus (L. Junell) V.P. Heluta На *Plantago major* L., господарська зона, 06.08.2024.

Neoerysiphe U. Braun

Neoerysiphe galeopsidis (DC.) U. Braun На *Glechoma hederacea* L., дендрарій, нижній парк, 18.06.2021.

Phyllactinia Lév.

Phyllactinia fraxini (DC.) Fuss На листках *Fraxinus excelsior* L., дендрарій, нижній парк, 07.09.2011.

Podosphaera Kunze

Podosphaera erigerontis-canadensis (Lév.) U. Braun & T.Z. Liu На *Erigeron canadensis* L., плодовий сад, 06.08.2024.

Podosphaera ferruginea (Schltdl.) U. Braun & S. Takam. На *Sanguisorba officinalis* L., ділянка лікарських рослин, 03.06.2011.

Podosphaera macularis (Wallr.) U. Braun & S. Takam. На *Humulus lupulus* L., дендрарій, верхній парк, 03.09.2021.

Podosphaera xanthii (Castagne) U. Braun & Shishkoff На *Calendula officinalis* L., ділянка лікарських рослин, 07.09.2011.

Sawadaea Miyabe

Sawadaea bicornis (Wallr.) Miyabe. На *Acer campestre* L., дендрарій, нижній парк, 07.09.2011, 13.09.2012.

Sawadaea tulasnei (Fuckel) Homma На *Acer platanoides* L., дендрарій, верхній і нижній парк, 07.09.2011, 14.10.2012, 03.09.2021, 06.08.2024.

HELOTIALES Nannf. ex Korf & Lizoň

Sclerotiniaceae Whetzel ex Whetzel

Monilinia Honey

Monilinia fructicola (G. Winter) Honey На опалих плодах *Malus domestica* Borkh., плодовий сад, 07.09.2012, 03.09.2021.

RHYTISMATALES M.E. Barr ex Minter

Rhytismataceae Chevall.

Rhytisma Fr.

Rhytisma acerinum (Pers.) Fr. На листках *Acer platanoides* L., дендрарій, верхній і нижній парк, 07.09.2012, 06.08.2024.

Rhytisma punctatum (Pers.) Fr. На листках *Acer campestre* L., дендрарій, нижній парк, 03.09.2021.

SORDARIOMYCETES O. E. Erikss. & Winka

DIAPORTHALES Nannf.

Gnomoniaceae G. Winter

Ophiognomonia (Sacc.) Sacc.

Ophiognomonia leptostyla (Fr.) Sogonov. На листках *Juglans cinerea* L., дендрарій, верхній парк, 06.08.2024.

HYPOCREALES Lindau

Nectriaceae Tul. & C. Tul.

Nectria (Fr.) Fr.

Nectria cinnabarina (Tode) Fr. На гілці *Betula pendula* Roth., дендрарій, верхній парк, 07.09.2012.

TAPHRINOMYCOTINA O.E. Erikss. & Winka

TAPHRINOMYCETES O.E. Erikss. & Winka

TAPHRINALES Gäum. & C.W. Dodge

Taphrinaceae Gäum.

Taphrina Fr.

Taphrina deformans (Berk.) Tul. На листках *Prunus persica* (L.) Batsch, плодовий сад, 20.06.2012.

BASIDIOMYCOTA R.T. Moore

PUCCINIOMYCETES R. Bauer, Begerow, J.P. Samp., M. Weiss & Oberw.

PUCCINIALES Clem. & Shear

Melampsoraceae Dietel**Melampsora Castagne**

Melampsora populnea (Pers.) P. Karst. На листках *Che-lidonium majus* L., дендрарій, нижній парк, 06.08.2024. На *Corydalis marschalliana* (Pall. ex Willd.) Pers., дендрарій, верхній парк, 08.05.2012. На *Corydalis solida* (L.) Clairv., дендрарій, верхній парк, 08.05.2012.

Phragmidiaceae Corda**Phragmidium Link**

Phragmidium fragariae G. Winter На *Potentilla alba* L., ділянка лікарських рослин, 03.09.2021.

Phragmidium potentillae (Pers.) P. Karst. На *Potentilla erecta* (L.) Raeusch., альпінарій, 15.05.2012.

Phragmidium mucronatum (Pers.) Schltdl. На листках *Rosa chinensis* Jacq., розарій, 06.08.2024. На листках *Rosa × damascena* Herrm., розарій, 06.08.2024. На листках і стеблах *Rosa × hybrida* Schleich. Hybrid Tea Rose «Gloria Dei», розарій, 06.08.2024. На листках *Rosa × hybrida* Schleich. Large Flowered Climber «Laguna», розарій, 06.08.2024.

Phragmidium tuberculatum Jul. Müll. На листках *Rosa canina* L., дендрарій, 20.04.2021, 06.08.2024. На листках і стеблах *Rosa* sp. cult., розарій, 20.06.2012.

Pucciniaceae Chevall.**Gymnosporangium R. Hedw. ex DC.**

Gymnosporangium sabinae (Dicks.) G. Winter На листках *Pyrus communis* L., плодовий сад, 18.06.2021, 06.08.2024.

Puccinia Pers.

Puccinia cnici H. Mart. На листках *Cirsium vulgare* (Savi) Ten., колекційна ділянка сільськогосподарських рослин, 03.06.2011.

Puccinia coronata Corda. На *Frangula alnus* Mill., дендрарій, верхній парк, 05.05.2012.

Puccinia hieracii (Röhl.) H. Mart. На листках *Centaurea jacea* L., рокарій, 18.06.2021. На листках *Hieracium pilosella* L., дендрарій, верхній парк, 06.08.2024.

Puccinia iridis Wallr. ex Rabenh. На *Iris sibirica* L., рокарій, 02.06.2011, 17.06.2012.

Puccinia recondita Roberge ex Desm. На листках і стеблах *Clematis recta* L., рокарій, 05.05.2012.

Puccinia violae (Schumach.) DC. На *Viola alba* Besser, дендрарій, верхній парк, 05.05.2012. На *Viola odorata* L., дендрарій, верхній і нижній парк, 07.06.2012, 06.08.2024.

Puccinia virgae-aureae (DC.) Lib. На *Solidago canadensis* L., рокарій, 11.09.2011.

Uromyces (Link) Unger

Uromyces pisi-sativi (Pers.) Liro На листках *Laburnum anagyroides* Medik., дендрарій і рокарій, верхній парк, 07.09.2011. На листках *Pisum sativum* L., колекційна ділянка сільськогосподарських рослин, 20.06.2012.

Uromyces polygoni-avicularis (Pers.) G.H. Otth На листках *Polygonum aviculare* L., господарська зона, 06.08.2024.

Uromyces rumicis (Schumach.) G. Winter На *Rumex confertus* Willd., дендрарій, верхній парк, 03.06.2011.

Uropyxidaceae (P. Syd. & Syd.) Cummins & Y. Hirats**Tranzschelia Arthur**

Tranzschelia anemones (Pers.) Nannf. На листках *Anemone ranunculoides* L., дендрарій, верхній і нижній парк, 12.05.2012.

Tranzschelia pruni-spinosae (Pers.) Dietel. На листках *Prunus domestica* L., плодовий сад, 18.06.2021.

USTILAGINOMYCOTINA Doweld

USTILAGINOMYCETES R. Bauer, Oberw. & Vánky

UROCYSTIDALES R. Bauer & Oberw.

Urocystidaceae Begerow, R. Bauer & Oberw.**Urocystis Rabenh. Ex Fuckel**

Urocystis ficariae (Liro) Moesz На *Ranunculus ficaria* L., дендрарій, верхній і нижній парк, 12.05.2012.

USTILAGINALES G. Winter

Ustilaginaceae Tul. & C. Tul.**Ustilago (Pers.) Roussel**

Ustilago tritici (Pers.) Rostr. На *Triticum aestivum* L., колекційна ділянка сільськогосподарських рослин, 20.06.2012.

USTILAGINALES genera insertae sedis

Mycosarcoma Bref

Mycosarcoma maydis (DC.) Bref. На *Zea mays* L., колекційна ділянка сільськогосподарських рослин, 03.06.2011.

DIAPHORETIKES Adl et al.

SAR Burki et al. emend. Adl et al.

STRAMENOPILES Patterson emend. Adl et al.

GYRISTA Caval.-Sm.

PERONOSPOROMYCOTA Dick

(= OOMYCOTA Arx)

PERONOSPOROMYCETES M.W. Dick

(= OOMYCETES Winter, emend. M.W. Dick)

ALBUGINALES Thines

Albuginaceae J. Schröt.**Albugo (Pers.) Roussel.**

Albugo candida (Pers. ex J. F. Gmel.) Roussel На листках і стеблах *Capsella bursa-pastoris* L., колекційна ділянка сільськогосподарських рослин, 01.05.2012.

Wilsoniana Thines

Wilsoniana bliti (Biv.) Thines На листках *Amaranthus albus* L., колекційна ділянка сільськогосподарських рослин, 06.08.2024.

PERONOSPORALES A.N. Beketov

Peronosporaceae de Bary**Peronospora Carda**

Peronospora corydalis de Bary На *Corydalis marschalliana* (Pall. ex Willd.) Pers., дендрарій, верхній парк, 08.05.2012. На *Corydalis solida* L., дендрарій, верхній і нижній парк, 19.04.2012, 01.05.2012.

Peronospora ficariae Tul. На листках *Ficaria verna* L., дендрарій, верхній і нижній парк, 19.04.2012, 01.05.2012.

Peronospora chenopodii Schltdl. На листках *Chenopodium album* L., господарська зона, 18.06.2021.

Phytophthora de Bary.

Phytophthora infestans (Mont.) de Bary На *Lycopersicon* sp., теплиця, 15.10.2011. На *Solanum muricatum* Ait., теплиця, 15.10.2011.

***Plasmopara* J. Schröt.**

Plasmopara nivea (Unger) J. Schröt. На листках *Aegopodium podagraria* L., дендрарій, нижній парк, 18.06.2021.

Plasmopara viticola (Berkeley & Curtis) Berlese & de Toni. На листках *Vitis vinifera* L., колекційна ділянка сільськогосподарських рослин, 15.10.2011, 14.10.2012, 18.06.2021, 06.08.2024.

Таким чином, під час обстеження рослин ботанічного саду виявлено 89 видів грибів із 36 родів, 19 родин, 14 порядків, 7 класів відділів Ascomycota, Basidiomycota та Peronosporomycota. Серед порядків грибів найбільше видів відмічено з числа Erysiphales (28 видів), Carnodiales (18) та Pucciniales (18). У родинному спектрі грибів домінували представники трьох: Erysiphaceae (28 видів), Mycosphaerellaceae (17) і Pucciniaceae (11), які об'єднують майже дві третини зареєстрованих видів мікроміцетів. Найбільш численними серед грибів родами виявилися: *Erysiphe* (14 видів), *Septoria* (9), *Puccinia* (7), *Golovinomyces* і *Phyllosticta* (по 6 видів кожен).

Таблиця 1

Розподіл мікроміцетів та рослин-живителів за структурними підрозділами Ботанічного саду СумДПУ

Відділ / колекційно-експозиційна ділянка	Кількість видів рослин, уражених грибами	Кількість родів грибів	Кількість видів грибів
Дендрарій	51	26	46
Рокарій	13	6	11
Розарій	5	2	3
Альпінарій	3	3	3
Ділянка лікарських рослин	7	5	7
Ділянка сільськогосподарських рослин	10	9	10
Плодовий сад	13	9	13
Теплиця	2	1	1
Господарська зона	7	5	7

Виявлені мікроміцети паразитували на 88 видах і 2 сортах рослин із 73 родів та 36 родин. Найбільша кількість рослин, уражених грибами, є представниками родин Rosaceae (13 видів рослин; 13 видів грибів), Asteraceae (10; 8), Fabaceae (5; 6) та Ranunculaceae (5; 5). В інших родинях кількість видів рослин-живителів не перевищувала трьох.

Сім видів грибів знайдені на рідкісних видах рослин-живителів. Так, на рослинах, включених до «Червоної книги України» [21], були зареєстровані: *Erysiphe astragali* – на *Astragalus dasyanthus*, *Puccinia iridis* – на *Iris sibirica*. На рослинах з «Офіційного переліку регіонально рідкісних рослин Сумської області» [22] були відмічені: *Golovinomyces cichoracearum* – на *Inula ensifolia*, *Melampsora populnea* та *Peronospora corydalis* – на *Corydalis marschalliana*, *Puccinia recondita* – на *Clematis recta*, *Alternaria alternata* – на *Aquilegia vulgaris*.

Найбільша кількість видів мікроміцетів була зібрана на території дендрарію (таблиця), який займає майже

половину площі ботанічного саду СумДПУ [1] і характеризуються значним різноманіттям як деревних так і трав'янистих рослин.

Висновки. Таким чином, значний період формування колекційного фонду ботанічного саду СумДПУ, багате видове різноманіття зростаючих тут рослин-живителів, постійне привнесення нових видів рослин (у процесі інтродукції або поповнення колекцій) обумовлює досить велику кількість виявлених фітопатогенних мікроміцетів на відносно невеликій площі. Було зареєстровано 89 видів грибів, які паразитували на 88 видах і 2 сортах рослин із 73 родів та 36 родин. Між тим, не дивлячись на те, що нашими дослідженнями був охоплений досить тривалий період спостережень – в понад 10 років, мікологічні обстеження колекцій ботанічного саду відбувалися періодично і зі значними часовими перервами. Отже, представлений у даній роботі список фітопатогенних мікроміцетів є далеко не остаточним. Вивчення мікобіоти території ботанічного саду СумДПУ залишається актуальним.

Література:

1. Вакал А. П., Будник С. А., Суярова І. О. Видове різноманіття рослин нижнього парку Ботанічного саду СумДПУ імені А. С. Макаренка. *Природничі науки* : збірник наукових праць. Суми: Вид-во СумДПУ імені А.С. Макаренка. 2017. Вип. 14. С. 6–14.
2. Роль ботанічних садів і дендропарків у збереженні та збагаченні біологічного різноманіття урбанізованих територій: Матеріали міжнародної наукової конференції (Київ, 28–31 травня 2013 р.) / Гол. ред. В. Г. Радченко. Київ: НЦЕБМ НАН України, ПАТ «Віпол», 2013. 304 с.
3. Convention on Biological Diversity : text and annexes. Montreal: Secretariat for the Convention on Biological Diversity, 2011. 30 p.
4. Ботанічний сад Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка. Путівник. Суми: Слобожанщина, 2000. 24 с.

5. Навчально-науковий центр «Ботанічний сад СумДПУ імені А. С. Макаренка»: веб-сайт. URL: <https://pgf.sspu.edu.ua/bot-sad> (дата звернення: 19.08.2024).
6. Кричевич М. Г. Колекція рослин ботанічного саду Сумського педінституту. *Заповідна справа на Сумщині*. Суми. СДПІ ім. А.С. Макаренка, 1994. С. 69–71.
7. Вакал А. П., Міроненко Л. П., Будник С. А., Литвиненко Ю. І. Роль навчально-наукового центру «Ботанічний сад СумДПУ імені А.С. Макаренка» в екологічному вихованні учнівської молоді. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2021. Випуск 1(17). С. 5–12. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5295649>.
8. Коритнянська В. Г., Ткаченко Ф. П., Товстуха Н. І., Русанов В. А. Борошнистороссяні гриби (Erysiphales) ботанічного саду Одеського національного університету імені І. І. Мечникова. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2010. Т. 6, № 2. С. 259–264.
9. Senanayake I. C., Rathnayaka A. R., Marasinghe D. S., Calabon M. S., Gentekaki E., Lee H. B., Hurdeal V. G., Pem D., Dissanayake L. S., Wijesinghe S. N., Bundhun D., Nguyen T. T., Goonasekara I. D., Abeywickrama P. D., Bhunjun C. S., Jayawardena R. S., Wanasinghe D. N., Jeewon R., Bhat D. J., Xiang M. M. Morphological approaches in studying fungi: collection, examination, isolation, sporulation and preservation. *Mycosphere*. 2020. Vol. 11, Issue 1. P. 2678–2754. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/11/1/20>
10. Гелюта В. П. Критичний перегляд видового складу борошнистороссяних грибів (Erysiphaceae, Ascomycota) України: *Erysiphe* sect. *Microsphaera*. *Український ботанічний журнал*. 2023. Т. 80, №3. С. 199–250. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj80.03.199>
11. Тихоненко Ю. Я. Гриби роду *Melampsora* Cast. в Україні. *Український ботанічний журнал*. 2010. Т. 67, №6. С. 906–915.
12. Tykhonenko Yu. Ya. Species of the genus *Phragmidium* (Pucciniales) as parasites of roses (*Rosa*, Rosaceae) in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*. 2024. Vol. 81, Issue 3. P. 214–228. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj81.03.214>
13. Wijayawardene N. N., Hyde K. D., Al-Ani L. K. T. et al. Outline of Fungi and fungi-like taxa. *Mycosphere*. 2020. Vol. 11, Issue 1. P. 1060–1456. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/11/1/8>
14. Adl S. M., Simpson A. G. B., Lane C. E. et al. The Revised Classification of Eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*. 2012. Vol. 59, Issue 5. P. 429–493. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2012.00644.x>
15. Index Fungorum. CABI Bioscience databases. URL: <http://www.indexfungorum.org> (дата звернення: 20.08.2024).
16. POWO. Plants of the world online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. URL: <https://powo.science.kew.org> (дата звернення: 20.08.2024).
17. Карпенко К. К. Макроміцети заповідних територій Сумської області. Суми: ПП Вінниченко М.Д., 2009. 356 с.
18. Карпенко К. К. Макроміцети заповідних територій Сумської області: монографія. Суми: ПП Вінниченко М.Д., 2011. 200 с.
19. Гаврило О. І. Облігатнопаразитні фітотрофні мікроміцети Харківського Лісостепу: автореф. дис. канд. біол. наук / Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. К., 2002. 20 с.
20. Литвиненко Ю. І., Сорока В. В. Фітопатогенні гриби ботанічного саду Сумського державного педагогічного університету ім. А.С. Макаренка. *Актуальні проблеми дослідження довкілля* : збірник наукових праць за матеріалами V Міжнародної наукової конференції, м. Суми, 23-25 травня 2013 р. Т. 1. Суми : СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 2013. С. 282–285.
21. Наказ № 111 від 15.02.2021 Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України «Про затвердження переліків видів рослин та грибів, що заносяться до Червоної книги України (рослинний світ), та видів рослин та грибів, що виключені з Червоної книги України (рослинний світ)» : сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0370-21#Text> (дата звернення: 20.08.2024).
22. Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України (довідкове видання) / Т. Л. Андрієнко, М. М. Перегрим. Київ: Альтерпрес, 2012. 148 с.

References:

1. Vakal, A. P., Budnik, S. A., Suyrova, I. O. (2017). Vydove riznomanittia roslyn nyzhnogo parku Botanichnoho sadu SumDPU imeni A. S. Makarenka [Species diversity of plants of the lower Park Botanical garden Sum SPU named after A. S. Makarenko]. *Prirodniči nauki*, Issue 14, pp. 6–14 [in Ukrainian].
2. Rol botanichnykh sadiv i dendroparkiv u zberezheni ta zbahachenni biolohichnoho riznomanittia urbanizovanykh terytorii (2013): Materialy mizhnarodnoi naukovoï konferentsii [The role of botanical gardens and arboreturns in the protection and enrichment of biological diversity of urban areas: Proceedings of the International Scientific Conference]. Kyiv, 2013, 304 p. [in Ukrainian].
3. Convention on Biological Diversity (2011): text and annexes. Montreal: Secretariat for the Convention on Biological Diversity, 30 p.
4. Botanichnyi sad Sumskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu im. A. S. Makarenka. Putivnyk (2000). [Botanical Garden of the Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko. Guidebook]. Sumy: Slobozhanshchyna, 24 p. [in Ukrainian].
5. Navchalno-naukovyï tsentr «Botanichnyi sad SumDPU imeni A.S. Makarenka» (2024): veb-sait [Educational and scientific center “Botanical Garden of Sumy State University named after A.S. Makarenko”: website]. URL: <https://pgf.sspu.edu.ua/bot-sad> (Accepted: 19.08.2024) [in Ukrainian].

6. Krychkevych, M.G. (1994). Kolektsiia roslin botanichnoho sadu Sumskoho pedinstytutu [Collection of plants of the botanical garden of the Sumy Pedagogical Institute]. *Zapovidna sprava na Sumshchyni*. Sumy. SSPI named after A.S. Makarenko. P. 69–71. [in Ukrainian].
7. Vakal, A. P., Mironets, L. P., Budnik, S. A., Lytvynenko, Yu. I. (2021). Rol navchalno-naukovoho tsentru «Botanichnyi sad SumDPU imeni A.S. Makarenka» v ekolohichnomu vykhovanni uchnivskoi molodi [The role of Educational and Scientific Center «Botanical Garden of SSPU named after A. S. Makarenko» in ecological of pupils' youth]. *Topical Issues of Natural Science and Mathematics Education*, Issue 1(17), pp. 5–12 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5295649>
8. Korytnianska, V. H., Tkachenko, F. P., Tovstukha, N. I., Rusanov, V. A. (2010). Boroshnystorosiani hryby (Erysiphales) botanichnoho sadu Odeskoho natsionalnoho universytetu imeni I. I. Mechnykova [Powdery mildew fungi (Erysiphales) of Botanical Garden of Odessa National Mechnikov University]. *Chornomorski Botanical Journal*, Vol. 6, Issue 2, pp. 259–264. [In Ukrainian].
9. Senanayake, I. C., Rathnayaka, A. R., Marasinghe, D. S., Calabon, M. S., Gentekaki, E., Lee, H. B., Hurdeal, V. G., Pem, D., Dissanayake, L. S., Wijesinghe, S. N., Bundhun, D., Nguyen, T. T., Goonasekara, I. D., Abeywickrama, P. D., Bhunjun, C. S., Jayawardena, R. S., Wanasinghe, D. N., Jeewon, R., Bhat, D. J., Xiang, M. M. (2020). Morphological approaches in studying fungi: collection, examination, isolation, sporulation and preservation. *Mycosphere*. Vol. 11, Issue 1, pp. 2678–2754. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/11/1/20>
10. Heluta, V. P. (2023). Krytychnyi perehliad vydovoho skladu boroshnystorosianykh hrybiv (Erysiphaceae, Ascomycota) Ukrainy: *Erysiphe* sect. *Microsphaera* [A critical revision of the powdery mildew fungi (Erysiphaceae, Ascomycota) of Ukraine: *Erysiphe* sect. *Microsphaera*]. *Ukrainian Botanical Journal*, Vol. 80, Issue 3, pp. 199–250. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj80.03.199>
11. Tykhonenko, Yu. Ya. (2010). Hryby rodu *Melampsora* Cast. v Ukraini [Fungi of the genus *Melampsora* Cast. in Ukraine]. *Ukrainian Botanical Journal*, Vol. 67, Issue 6, pp. 906–915. [In Ukrainian].
12. Tykhonenko, Yu. Ya. (2024). Species of the genus *Phragmidium* (Pucciniales) as parasites of roses (*Rosa*, Rosaceae) in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, Vol. 81, Issue 3, pp. 214–228. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj81.03.214>
13. Wijayawardene, N. N., Hyde, K. D., Al-Ani, L. K. T. et al. (2020). Outline of Fungi and fungi-like taxa. *Mycosphere*, Vol. 11, Issue 1, pp. 1060–1456. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/11/1/8>
14. Adl, S.M., Simpson, A.G.B., Lane, C.E. et al. (2012). The Revised Classification of Eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, Vol. 59, Issue 5, pp. 429–493. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2012.00644.x>
15. Index Fungorum (2024). CABI Bioscience databases. URL: <http://www.indexfungorum.org> (Accepted: 20.08.2024).
16. POWO (2024). Plants of the world online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. URL: <https://powo.science.kew.org> (Accepted: 20.08.2024).
17. Karpenko, K.K. (2009). Macromicety zapovidnykh terytoriy Sumskoi oblasti [Macromycetes of protected areas of Sumy region]. Sumy: PP Vinnychenko M.D., 356 p. [in Ukrainian].
18. Karpenko, K.K. (2011). Macromicety zapovidnykh terytoriy Sumskoi oblasti: monografia [Macromycetes of protected areas of Sumy region: monograph]. 2nd edition. Sumy: PP Vinnychenko M.D., 200 p. [in Ukrainian].
19. Havrylo, O.I. (2002). Oblihatnoparazytni fitotrofni mikromitsety Kharkivskoho Lisostepu: avtoreferat dysertatsii [Obligate parasitic phytotrophic micromycetes of the Kharkiv Forest-Steppe region: candidate's thesis]. Kyiv: M.G. Kholodny Institute of Botany NAS of Ukraine, 20 p. [in Ukrainian].
20. Lytvynenko, Yu.I., Soroka, V.V. (2013). Fitopatohenni hryby botanichnoho sadu Sumskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu im. A.S. Makarenka [Phytopathogenic fungi of the botanical garden of the Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko]. *Current problems of environmental research: Proceedings of the 5th International scientific conference, May 23-25, 2013, Sumy* / Ed. by A. Kornus, L. Mironets, Yu. Lytvynenko et al. Sumy: SSPU named after A.S. Makarenko, pp. 282–285. [in Ukrainian].
21. Nakaz № 111 vid 15.02.2021 Ministerstva zakhystu dovykillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy «Pro zatverdzhennia perelikiv vydiv roslin ta hrybiv, shcho zanosyatsia do Chervonoj knyhy Ukrainy (roslynnyi svit), ta vydiv roslin ta hrybiv, shcho vykliucheni z Chervonoj knyhy Ukrainy (roslynnyi svit)» : sait. [Order No. 111 dated 15.02.2021 of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine “On approval of the lists of plant and fungi species included in the Red Book of Ukraine (plant life) and plant and fungi species excluded from the Red Book of Ukraine (plant life)” : site.]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0370-21#Text> (Accepted: 20.08.2024) [in Ukrainian].
22. Ofitsiini pereliki rehionalno ridkisykh roslin administratyvnykh terytorii Ukrainy (dovidkove vydannia) (2012) / T. L. Andriienko, M. M. Peregryn. [Official lists of regional rare plants of administrative territories of Ukraine (reference book)]. Kyiv: Alterpress, 148 p. [in Ukrainian].

ПОПЕРЕДНІ ВІДОМОСТІ ПРО ГАСТЕРОЇДНІ ГРИБИ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ХОЛОДНИЙ ЯР»

Плужник Андрій Володимирович,

аспірант кафедри біології рослин
Київського національного університету імені Тараса Шевченка,
молодший науковий співробітник науково-дослідного відділу
Національного-природного парку «Холодний Яр»
ORCID ID: 0000-0003-2644-6222

Джаган Вероніка Володимирівна,

кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри біології рослин
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
ORCID ID: 0000-0002-7229-5878
Scopus Author ID: 6506323863
Web of Science Researcher ID: AAV-1825-2021

Дослідження видової різноманітності грибів відомого своєю історико-культурною та природною спадщиною національного природного парку «Холодний Яр» почалося ще на початку 2000-х років. Для урочища «Холодний Яр» (на той час) наводилося 211 видів грибів та грибоподібних організмів різних таксономічних груп. Пізніше, завдяки розпочатим авторами статті дослідженням, існуючий список видів вдалося значно розширити. Проте, такій групі грибів, як гастероміцети, було приділено не достатньо уваги, а інформація щодо їх поширення на території парку залишалася обмеженою. Саме тому у статті представлено попередні дані про видову різноманітність гастероїдних грибів НПП «Холодний Яр». У результаті дослідження було встановлено видовий склад гастероїдних грибів парку, що включає 42 види. З них 25 наводяться для дослідженої території вперше. Виявлені види належали до 16 родів, 6 родин, 4 порядків класу Agaricomycetes відділу Basidiomycota. Найбільшим видовим багатством відмічався порядок Agaricales (24 види) з родинами Lycoperdaceae (16 видів) та Agaricaceae (8 видів), а також порядок Geastrales (9 видів). За еколого-трофічною структурою більшість видів належала до групи сапротрофів (37 видів). З них 33 види становили гумусові сапротрофи та по два види ксилотрофних і підстилкових сапротрофів. Симбіотрофний блок представлений п'ятьма видами (*Astraeus hygrometricus* та чотири види роду *Scleroderma*). Аналіз розподілу видів за основними типами біотопів показав, що найбільша видова різноманітність гастероміцетів спостерігалась у лісових біотопах (32 види), що включають дубово-грабові, осикові та соснові ліси, а також осикові діброви парку. У трав'янистих лучних та степових рослинних угрупованнях виявлено 10 видів грибів. Деякі види грибів, виявлені на території НПП «Холодний Яр», належать до категорії рідкісних і таких, що перебувають під охороною, зокрема *Chlorophyllum agaricoides*, а також представників Червоної книги України – *Mutinus caninus* та *Myriostoma coliforme*.

Ключові слова: гриби, гастероміцети, Basidiomycota, рідкісні види, заповідні території.

Pluzhnyk Andrii, Dzhanagan Veronika. Previous information on gasteroid fungi of the Kholodnyi Yar National Nature Park

The research on the species diversity of fungi at Kholodnyi Yar National Nature Park, known for its historical, cultural and natural resources, began in the early 2000s. At that time, 211 species of fungi and fungal-like organisms of different taxonomic groups were listed for the Kholodnyi Yar nature tract. Later, according to our research, the existing list of species was significantly increased. However, such a group of fungi as gasteromycetes was not given enough attention, and information on their distribution in the park remained rather incomplete and limited. That is why the article presents generalized information on the species diversity of gasteromycetes in Kholodnyi Yar National Nature Park. As a result of the study, it was possible to establish the species composition and create a list of gasteroid fungi in the park, which included 42 species. Of these, 25 were recorded for the park for the first time. The identified species belonged to 16 genera, 6 families, 4 orders from the class Agaricomycetes of the phylum Basidiomycota. The greatest species richness was observed in the order Agaricales (24 species) with the families Lycoperdaceae (16 species) and Agaricaceae (8 species), as well as the order Geastrales (9 species). Due to the ecological and trophic structure, most species belonged to the group of saprotrophs (37 species). Of these, 33 species were soil saprotrophs and two species each of xylophilic and leaf litter saprotrophs. The symbiotrophs were represented by five species (*Astraeus hygrometricus* and four species of the genus *Scleroderma*). The analysis of the distribution of species by the main types of habitats showed that the highest index of species diversity of gasteromycetes was observed in forest habitats (32 species), including oak-hornbeam, aspen and pine forests, as well as aspen forests of the park. 10 species of fungi were recorded in the grass-meadow and steppe habitats. In addition, it is worth noting the record of the rare fungus *Chlorophyllum agaricoides*, as well as the species listed in the Red Data Book of Ukraine – *Mutinus caninus* and *Myriostoma coliforme*.

Key words: fungi, gasteroid fungi, Basidiomycota, rare species, protected areas.

Вступ. Дослідження та збереження біологічної різноманітності є одним із основних завдань сучасної біологічної науки. Одним із ефективних шляхів вирішення цих завдань є створення та розширення вже існуючих природоохоронних територій. У зв'язку з наслідками глобальних змін клімату, збільшенням антропогенного навантаження на природні екосистеми, а також повномасштабною агресією росії проти України значна частина об'єктів природно-заповідного фонду наразі є зруйнованими або знищеними. Саме тому особливого значення набуває питання збереження біорізноманіття територій, які зазнали мінімального антропогенного порушення.

Національний природний парк (далі НПП) «Холодний Яр» (Черкаський район, Черкаська область) був створений на початку 2022 року [22]. Територія парку лежить на Придніпровській височині та знаходиться на перетині Дніпровського меридіонального і Галицько-Слобожанського (лісостепового) широтного екокоридорів [11]. Унікальні за своїм природним потенціалом лісові масиви Холодного Яру є частиною Смарагдової мережі Європи (UA000026 Kholodnyi Yar) [14]. Природні умови парку є досить різноманітними та достатніми для розвитку та розмноження грибів різних груп, в тому числі і гастероміцетів.

Терміни «гастероміцети» або «гастероїдні гриби» широко використовуються в науковій літературі, проте ця поліфілетична група базидієвих грибів (Basidiomycota) позбавлена таксономічного значення. Довгий час ці гриби об'єднували за ознакою ангіокарпного розвитку базидіом та пасивного розповсюдження спор (т. зв. статисмоспор) за рахунок вітру, дощу, комах та інших зовнішніх чинників [19]. Вони зазвичай зустрічаються в природі, переважна більшість видів гастероїдних грибів є сапротрофами на різноманітних субстратах, а також трапляються ектомікоризні представники та паразити вищих рослин. Їхні зрілі базидіоми, дуже різноманітні за морфологією, зростають на ґрунті, підстилці, гною, гнилій деревині тощо. За місцем формування та дозрівання плодових тіл виокремлюють такі групи гастероміцетів: епігейні (наземні) та гіпогейні (підземні). Більшість із них зростають у посушливих районах, але деякі представники, наприклад з порядку Phallales, віддають перевагу вологому клімату субтропічної і тропічної зон. У світі налічують близько 800 видів гастероміцетів [18].

Мікологічні дослідження на території тоді ще урочища «Холодний Яр» розпочалися ще на початку 2000-х рр. [8–9] Для його території на той час наводилося 211 видів грибів та грибоподібних організмів з різних таксономічних та екологічних груп. Протягом наступних 10 років будь-які дослідження видового складу грибів на території парку не проводились. У результаті наших досліджень впродовж 2017–2023 рр. відомості про видову різноманітність грибів НПП «Холодний Яр» значно розширилися. Попередні публікації були присвячені весняним сумчастим грибам, а також дереворуйнівним грибам [1; 5–7]. Щодо групи гастероміцетів, інформація щодо їх

поширення на території Холодного Яру була досить обмеженою.

Тому **метою** нашої статті є представити узагальнений попередній список видів гастероміцетів НПП «Холодний Яр», проаналізувати поширення та еколого-трофічну структуру дослідженої групи грибів.

Матеріали і методи. Збір зразків гастероміцетів на території НПП «Холодний Яр» здійснювали маршрутним-експедиційним методом впродовж вегетаційного періоду 2017–2024 рр. Польові дослідження здійснювалися в межах двох лісництв парку: Грушківського та Креселецького. Для пошуку плодових тіл обстежувалися всі потенційні субстрати. Збір матеріалу супроводжувався фотофіксацією знахідки та польовим записом, що містила інформацію про субстрат, дату і місце збору зразка, тип рослинності в локалітеті, а також географічне розташування точки збору.

Камеральна обробка зібраного матеріалу здійснювалась на базі кафедри біології рослин ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка згідно із загальноприйнятими методиками мікологічних досліджень [15]. Ідентифікація грибів проводилась з використанням світлової мікроскопії та відповідних визначників [12–13; 16; 18; 20–21]. Сучасні видові назви грибів та інші таксони узгоджені та подані відповідно до бази даних Index Fungorum [23]. Видові назви вищих судинних рослин наведені за «Vascular Plants of Ukraine. A nomenclatural Checklist» [17].

Результати. У результаті проведеного дослідження було зібрано 79 зразків плодових тіл, що відповідають 42 видам гастероїдних грибів. З них 25 видів дотепер не були відомими з території НПП «Холодний Яр», а 17 видів, відомих з літературних джерел, були підтверджені нашими знахідками. Виявлені таксони належали до 16 родів, 6 родин, чотирьох порядків класу Agaricomycetes відділу Basidiomycota.

Нижче наводимо анотований список видів гастероміцетів парку. Для кожного виду наводиться ступінь флористичної новизни, інформація про субстрат, локалітет та дату збору. Для видів, включених до Червоної книги України, наведені географічні координати місцезростань. В анотованому списку грибів прийняті такі умовні позначення і скорочення: лісниц. – лісництво, * – новий для території НПП «Холодний Яр», # – вид, включений до Червоної книги України.

СУБДОМЕН AMORPHEA Adl et al.

НАДЦАРСТВО OPISTHOKONTA Caval.-Sm., emend.

Caval.-Sm. and Chao, emend. Adl et al.

ЦАРСТВО FUNGI T. L. Jahn & F. F. Jahn ex R. T. Moore

ПІДЦАРСТВО DIKARYA Hibbett, T.Y. James & Vilgalys

ВІДДІЛ BASIDIOMYCOTA Bold ex R. T. Moore

КЛАС AGARICOMYCETES Doweld

ПОРЯДОК AGARICALES Underw.

Родина Agaricaceae Chevall.

Під *Chlorophyllum* Massee

* *Chlorophyllum agaricoides* (Czern.) Vellinga – на ґрунті, на південний схід від с. Жаботин, 21.10.2019.

Під *Crucibulum* Tul. & C. Tul.

* *Crucibulum laeve* (Huds.) Kambly (рис. 1, Б) – на лісовій підстилці, на південний схід від с. Жаботин, 08.11.2019.

Рід *Cyathus* Haller

* *Cyathus olla* (Batsch) Pers. (рис. 1, Г) – на лісовій підстилці, на південний схід від с. Жаботин, 08.11.2019; там само, 17.06.2023.

* *C. stercoreus* (Schwein.) De Toni – на ґрунті, на схід від с. Жаботин, 18.10.2020.

C. striatus (Huds.) Willd. (рис. 1, Д) – на відмерлих стовбурах, пнях, Креселецьке лісниц., 19.10.2004 [8]; на гнилій деревині *Pinus sylvestris* L., на південний схід від с. Жаботин, 14.10.2019; на гнилій деревині *Carpinus betulus* L., на захід від с. Мельники, 17.02.2020 [6]; на гнилій деревині *P. sylvestris* L., там само, 10.10.2020 [6]; на ґрунті, на північний захід від с. Мельники, 05.08.2023.

Рід *Mycenastrum* Desv.

* *Mycenastrum corium* (Guers.) Desv. (рис. 1, К) – на ґрунті, на захід від с. Мельники, 03.08.2024.

Рід *Tulostoma* Pers.

* *Tulostoma brumale* Pers. (рис. 1, Л) – на ґрунті, на південний схід від с. Жаботин, 17.03.2020.

* *T. fimbriatum* Fr. – на ґрунті, на північний захід від с. Мельники, 25.02.2024; на ґрунті, на схід від с. Жаботин, 09.03.2024.

Родина *Lycoperdaceae* F. Berchtold & J.S. Presl

Рід *Apioperdon* (Kreisel & D. Krüger) Vizzini

Apioperdon pyriforme (Schaeff.) Vizzini – на трухлявих пнях, Грушківське та Креселецьке лісниц., 19.10.2004 [8]; на гнилій деревині *C. betulus* L., на північ від х. Буда, 30.09.2017 [6]; на гнилій деревині *C. betulus* L., на схід від с. Жаботин, 12.10.2018 [6]; там само, 08.11.2019 [6]; на гнилій деревині *C. betulus* L., на захід від с. Мельники, 10.10.2020 [6]; на гнилій деревині *C. betulus* L., на південний схід від с. Жаботин, 20.03.2023.

Рід *Bovista* Pers.

Bovista nigrescens Pers. – на ґрунті, Креселецьке лісниц., 11–13.08.2005 [9]; на ґрунті, на південний схід від с. Жаботин, 16.08.2021.

B. plumbea Pers. (рис. 1, А) – на ґрунті, Креселецьке лісниц., 08.06.2004 [8]; на ґрунті, на схід від с. Жаботин, 16.09.2017.

B. pusilla (Batsch) Pers. – на ґрунті, Креселецьке лісниц., 11–13.08.2005 [9]; на ґрунті, на схід від с. Жаботин, 16.08.2021.



Рис. 1. Деякі види гастероміцетів порядку Agaricales на території НПП «Холодний Яр»: А – *Bovista plumbea*; Б – *Chlorophyllum agaricoides*; В – *Calvatia utriformis*; Г – *Cyathus olla*; Д – *Cyathus striatus*; Е – *Lycoperdon excipuliforme*; Ж – *Lycoperdon perlatum*; И – *Lycoperdon pratense*; К – *Mycenastrum corium*; Л – *Tulostoma brumale*

Під *Bovistella* Morgan

* *Bovistella radicata* Pat. – на ґрунті, на південний схід від с. Жаботин, 26.09.2021.

Під *Calvatia* Fr.

* *Calvatia candida* (Rostk.) Hollós – на ґрунті, на південний схід від с. Жаботин, 16.09.2017.

* *C. cyathiformis* (Bosc) Morgan – на ґрунті, на південний схід від с. Лубенці, 09.03.2020; там само, 09.03.2024.

* *C. gigantea* (Batsch) Lloyd – на ґрунті, на схід від с. Жаботин, 02.03.2020; на ґрунті, на північний схід від с. Жаботин, 17.08.2021; на ґрунті, на південний схід від х. Буда, 01.10.2023; на ґрунті, на схід від с. Жаботин, 07.10.2023.

C. utriformis (Bull.) Jaar (рис. 1, В) – на ґрунті, на південний схід від с. Жаботин, 16.09.2017 [1].

Під *Lycoperdon* Pers.

* *Lycoperdon caudatum* J. Schröt. – на ґрунті, на південний схід від с. Жаботин, 03.11.2020.

* *L. echinatum* Pers. – на ґрунті, на захід від с. Мельники, 10.10.2020; на ґрунті, на південь від х. Буда, 18.10.2023.

L. excipuliforme (Scop.) Pers. (рис. 1, Е) – на ґрунті, Креселецьке лісниц., 19.10.2004 [8]; на південний схід від с. Жаботин, 05.10.2022.

L. nigrescens Wahlenb. – на ґрунті, на схід від с. Жаботин, 16.09.2017 [1].

L. perlatum Pers. (рис. 1, Ж) – на ґрунті, Грушківське та Креселецьке лісниц., 19.10.2004 [8]; на ґрунті, на південний схід від с. Жаботин, 19.08.2017; там само, 03.11.2020.

* *L. pratense* Pers. (рис. 1, И) – на ґрунті, на схід від с. Жаботин, 05.10.2022.

* *L. rimulatum* Peck. – на ґрунті, на схід від с. Жаботин, 02.04.2020.

L. umbrinum Pers. – на ґрунті, на південний схід від с. Жаботин, 16.09.2017 [1].

ПОРЯДОК BOLETALES E.-J. Gilbert

Родина Diplocystidiaceae Kreisel

Під *Astraeus* Morgan

* *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan – на ґрунті, на південний схід від с. Жаботин, 22.06.2024.

Родина Sclerodermataceae Corda

Під *Scleroderma* Pers.

Scleroderma areolatum Ehrenb. (рис. 2, И) – на ґрунті, на південний схід від с. Жаботин, 17.08.2018 [1].

* *S. cера* Pers. – на ґрунті, на південний схід від с. Жаботин, 17.08.2018.

S. citrinum Pers. (рис. 2, К) – на ґрунті, Креселецьке лісниц., 11–13.08.2005 [9]; на ґрунті, на захід від с. Мельники, 05.08.2023.

S. verrucosum (Bull.) Pers. (рис. 2, Л) – на ґрунті, Грушківське лісниц., 19.10.2004 [8]; на ґрунті, на південний схід від с. Жаботин, 17.08.2018.

ПОРЯДОК GEASTRALES K. Hosaka & Castellano

Родина Geastraceae Corda

Під *Geastrum* Pers.

Geastrum fimbriatum Fr. – на ґрунті, Креселецьке лісниц., 11–13.08.2005 [9]; на ґрунті, на північний схід від с. Грушківка, 14.10.2019.

* *G. floriforme* Vittad. (рис. 2, А) – на ґрунті, на північний схід від с. Грушківка, 17.02.2020.

* *G. fornicatum* (Huds.) Hook. – на ґрунті, на північний схід від с. Грушківка, 17.02.2020.

* *G. minimum* Schwein. – на ґрунті, на північний захід від с. Мельники, 02.11.2023.

* *G. pectinatum* Pers. (рис. 2, Б) – на ґрунті, на північний схід від с. Грушківка, 15.10.2023.

G. rufescens Pers. (рис. 2, В) – на ґрунті, на захід від с. Мельники, 03.10.2017 [1]; там само, 03.08.2024.

* *G. striatum* DC. – на ґрунті, на південний схід від с. Жаботин, 22.06.2024.

* *G. triplex* Jungh. – на ґрунті, на захід від с. Мельники, 22.03.2024.

Під *Myriostoma* Desv.

*# *Myriostoma coliforme* (Dicks.) Corda. (рис. 2, Д) – на ґрунті, на південь від с. Лубенці, N 49°17'32.84'', E 32°24'71.14'', 21.07.2024.

ПОРЯДОК PHALLALES E. Fisch.

Родина Phallaceae Corda

Під *Mutinus* Fr.

Mutinus caninus (Schaeff.) Fr. (рис. 2, Г) – на ґрунті, Креселецьке лісниц., 21.06.2000 [8]; на ґрунті, на південний схід від с. Жаботин, N 49°13'37.88'', E 32°18'36.46'', 22.06.2024.

Під *Phallus* Junius ex L.

* *Phallus hadriani* Vent. (рис. 2, Е) – на ґрунті, на південний схід від с. Лубенці, 18.10.2022.

Ph. impudicus L. (рис. 2, Ж) – на ґрунті, Креселецьке лісниц., 21.06.2000 [8]; на південний схід від с. Жаботин, 16.07.2017; там само, 30.07.2018; там само, 16.06.2019; там само, 21.06.2021; на ґрунті, на схід від с. Жаботин, 07.10.2022; на ґрунті, на південний схід від с. Жаботин, 17.06.2023; на ґрунті, на захід від с. Мельники, 05.08.2023; на ґрунті, на схід та південний схід від с. Жаботин 22.06.2024; на ґрунті, на південний захід від с. Зам'ятниця, 23.07.2024.

Переважає більшість видів гастероїдних грибів з наведеного списку належать до порядку Agaricales (24 види). У межах порядку виявлено представників 2 родин – Agaricaceae (8 видів) та Lycoperdaceae (16 видів). Другим за чисельністю видів виявився порядок Geastrales з родиною Geastraceae (9 видів). Для порядків Boletales та Phallales відмічено меншу кількість видів, а саме 5 та 3 види відповідно.

За трофічною спеціалізацією виявлені види грибів належать до двох груп: сапротрофи (37 видів, 88,1%) і симбіотрофи. З числа сапротрофів кількісно переважають гумусові сапротрофи (33 види, 78,6%). Це *Chlorophyllum agaricoides*, *Cyathus stercoreus*, *Mycenastrum corium*, *Tulostoma brumale*, *Bovista nigrescens* та інші. По два види належать до ксилотрофів (*Apioperdon pyriforme*, *Cyathus striatus*) і підстилкових сапротрофів (*Crucibulum laeve*, *Cyathus olla*). З числа симбіотрофів виявлено лише п'ять видів (11,9%): *Astraeus hygrometricus*, *Scleroderma areolatum*, *S. cера*, *S. citrinum* і *S. verrucosum*.

Аналіз розподілу видів грибів за типами біотопів [4] показав, що найвища видова різноманітність гастеромі-



Рис. 2. Деякі види гастероміцетів порядків Boletales, Geastrales та Phallales на території НПП «Холодний Яр»: А – *Geastrum floriforme*; Б – *Geastrum pectinatum*; В – *Geastrum rufescens*; Г – *Mutinus caninus*; Д – *Myriostoma coliforme*; Е – *Phallus hadriani*; Ж – *Phallus impudicus*; И – *Scleroderma areolatum*; К – *Scleroderma citrinum*; Л – *Scleroderma verrucosum*

цетів притаманна для лісових, трав'яних і синантропних біотопів парку (рис. 3). Найбільша кількість видів була виявлена у лісових угрупованнях (32 види), представлених лісами з домінуванням граба, дуба та інших широколистяних дерев, а також ацидофільними свіжими та вологими лісами сосни звичайної та осиковими лісами. Трав'яні угруповання, представлені луками та степами, відмічались знахідками 10 видів грибів. *Tulostoma fimbriatum* була виявлена як на сте-

повій ділянці, так і на території садиби НПП «Холодний Яр».

У ході досліджень у НПП «Холодний Яр» було зареєстровано види гастероміцетів, що належать до категорії рідкісних і таких, що перебувають під охороною. Так, на території парку вперше було виявлено рідкісний в Україні гриб *Myriostoma coliforme*, занесений до останнього видання Червоної книги України [24]. Знахідку *Mutinus caninus*, також занесеного до Черво-

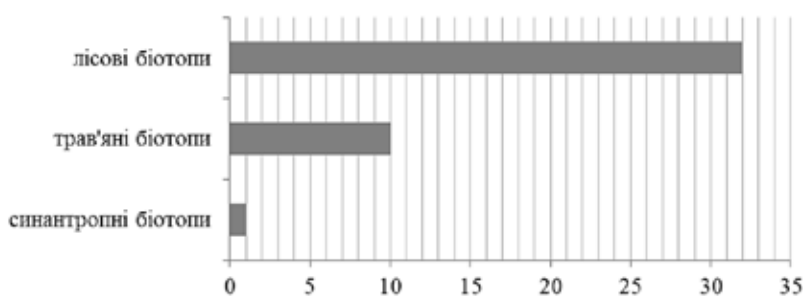


Рис. 3. Розподіл гастероміцетів за типами біотопів НПП «Холодний Яр»

ної книги України [24] і відомого для території парку з літературних джерел [8], було підтверджено у червні 2024 р. Рідкісний гриб *Chlorophyllum agaricoides* було вдруге зареєстровано на території Черкаської області після його знахідки в Канівському природному заповіднику [2–3].

Висновки. Отже, в результаті проведених впродовж 2017–2024 рр. досліджень встановлено, що мікобіота гастероїдних грибів НПП «Холодний Яр» на сьогодні представлена 42 видами, які належать до 16 родів, 6 родин, 4 порядків (Agaricales, Boletales, Geastrales та Phallales) з класу Agaricomycetes відділу Basidiomycota. Вперше на території парку відмічаються знахідки 25 видів грибів. Найбільшим видовим багатством характеризувався порядок Agaricales

(25 видів, 10 родів та 2 родини). За еколого-трофічною структурою більшість видів є сапротрофами (37 видів) та виявлені на ґрунті, гнилій деревині листяних і хвойних порід та лісовій підстилці. П'ять видів є симбіотрофами та утворюють мікоризу з деревними породами парку. Згідно розподілу грибів за типами біотопів за кількістю видів переважають лісові рослинні угруповання (32 види), на другому місці трав'яні біотопи (10 видів). Знайдено рідкісні для України види грибів, такі як *Chlorophyllum agaricoides*, *Mutinus caninus* та *Myriostoma coliforme*. Останні два види занесені до Червоної книги України, тому пошук нових локалітетів цих видів та оцінка стану їхніх популяцій залишаються актуальним завданням для подальших досліджень.

Література:

1. Джаган В.В., Плужник А.В. Нові знахідки грибів для урочища «Холодний Яр». *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*. 2019. № 16. С. 156–160.
2. Лавітська З.Г. 1947. Матеріали до флори Gasteromycetales Київщини. *Збірник праць Канівського біогеографічного заповідника*. 1947. № 1(3). С. 13–19.
3. Макаренко Я.М., Гелюта В.П. Поширення в Україні рідкісного гриба *Chlorophyllum agaricoides* (Agaricales, Basidiomycota). *Український ботанічний журнал*. 2023. Т. 80(2). С. 136–142.
4. *Національний каталог біотопів України*. За ред. А.А. Куземко, Я.П. Дідуха, В.А. Онищенко, Я. Шеффера. Київ: ФОП Клименко Ю.Я., 2018. 442 с.
5. Плужник А.В., Джаган В.В. Весняні сумчасті гриби (Ascomycota) урочища «Холодний Яр». *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Біологія*. 2021. № 2(85). С. 37–41.
6. Плужник А.В., Джаган В.В. Сучасний стан та перспективи дослідження ксилотрофних грибів Національного природного парку «Холодний Яр». *Вісник Черкаського університету: Серія Біологічні науки*. 2023. № 1. С. 58–71.
7. Плужник А.В., Шевченко М.В. Нові знахідки дереворуйнівних грибів на території Національного природного парку «Холодний Яр». *Сучасні проблеми біології, екології та хімії*: Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції. Запоріжжя: Поліграфічний центр «СоруArt», 2024. С. 150–152.
8. Пруденко М.М., Джаган В.В. Видовий склад грибів урочища «Холодний Яр». *Заповідна справа в Україні*. 2005. № 11(1). С. 21–28.
9. Пруденко М.М., Джаган В.В. Нові дані про гриби урочища «Холодний Яр». *Заповідна справа в Україні*. 2006. № 12(2). С. 33–34.
10. Сивоконь О.В. Гриби роду *Lycoperdon* Pers. на території Лівобережної України. II. Ключ для визначення видів. *Український ботанічний журнал*. 2009. № 66(6). С. 850–856.
11. Шеляг-Сосонко Ю.Р., Ткаченко В. С., Андрієнко Т. Л., Мовчан Я. І. (2005). Екомережа України та її природні ядра. *Український ботанічний журнал*. 2005. № 62(12). С. 142–158.
12. Bates S.T. (2004). *Arizona members of the Geastraceae and Lycoperdaceae (Basidiomycota, Fungi)*: PhD thesis. Arizona State University. 445 p.
13. Calonge F.D. (1998). Gasteromycetes. I. Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclerodermatales, Tulostomatales. *Flora Mycol. Iberica*. № 3. 271 p.
14. Emerald–standard data form for proposed Emerald sites areas of special conservation interest, ASCI), candidate Emerald sites and for areas of special conservation interest. [Електронний ресурс]. URL: <http://natura2000.eea.europa.eu/Emerald/SDF.aspx?site=UA0000261&release=2> (access date 22.07.2024).
15. Kalamees K.A. (1965). Main problems and methods of mycological research. Problems of studying fungi and lichens. Tartu. 14–21.
16. Kreizel H. (1967). Taxonomisch Pflanzengeographische Monographie der Gattung *Bovista*. *Beihefte zur Nova Hegwinia*. № 25. 244 p.
17. Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. (1999). *Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist*. National Academy of Sciences of Ukraine-MG Kholodny Institute of Botany.
18. Nordic macromycetes. Vol. 3: Heterobasidioid, aphyllorphoroid and gasteromycetoid basidiomycetes / Eds. L. Hansen, H. Knudsen. Nordsvamp-Copenhagen: Helsinki University Printed House. 1997. 445 p.
19. Pegler D.N., Laessle T., Spooner, B.M. (1995). *British Puffballs, Earthstars and Stinkhorns*. Whitstable (Kew): Royal Botanic Garden. 255 p.
20. Saracini M. (2005). *Gasteromyceti epigei*. Trento: Fondazione Centro Studi Micologici. 406 p.
21. Wright J.E. (1987). The genus *Tulostoma* (Gasteromycetes) : A World Monograph. Berlin: Stuttgart, 339 p.
22. Про створення національного природного парку «Холодний Яр». Указ Президента України від 01.01.2022 № 2/2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2/2022#Text> (дата звернення: 18.08.2024).
23. Index Fungorum Partnership. URL: <https://www.indexfungorum.org> (дата звернення: 18.08.2024).

24. Про затвердження переліків видів рослин та грибів, що заносяться до Червоної книги України (рослинний світ), та видів рослин та грибів, що виключені з Червоної книги України (рослинний світ). Міндовкілля; Наказ, Перелік від 15.02.2021 № 111. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0370-21#Text> (дата звернення: 18.08.2024).

References:

1. Bates, S.T. (2004). *Arizona members of the Geastraceae and Lycoperdaceae (Basidiomycota, Fungi)*: PhD thesis. Arizona State University. 445 p.
2. Calonge, F.D. (1998). Gasteromycetes. I. Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclerodermatales, Tulostomatales. *Flora Mycologica Iberica*. №3. 271 p.
3. Dzhagan, V.V., Pluzhnyk, A.V. (2019). New finds of mushrooms for the nature tract «Kholodnyi Yar». *Nature of Western Polissia and adjacent territories*. № 16. pp. 156–160 [in Ukrainian].
4. Emerald–standard data form for proposed Emerald sites areas of special conservation interest, ASCI), candidate Emerald sites and for areas of special conservation interest. [Електронний ресурс]. URL: <http://natura2000.eea.europa.eu/Emerald/SDF.aspx?site=UA0000261&release=2> (access date 22.07.2024).
5. Kalamees, K.A. (1965). Main problems and methods of mycological research. Problems of studying fungi and lichens. Tartu. 14–21
6. Kreizel, H. (1967). Taxonomisch Pflanzegeographische Monographie der Gattung *Bovista*. Beihefte zur Nova Heggwinia. № 25. 244 p. [in German].
7. Lavitska, Z.H. (1947). Materials for the flora of Gasteromycetales of Kyiv region. *Zbirnyk prats Kanivskoho bioheohrafichnoho zapovidnyka*. № 1(3). pp. 13–19 [in Ukrainian].
8. Makarenko, Ya.M., Heluta, V.P. (2023). Distribution of the rare fungus *Chlorophyllum agaricoides* (Agaricales, Basidiomycota) in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*. № 80(2). pp. 136–142 [in Ukrainian].
9. Mosyakin, S.L., Fedoronchuk, M.M. (1999). *Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist*. National Academy of Sciences of Ukraine-MG Kholodny Institute of Botany.
10. National habitat catalogue of Ukraine. (2018) / Ed. Kuzemko A.A., Didukh Ya.P., Onyschenko V.A., Sheffer Ya. Kyiv: FOP Klymenko Yu.Ya., 442 p. [in Ukrainian].
11. Nordic macromycetes. Vol. 3: Heterobasidioid, aphyllorphoroid and gasteromycetoid basidiomycetes / Eds. L. Hansen, H. Knudsen. Nordsvamp-Copenhagen: Helsinki University Printed House. 1997. 445 p.
12. Pegler, D.N., Laessle, T., Spooner, B.M. (1995). *British Puffballs, Earthstars and Stinkhorns*. Whitstable (Kew): Royal Botanic Garden. 255 p.
13. Pluzhnyk, A.V., Dzhagan, V.V. (2021). Current status and prospects of research on xylophilic fungi of the «Kholodnyi Yar» National Nature Park. *Cherkasy University Bulletin: Biological Sciences Series*. №1. pp. 58–71 [in Ukrainian].
14. Pluzhnyk, A.V., Dzhagan, V.V. (2023). Current status and prospects of research on xylophilic fungi of the «Kholodnyi Yar» National Nature Park. *Bulletin of the Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University: Biological Sciences Series*. № 1. pp. 58–71 [in Ukrainian].
15. Pluzhnyk, A.V., Schevchenko, M.V. (2024). New findings of the wood-decay fungi at Kholodnyi Yar National Nature Park. *Modern Problems of Biology, Ecology and Chemistry: proceedings of the VII International scientific and practical conference*. Zaporizhzhia, pp. 150–152 [in Ukrainian].
16. Prudenko, M.M., Dzhagan, V.V. (2005). The species composition of fungi of the Kholodny Yar tract. *Zapovidna Sprava v Ukrayini*. № 11(1). pp. 21–28 [in Ukrainian].
17. Prudenko, M. M., Dzhagan, V. V. (2006). New data on the fungi of the Kholodny Yar tract. *Zapovidna Sprava v Ukrayini*. № 12(2). pp. 33–34 [in Ukrainian].
18. Saracini, M. (2005). *Gasteromyceti epigei*. Trento: Fondazione Centro Studi Micologici. 406 p. [in Italian].
19. Shelyag-Sosonko, Yu.R., Kurson, V.V. (1979). Vegetation of «Kholodnyi Yar». *Ukrainian Botanical Journal*. № 36(1). pp. 67–72 [in Ukrainian].
20. Syvokon, E.V. (2009). The fungi of the genus *Lycoperdon* Pers. on the territory of the Left-Bank Ukraine. I. Species diversity and morphological complexes. *Ukrainian Botanical Journal*. № 66(5). pp. 693–704 [in Ukrainian].
21. Wright, J.E. (1987). The genus *Tulostoma* (Gasteromycetes): A World Monograph. Berlin: Stuttgart, 339 p.
22. Pro stvorennia natsionalnoho pryrodnoho parku «Kholodnyi Yar». Decree of the President of Ukraine on January 1, 2022 № 2/2022 [Electronic resource]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2/2022#Text> (accessed: 18.08.2024).
23. Index Fungorum Partnership [Electronic resource]. URL: <https://www.indexfungorum.org> (accessed: 18.08.2024).
24. Pro zatverdzhennia perelikiv vydiv roslyn ta hrybiv, shcho zanosyatsia do Chervonoj knyhy Ukrainy (roslynnyi svit), ta vydiv roslyn ta hrybiv, shcho vyklucheni z Chervonoj knyhy Ukrainy (roslynnyi svit). Mindovkillia; Order, Specification on February 15, 2021 № 111 [Electronic resource]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0370-21#Text> (accessed: 18.08.2024).

ПОШИРЕНІСТЬ ТРАНСФУЗІЙНО-ТРАНСМІСИВНИХ ІНФЕКЦІЙ СЕРЕД ДОНОРІВ СУМСЬКОГО ВІДДІЛЕННЯ ЗАГОТІВЛІ КРОВІ ТА ЇЇ КОМПОНЕНТІВ ТОВ «ЦСК «БІОФАРМА ПЛАЗМА»

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

Горпиненко Аліна Віталіївна,

здобувач освіти кафедри біології та методики навчання біології
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка

У статті актуалізована проблема інфекційної безпеки донорської крові та її компонентів в Україні. У статті висвітлено результати вивчення поширеності маркерів трансфузійно-трансмісивних інфекцій у крові донорів Сумського відділення заготівлі крові та її компонентів ТОВ «ЦСК «БІОФАРМА ПЛАЗМА» у 2019–2023 роках. Дослідження виконане в рамках Договору № 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. Вивчення поширеності маркерів збудників ВІЛ-інфекції, гепатитів В і С здійснене за даними річних звітів установи та власних досліджень. Статистичні показники розраховані у формі відносних величин у відсотках та на 100 000 донорів. Встановлено, що серед первинних донорів Сумського відділення заготівлі крові та її компонентів ТОВ «ЦСК «БІОФАРМА ПЛАЗМА» упродовж 2019–2023 рр. відносна кількість носіїв вірусів ВІЛ, гепатиту В і С серед первинних донорів становила 0,02%, 0,04% та 0,26% відповідно, серед повторних і регулярних донорів відносна кількість таких осіб була відповідно в 1,4, 2,1, 8,6 рази меншою. Показано, що рівень поширеності маркерів трансфузійно-трансмісивних інфекцій серед донорів на 100 тис. донорів в середньому становив по ВІЛ-інфекції – близько 37, по гепатиту В – близько 57, по гепатиту С – близько 265. Рівень поширеності маркерів ВІЛ-інфекції серед первинних та повторних і регулярних донорів упродовж 2019–2023 рр. мав тенденцію до зниження, маркерів гепатиту С – до зростання, маркерів гепатиту В серед первинних донорів – до зростання, серед повторних і регулярних донорів – до зниження. Питома вага повторнопозитивних результатів серед первиннопозитивних на маркери гепатиту В і С в середньому серед первинних донорів складала близько 90 та 40% відповідно, серед повторних і регулярних донорів – близько 80 та 53%.

Ключові слова: трансфузійно-трансмісивні інфекції, поширеність, донор крові, Сумська область.

Toranyk Valentyna, Horpynenko Alina. Prevalence of transfusion-transmission infections among donors of the Sumy department of procurement of blood and its components LLC "CBS "BIOPHARMA PLASMA"

The article updates the problem of infectious safety of donor blood and its components in Ukraine. The article highlights the results of a study of the prevalence of markers of transfusion-transmissible infections in the blood of donors of the Sumy department of blood procurement and its components LLC «CBS «BIOPHARMA PLAZMA» in 2019–2023. The study was carried out within the framework of Agreement No. 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. The study of the prevalence of markers of the causative agents of HIV infection, hepatitis B and C was carried out on the basis of data from the institution's annual reports and its own research. Statistical indicators are calculated in the form of relative values in percentages and per 100,000 donations. It was established that among the primary donors of the Sumy department of blood collection and its components LLC «CBS «BIOPHARMA PLAZMA» during 2019–2023, the relative number of carriers of HIV, hepatitis B and C viruses among primary donors was 0.02%, 0.04% and 0.26% respectively, among repeat and regular donors, the relative number of such persons was 1.4, 2.1, and 8.6 times, respectively. It was shown that the level of prevalence of markers of transfusion-transmissible infections among donors per 100,000 donations was on average about 37 for HIV infection, about 57 for hepatitis B, and about 265 for hepatitis C. The level of prevalence of markers of HIV infection among primary and repeated and regular donors during 2019–2023 tended to decrease, markers of hepatitis C – to increase, markers of hepatitis B among primary donors – to increase, among repeated and regular donors – to decrease. The specific weight of repeated positive results among primary positive for hepatitis B and C markers was on average about 90 and 40% among primary donors, respectively, among repeated and regular donors – about 80 and 53%.

Key words: transfusion-transmitted infections, prevalence, blood donor, Sumy region.

Вступ. Засади державної політики щодо організації заготівлі, тестування, переробки, зберігання, розподілу, транспортування та реалізації донорської

крові та її компонентів, а також функціонування системи крові визначені Законом України «Про безпеку та якість донорської крові та компонентів крові»

[2]. Також закон визначає стандарти безпеки та якості донорської крові та її компонентів задля надання рівного доступу українцям до якісних і безпечних компонентів донорської крові в необхідній кількості, а також з метою гарантування безпеки та здоров'я донорів крові та компонентів крові. Закон адаптує вітчизняне законодавство до *acquis* (правової системи) Європейського Союзу (ЄС) у межах виконання Угоди про асоціацію між Україною та ЄС. Гарантування безпеки і якості донорської крові та компонентів крові – євроінтеграційні зобов'язання України [3]. З 2019 р. в Україні офіційно реалізується проєкт ЄС «Надання підтримки Україні в розвитку сучасної системи громадського здоров'я», мета якого – створити стійку систему епідеміологічного нагляду за інфекційними та неінфекційними захворюваннями [6]. Також проєкт буде підтримувати реформу служби крові в Україні, що має на меті побудову стійкої сучасної системи безпеки крові, яка відповідатиме всім вимогам ЄС.

За даними С. В. Примак, А. М. Чугрієва, В. Л. Новак та Т. М. Бурої з 2014 по 2020 рр. зареєстровано зниження рівня поширеності трансфузійно-трансмісивних серед донорів України [5], однак, він залишається в рази і десятки разів вищим, ніж в країнах Європи [7]. Найбільш небезпечними збудниками трансфузійно-трансмісивних інфекцій є віруси імунodefіциту людини та гепатитів В і С. Україна сьогодні посідає одне з перших місць серед країн європейського регіону за кількістю ВІЛ-позитивних осіб. За приблизними оцінками національних експертів в Україні до 1,5 і 5% населення інфіковано вірусами гепатиту В та С відповідно [4].

Повномасштабна війна, яку веде росія проти України з 24 лютого 2022 року, критично загострила потребу у гемодонації, а отже і проблему профілактики передачі гемотрансмісивних інфекцій. Тому ретельний добір донорів продовжує залишатися важливим етапом у забезпеченні вірусної безпеки гемотрансфузійних середовищ.

Метою статті є висвітлення результатів вивчення поширеності маркерів збудників ВІЛ-інфекції, гепатитів В і С у крові донорів Сумського відділення заготівлі крові та її компонентів ТОВ «ЦСК «БІОФАРМА ПЛАЗМА» у 2019–2023 роках.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження виконане в рамках Договору № 562 від 22.03.2016 р. про науково-дослідну, методичну та просвітницьку співпрацю між ТОВ «Сумський обласний центр служби крові» (наразі Сумське відділення заготівлі крові та її компонентів ТОВ «ЦСК «БІОФАРМА ПЛАЗМА»)) та Сумським державним педагогічним університетом імені А. С. Макаренка [1]. Матеріалами для дослідження були річні звіти за 2019–2023 рр. та дані власних досліджень. Кількість проведених досліджень крові первинних та повторних і регулярних донорів на наявність маркерів ВІЛ-інфекції (антитіл ВІЛ-1 та ВІЛ-2 та антигену р24), гепатиту В (поверхневого антигену HBsAg), гепатиту С (антитіл HCVIgG) у 2019 р. становила 60 067, у 2020 р. – 63 675, у 2021 р. – 101 313, у 2022 р. – 65 663, у 2023 р. – 102 702.

Маркери ВІЛ-інфекції, гепатитів В і С визначалися за допомогою електрохемілюмінесцентного (EXLIA) методу на аналізаторі системи Cobas® 6000 analyzer series, модуль імунохімії Cobas® e601, на скринінгових тест-системах французької компанії Roche Diagnostics GmbH. Для діагностики антитіл ВІЛ-1 та ВІЛ-2 та антигену р24 використовувалася тест-система HIV combi PT Elecsys, поверхневого антигену HBsAg – тест-система HBsAg II Elecsys, антитіл HCVIgG – тест-система Anti-HCV Elecsys.

Верифікація позитивних результатів скринінгових досліджень донорської крові на маркери ВІЛ-інфекції у досліджуваний період проводилася Сумським обласним центром профілактики і боротьби зі СНІДом. Верифікація позитивних результатів скринінгових досліджень донорської крові на маркери гепатитів В і С, що була запроваджена в установі з 2022 р., відбувалася відповідно гепатиту В методом EXLIA на аналізаторі Cobas® 6000 analyzer series з використанням принципу нейтралізації специфічного антитіла, відповідно гепатиту С – методом імуноферментного аналізу (ІФА) на аналізаторі Tendigo. Всього таких досліджень було проведено у 2022 р. 803, в т. ч. на маркери гепатиту В – 114, гепатиту С – 689; у 2023 р. – 797, в т. ч. на маркери гепатиту В – 122, гепатиту С – 676.

У дослідженні використані епідеміологічний, інформаційно-аналітичний та статистичний методи. Статистичні показники розраховували з використанням програми MS Excel 2019.

Результати та їх обговорення. Всього упродовж 2019–2023 рр. серед первинних донорів Сумського відділення заготівлі крові та її компонентів ТОВ «ЦСК «БІОФАРМА ПЛАЗМА» маркери ВІЛ-інфекції, гепатитів В і С виявлені у 89, 168 та 1020 осіб, що відносно 393 420 осіб, які здійснювали донації крові у цей період, становить 0,02%, 0,04% та 0,26% відповідно (табл. 1). З 2019 р. до 2021 р. включно була приблизно однаковою відносна кількість первинних донорів, в крові яких були виявлені маркери ВІЛ-інфекції та гепатиту В. Відносна кількість первинних донорів, інфікованих вірусом гепатиту С у ці роки була у 6–5 разів вищою і практично не змінювалася по роках. З 2022 р. розпочалося зростання відносної кількості первинних донорів, інфікованих вірусом гепатиту В та інфікованих вірусом гепатиту С, і до кінця 2023 р. порівняно з 2021 р. значення даного показника збільшилося відповідно гепатиту В у 4,5 разів, відносно гепатиту С – у 5,9 разів. Відносна кількість ВІЛ-інфікованих первинних донорів у 2023 р. порівняно з попереднім роком знизилася майже в 1,9 рази.

Порівняно з первинними донорами серед повторних і регулярних донорів упродовж 2019–2023 рр. відносна кількість ВІЛ-інфікованих та інфікованих вірусами гепатитів В і С була меншою – відповідно в 1,43, 2,1, 8,66 рази (табл. 2).

Динаміка відносної кількості ВІЛ-інфікованих та інфікованих вірусами гепатитів В і С регулярних донорів у досліджуваний період була різною. Відсоток ВІЛ-інфікованих повторних і регулярних донорів з 2019

Таблиця 1

**Кількість первинних донорів Сумського відділення заготівлі крові та її компонентів
ТОВ «ЦСК «БІОФАРМА ПЛАЗМА» у 2019–2023 рр., в крові яких виявлені маркери
трансфузійно-трансмисивних інфекцій**

Маркери	Кіль- кість	Рік					Всього
		2019	2020	2021	2022	2023	
ВІЛ-інфекції	абс.	15	14	22	21	17	89
	%	0,02	0,02	0,02	0,03	0,016	0,02
Гепатиту В	абс.	13	14	23	28	90	168
	%	0,02	0,02	0,02	0,04	0,09	0,04
Гепатиту С	абс.	71	83	105	148	613	1020
	%	0,12	0,13	0,10	0,22	0,59	0,26

Таблиця 2

**Кількість повторних і регулярних донорів Сумського відділення заготівлі крові та її компонентів
ТОВ «ЦСК «БІОФАРМА ПЛАЗМА» у 2019–2023 рр., в крові яких виявлені маркери
трансфузійно-трансмисивних інфекцій**

Маркери	Кіль- кість	Рік					Всього
		2019	2020	2021	2022	2023	
ВІЛ-інфекції	абс.	20	11	14	4	6	57
	%	0,03	0,02	0,01	0,06	0,006	0,014
Гепатиту В	абс.	5	10	17	11	32	75
	%	0,08	0,016	0,017	0,017	0,03	0,019
Гепатиту С	абс.	13	19	18	15	63	128
	%	0,02	0,03	0,02	0,02	0,06	0,03

до 2021 р. щорічно знижувався, у 2022 р. порівняно з попереднім роком зріс у 6 разів, а у 2023 р. знову знизився – порівняно з попереднім роком на порядок, порівняно з 2019 р. – у 5 разів. Відсоток повторних і регулярних донорів, інфікованих вірусом гепатиту В з 2019 р. по 2020 р. знизився у 5 разів, упродовж наступних двох років практично не змінювався, а у 2023 р. зріс у 1,8 рази порівняно з попереднім роком, однак виявився більш, ніж у 2,6 рази нижчим за показник 2019 року. Відсоток повторних і регулярних донорів, інфікованих вірусом гепатиту В упродовж 2019–2022 рр. практично не змінювався, але у 2023 р. зріс у 3 рази.

Рівень поширеності маркерів трансфузійно-трансмисивних інфекцій серед первинних та повторних і регулярних донорів загалом у даний період по ВІЛ-інфекції становив в середньому 36,7 на 100 тис. донорів, по гепатиту В – 57,06 на 100 тис. донорів, по гепатиту С – 265, 58 на 100 тис. донорів (табл. 3). Рівень поширеності маркерів при дослідженні донорської крові на ВІЛ-інфекцію мав тенденцію до зниження. Рівень поширеності маркерів при дослідженні донорської крові на гепатити В і С за середніми показниками

мав тенденцію до зростання, причому найбільшим зростання було у 2023 році.

Щоб отримати реальну картину щодо тенденції рівня поширеності маркерів трансфузійно-трансмисивних інфекцій у донорській крові та ефективності скринінгу донорської крові на маркери трансфузійно-трансмисивних інфекцій методом ЕХЛА, був проведений порівняльний аналіз рівнів поширеності маркерів ВІЛ-інфекції та гепатитів В і С серед первинних (табл. 4) та повторних і регулярних (табл. 5) донорів.

Найвищий рівень поширеності маркерів ВІЛ-інфекції у крові первинних та повторних і регулярних донорів спостерігався у 2019 р., найнижчий – у 2022 році. У 2019 р. рівень поширеності маркерів ВІЛ-інфекції серед первинних донорів був у 1,3 рази вищим, ніж серед повторних і регулярних донорів. Найвищий рівень поширеності маркерів ВІЛ-інфекції серед первинних та повторних і регулярних донорів спостерігався у 2019 р., найнижчий – у 2022 році. У 2019 р. рівень поширеності маркерів ВІЛ-інфекції серед первинних донорів був у 1,3 рази вищим, ніж серед повторних і регулярних донорів. З 2020 до 2021 року рівень

Таблиця 3

**Рівень поширеності маркерів трансфузійно-трансмисивних інфекцій серед донорів
Сумського відділення заготівлі крові та її компонентів ТОВ «ЦСК «БІОФАРМА ПЛАЗМА» у 2019–2023 рр.
(позитивних випадків на 100 тис. донорів)**

Маркери	Рік					Коефіцієнт зниження (↓)/ зростання (↑)
	2019	2020	2021	2022	2023	
ВІЛ-інфекції	58,27	29,26	35,53	38,07	22,39	2,6↓
Гепатиту В	29,96	37,69	39,48	59,39	118,8	3,96↑
Гепатиту С	139,85	160,19	121,4	248,24	658,21	4,7↑

Таблиця 4

Рівень поширеності маркерів трансфузійно-трансмисивних інфекцій серед первинних донорів Сумського відділення заготівлі крові та її компонентів ТОВ «ЦСК «БІОФАРМА ПЛАЗМА» у 2019–2023 рр. (позитивних випадків на 100 тис. донацій)

Маркери	Рік					Коефіцієнт зниження (↓)/ зростання (↑)
	2019	2020	2021	2022	2023	
ВІЛ-інфекції	24,97	21,98	21,71	3,98	16,55	1,5↓
Гепатиту В	21,64	21,98	22,70	42,64	8,76	2,47↓
Гепатиту С	118,2	130,35	103,64	225,39	596,87	5,04↑

Таблиця 5

Рівень поширеності маркерів трансфузійно-трансмисивних інфекцій серед повторних і регулярних донорів Сумського відділення заготівлі крові та її компонентів ТОВ «ЦСК «БІОФАРМА ПЛАЗМА» у 2019–2023 рр. (позитивних випадків на 100 000 донацій)

Маркери	Рік					Коефіцієнт зниження (↓)/ зростання (↑)
	2019	2020	2021	2022	2023	
ВІЛ-інфекції	33,29	17,27	13,82	6,09	16,55	2,01↓
Гепатиту В	8,32	15,7	16,78	16,75	31,16	3,74↑
Гепатиту С	21,64	29,84	17,76	22,84	61,34	2,83↑

поширеності маркерів ВІЛ-інфекції серед повторних і регулярних донорів порівняно з первинними був у 1,27 та 1,57 рази нижчим. У 2023 р. рівні поширеності маркерів ВІЛ-інфекції серед первинних та повторних і регулярних донорів були однаковими.

Найвищий рівень поширеності поверхневого антигену HBsAg – маркеру гепатиту В, у крові первинних донорів зафіксований у 2022 р., а у повторних і регулярних – у 2023 році. Найнижчий рівень поширеності поверхневого антигену HBsAg у крові первинних донорів зафіксований у 2023 р., а у повторних і регулярних – у 2019 році. Упродовж 2019–2022 рр. рівень поширеності поверхневого антигену HBsAg у крові первинних донорів був у 2,6–1,4 рази вищим, ніж у повторних і регулярних, у 2023 р. навпаки був нижчим – у 3,6 рази. Найвищий рівень поширеності антитіл HCVIgG – маркерів гепатиту С, у крові первинних та повторних і регулярних донорів зафіксований у 2023 році, найнижчий – у 2021 році. Серед первинних та повторних і регулярних донорів з 2019-го до 2023-го року відбулося зниження рівня поширеності маркерів ВІЛ-інфекції і зростання рівня поширеності маркерів гепатиту С. Щодо рівня поширеності гепатиту В, то він серед первинних донорів у період дослідження знизився, а серед повторних і регулярних донорів, навпаки, зріс.

Питома вага повторнопозитивних результатів на HBsAg при тестуванні крові первинних донорів на закритій тест-системі ЕХЛІА становила у роки дослідження в середньому близько 90%, питома вага повторнопозитивних результатів скринінгу на антитіла до вірусу гепатиту С на відкритій тест-системі ІФА – близько 80% (табл. 6).

Питома вага повторнопозитивних результатів на HBsAg при тестуванні крові регулярних донорів на закритій тест-системі ЕХЛІА у роки дослідження становила 50 і 37,5%, в середньому близько 40%, питома вага повторнопозитивних результатів скринінгу на антитіла до вірусу гепатиту С на відкритій тест-системі ІФА – у роки дослідження близько 43 та 57%, в середньому близько 53% (табл. 7).

Питома вага повторнопозитивних серед первиннопозитивних результатів досліджень на маркери гепатиту В, які були отримані на закритій системі ЕХЛІА, була вищою за питому вагу повторнопозитивних серед первиннопозитивних результатів досліджень на маркери гепатиту С, які були отримані на відкритій системі ІФА.

Відмінність результатів підтверджуючого скринінгу маркерів трансфузійно-трансмисивних інфекцій серед первинних та повторних і регулярних донорів потребує поглибленого вивчення та подальших досліджень для встановлення причин.

Таблиця 6

Результати підтверджуючого скринінгу маркерів трансфузійно-трансмисивних інфекцій серед первинних донорів Сумського відділення заготівлі крові та її компонентів ТОВ «ЦСК «БІОФАРМА ПЛАЗМА» у 2022–2023 рр.

Маркери	Рік						Разом		
	2022			2023					
	дослі- джено осіб	підтверд жено		досліджено осіб	підтверд жено		досліджено осіб	підтверд жено	
		абс.	%		абс.	%		абс.	%
Гепатиту В	100	91	91	90	78	86,7	190	169	88,9
Гепатиту С	661	537	81,2	613	477	81,5	1274	1014	79,6

**Результати підтверджуючого скринінгу маркерів трансфузійно-трансмісивних інфекцій серед повторних і регулярних донорів Сумського відділення заготівлі крові та її компонентів
ТОВ «ЦСК «БІОФАРМА ПЛАЗМА» у 2022–2023 рр.**

Маркери	Рік						Разом		
	2022			2023					
	досліджено осіб	підтверджено		досліджено осіб	підтверджено		досліджено осіб	підтверджено	
		абс.	%		абс.	%		абс.	%
Гепатиту В	14	7	50	32	12	37,5	46	19	41,3
Гепатиту С	28	12	42,9	63	36	57,1	91	48	52,7

Висновки.

1. Рівень поширеності маркерів трансфузійно-трансмісивних інфекцій серед донорів у 2019–2023 рр. на 100 тис. донорів в середньому становив по ВІЛ-інфекції – близько 37, по гепатиту В – близько 57, по гепатиту С – близько 265.

2. Рівень поширеності маркерів ВІЛ-інфекції серед первинних та повторних і регулярних донорів упродовж 2019–2023 рр. мав тенденцію до зниження, мар-

керів гепатиту С – до зростання, маркерів гепатиту В – серед первинних донорів до зростання, серед повторних і регулярних донорів – до зниження.

3. Питома вага повторнопозитивних результатів серед первиннопозитивних на маркери гепатиту В і С в середньому серед первинних донорів складала близько 90 та 40% відповідно, серед повторних і регулярних донорів – близько 80 та 53%.

Література:

1. 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/COCSK_60f5b.pdf [дата звернення 21.07.2024]

2. Закон України від 30.09.2020 р. № 931-IX «Про безпеку та якість донорської крові та компонентів крові {Із змінами, внесеними згідно із Законом № 1962-IX від 15.12.2021}. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/931-20#Text> [дата звернення 21.07.2024]

3. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 19.02.2013 р. № 134 «Про затвердження порядку скринінгу донорської крові та її компонентів на гемотрансмісивні інфекції». {Із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства охорони здоров'я № 2019 від 23.09.2021}. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0365-13#Text> [дата звернення 21.07.2024]

4. Новак В. Л. Інфекційна безпека донорської крові. *Infusion & Chemotherapy*. 2020. № 3.2. С. 234–236. DOI: 10.32902/2663-0338-2020-3.2-234-236

5. Примак С. В., Чугрієв А. М., Новак В. Л., Бура Т. М. Результати скринінгу донорської крові та її компонентів на маркери трансфузійно-трансмісивних інфекцій в Україні за період 2014–2020 рр. *Лікарська справа*. 2022. № 3–4. С. 27–36. DOI: 10.31640/2706-8803-2022-(3-4)-03

6. Устінов О. В. ЄС допомагатиме Україні у розбудові системи громадського здоров'я. *Український медичний часопис*. 2019. URL: www.umj.com.ua/uk/novyna-168145-yes-dopomagatime-ukrayini-u-rozbudovi-sistemi-gromadskogo-zdorov-ya [дата звернення 15.07.2024]

7. The collections, testing and use of blood and blood components in Europe. (2016). *Report. EDQM*. URL: <https://freepub.edqm.eu/publications/PUBSD-90/detail> [дата звернення 15.07.2024]

References:

1. Dohovir № 562 vid 22.03.2016 r. pro naukovo-doslidnu, metodychnu ta prosvitnytsku spivpratsiu mizh TOV «Sums'kyi oblasnyi tsentr sluzhby krovi» ta Sums'kim derzhavnym pedahohichnym universytetom imeni A.S. Makarenka. URL: https://pgf.sspu.edu.ua/images/COCSK_60f5b.pdf [data zvernennia 21.07.2024] [in Ukrainian]

2. Zakon Ukrainy № 931-IX «Pro bezpeku ta yakist donorskoi 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 21.07.2024] [in Ukrainian]

3. Nakaz Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy vid 19.02.2013 r. № 134 «Pro zatverdzhennia poriadku skryninhu donorskoi krovi ta yii komponentiv na hemotransmisyvni infektsii». {Iz zminamy, vnesenymy zghidno z Nakazom Ministerstva okhorony zdorovia № 2019 vid 23.09.2021}. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0365-13#Text> [data zvernennia 21.07.2024] [in Ukrainian]

4. Novak, V. L. (2020). Infektsiina bezpeka donorskoi krovi. *Infusion & Chemotherapy*. № 3.2. P. 234–236. DOI: 10.32902/2663-0338-2020-3.2-234-236 [in Ukrainian]

5. Prymak, S. V., Chuhriiev, A. M., Novak, V. L., Bura T. M. (2022). Rezultaty skryninhu donorskoi krovi ta yii komponentiv na markery transfuziino-transmisyvnykh infektsii v Ukraini za period 2014–2020 rr. *Likarska sprava*. № 3–4. S. 27–36. DOI: 10.31640/2706-8803-2022-(3-4)-03 [in Ukrainian]

6. Ustinov, O. V. (2019). YeS dopomahatyme Ukraini u rozbudovi systemy hromadskoho zdorovia. *Ukrainskyi medychnyi chasopys*. URL: www.umj.com.ua/uk/novyna-168145-yes-dopomagatime-ukrayini-u-rozbudovi-sistemi-gromadskogo-zdorov-ya [data zvernennia 15.07.2024] [in Ukrainian]

7. The collections, testing and use of blood and blood components in Europe. (2016). *Report. EDQM*. URL: <https://freepub.edqm.eu/publications/PUBSD-90/detail> [data zvernennia 15.07.2024] [in France]

ВПЛИВ БАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ НА НАКОПИЧЕННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПІГМЕНТІВ УЛИСТКАХ *CICER ARIETINUM* L.

Чернік Ігор Валерійович,
аспірант

Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка
ORCID ID: 0009-0002-4966-0475

Пида Світлана Василівна,

доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач кафедри ботаніки та зоології

Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка
ORCID ID: 0000-0002-7858-104X
Scopus Author ID: 57893178000
Web of Science Researcher ID: I-7275-2018

Тригуба Олена Василівна,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри біології, екології та методик їх навчання

Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії імені Тараса Шевченка
ORCID ID: 0000-0002-7264-7714

Мацюк Оксана Богданівна,

кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри ботаніки та зоології

Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка
ORCID ID: 0000-0002-0117-1325

У статті представлено результати дослідження впливу передпосівної обробки насіння бактеріальною суспензією селекціонованого штаму *Mesorhizobium ciceri* ND-64 (БС) та Ризогуміном на накопичення у листках *Cicer arietinum* L. сорту Пам'ять хлорофілів а і b, каротиноїдів, їх співвідношення в онтогенезі за вирощування рослин в умовах Західного Лісостепу України. Нут звичайний є високотехнологічною зернобобовою культурою, тому першочерговим завданням для сільськогосподарських виробників є науково-обґрунтоване удосконалення технології його вирощування.

Встановлено, що використання у технології вирощування нуту звичайного мікробних препаратів на основі *Mesorhizobium ciceri* суттєво впливало на накопичення у листках хлорофілу а упродовж генеративних фаз розвитку рослин. Їх уміст за впливу БС зростає на 5,9–10,9% та Ризогуміну – 3,3–10,1%. Виявлено тенденцію до підвищення вмісту хлорофілу b у мезофілі листків за впливу бактеріальних препаратів. Накопичення фотосинтетичних пігментів у листах залежало від фази росту і розвитку рослин. Найвищим умістом хлорофілів (а+b) характеризувалися листки у фазі зеленого бобу, каротиноїдів – цвітіння. Показники співвідношення суми хлорофілів (а+b) до каротиноїдів за впливу бактеріальних препаратів упродовж генеративних фаз росту та розвитку рослин статистично вірогідно не відрізнялися від контролю.

Впровадження у практику нуту звичайного сорту Пам'ять, у технології вирощування якого використовуватимуться бактеріальні препарати на основі *Mesorhizobium ciceri*, дозволить інтенсифікувати фотосинтетичні процеси, що відповідно позитивно вплине на урожайність, дозволить знизити дефіцит рослинних білків, покращити фітосанітарний і фізико-хімічний стани ґрунту.

Ключові слова: *Cicer arietinum* L., хлорофіл а, хлорофіл b, каротиноїди, бактеріальні препарати.

Chernik Igor, Pyda Svitlana, Tryhuba Olena, Matsiuk Oksana. The effect of bacterial preparations on the accumulation of photosynthetic pigments in the leaves of *Cicer arietinum* L.

The article presents the results of the study of the effect of pre-sowing seed processing with a bacterial suspension of the selected strain of *Mesorhizobium ciceri* ND-64 (BS) and Rhizogumin on the accumulation of chlorophylls a and b, carotenoids, and their ratio in ontogeny in the leaves of *Cicer arietinum* L. variety Pamyat in the Western Forest-Steppe of Ukraine. Common chickpea is a high-tech legume crop, so the primary task for agricultural producers is to scientifically improve the technology of its cultivation.

It has been established that the use of microbial preparations based on *Mesorhizobium ciceri* in the technology of chickpea cultivation significantly affected the accumulation of chlorophyll a in the leaves during the generative phases of plant development. Their content under the influence of BS increased by 5,9–10,9 % and Rhizohumin – by 3,3–10,1%. The tendency to increase the content of chlorophyll b in the mesophyll of leaves under the influence of bacterial preparations has been revealed. The accumulation of photosynthetic pigments in the leaves depended on the phase of plant growth and development. The highest content of chlorophylls (a+b) has been observed in the leaves in the green bean phase, and carotenoids in the flowering phase. Indicators of the ratio of the sum of chlorophylls

(a+b) to carotenoids under the influence of bacterial preparations during the generative phases of plant growth and development did not differ statistically from the control.

The introduction of common chickpea variety Pamyat, in the technology of which bacterial preparations based on *Mesorhizobium ciceri* will be used, will intensify photosynthetic processes, which will have a positive effect on the yield, will reduce the deficiency of plant proteins, improve the phytosanitary and physicochemical conditions of the soil.

Key words: *Cicer arietinum* L., chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids, bacterial preparations.

Вступ. Фотосинтез – життєвоважливий процес у природі, що створює сприятливі умови для живих організмів, оскільки забезпечує їх киснем, яким вони дихають, і є основним процесом утворення органічних речовин, а відтак – формування урожаю сільськогосподарських культур, що використовується у харчуванні людини та на корм тваринам. Дослідження особливостей функціонування фотосинтетичного апарату культурних рослин розширить можливості людини в управлінні їх фотосинтетичною діяльністю і, відповідно, продуктивністю [1, с. 255].

Сьогодні інтенсивна зміна кліматичних умов ставить виклик перед аграріями, тому вони змушені застосовувати нові підходи в удосконаленні технологій та виборі культур, зокрема вирощувати такі, що зможуть витримати стрес, пов'язаний з абіотичними факторами (високі температури та мала кількість опадів). Велика увага приділяється бобовим рослинам, оскільки вони другі за значимістю у раціоні харчування людини після зернових [2, с. 3], слугують дешевим джерелом харчових волокон, білків, крохмалю, вітамінів та інших поживних речовин [3, с. 538; 4, с. 22].

Однією із перспективних культур, яка вирощується приблизно у 57 країнах, культивується у помірних, посушливих та напівпосушливих регіонах є нут звичайний (*Cicer arietinum* L.) [5], зерно якого використовується у харчуванні людини та на корм тваринам, характеризується високим вмістом білків (24–32%), має збалансований амінокислотний склад. За вмістом триптофану та метіоніну білки *C. arietinum* наближені до яєчного. Триптофан необхідний в організмі людини для синтезу гемоглобіну та вітаміну PP, а метіонін регулює обмін жирів та фосфатидів, запобігаючи ожирінню печінки [6, с. 212].

Нут звичайний має потужну кореневу систему, економно витрачає воду, збагачує ґрунт азотом, є хорошим попередником для усіх зернових і його по праву можна вважати рослиною «культурного землеробства» [6, с. 213]. Традиційні методи обробітку ґрунту та технології вирощування, які використовують фермери, призводять до фізичного деградування ґрунту та посилення його ерозії [7, с. 50].

Дослідженнями технології вирощування нуту в Україні займаються: В. І. Січкара, О. В. Бушулян – перспективи селекції та агротехніка нуту в умовах північного Лісостепу України [8, с. 39], В. П. Карпенко – вплив біологічно активних речовин на ростові процеси рослин нуту в умовах Правобережного Лісостепу України [9, с. 20]; Ю. М. Шкатула – контролювання бур'янів в агроценозах нуту [10, с. 135]; Л. В. Побережна, О. М. Бахмат – фотосинтетична продуктивність посівів нуту звичайного залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення рослин [11, с. 41] та ін.

Використання екологічно безпечних мікробіологічних препаратів у технології вирощування бобових культур набуває широкомасштабного застосування у сільському господарстві [12; 13, с. 270; 14, с. 3]. В Україні активно створюються біопрепарати в тому числі і мікробіологічні під сільськогосподарські культури. Найбільшими виробниками мікробіологічних препаратів є: Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (м. Чернігів); Інститут фізіології рослин і генетики НАН України (м. Київ); Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України (м. Київ); Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ). Вони не лише підвищують урожайність культурних рослин, але і поліпшують родючість ґрунту.

Сьогодні недостатньо вивчений вплив мікробіологічних препаратів на фотосинтетичну активність *Cicer arietinum* L. в умовах Західного Лісостепу України, тому дане питання заслуговує уваги.

Матеріал та методи. Нут звичайний сорту Пам'ять, який слугував матеріалом польових досліджень, занесений до Реєстру сортів рослин України з 2002 року, рекомендований для вирощування в зоні Степу. Значений сорт належить до південно-європейської екологічної групи, типу kabuli, різновиду bogemico-allutaceum, є високопродуктивним, має жовто-рожеве забарвлення насіння, яке характеризується великим вмістом білків. За тривалістю вегетаційного періоду (90–95 днів) віднесено до групи середньостиглих, рослина характеризується компактною формою з густим, сизо-зеленого забарвлення опушенням, стійкий до хвороб і вилягання [15, с. 30]. Насіння нуту звичайного сорту Пам'ять отримали із Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення (м. Одеса).

Дослідження проводили упродовж 2021–2023 років на чорноземі типовому важкосуглинистому агробіологічної лабораторії Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (ТНПУ) у трьох варіантах та чотирьох повтореннях. Насіння нуту звичайного контрольного варіанту (К) перед сівбою зволожували водою з водогону із розрахунку 2% від маси, а дослідних – рідкими формами бактеріальної суспензії селекціонованого штаму *Mesorhizobium ciceri* ND-64 (БС) та Ризогуміну згідно норм виробника. Мікробні препарати отримали з Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України (м. Чернігів).

Технологія вирощування культури нуту звичайного була типовою для Лісостепу України (норма висіву – 400 тис. насінин на 1 га, ширина міжрядь 45 см, глибина сівби – 3–4 см, строк сівби – друга половина квітня).

Упродовж вегетації визначали вміст хлорофілів *a*, *b* і каротиноїдів у свіжозібраних листках середнього ярусу нуту звичайного методом їх екстагування диметилсульфоксидом за Вельбурном [16, с. 310]. Коефіцієнти екстинкції отриманих розчинів вимірювали на спектрофотометрі UIT SFU-0172 за довжини хвиль: $\lambda = 649, 665, 480$.

Обробка статистичних даних здійснювалась за допомогою комп'ютерної програми *Microsoft Excel*.

Результати. Фотосинтетичний апарат рослин найбільш чутливий до дії чинників навколишнього середовища [17, с. 170; 18, с. 103; 19]. На вміст хлорофілів у листках впливають абіотичні та біотичні фактори. Світло є основним чинником, який індукуює синтез хлорофілів [20]. Окрім світла, на накопичення пластидних пігментів значно впливають температурні показники повітря, водозабезпеченість посівів, наявність азоту в ґрунті [21, с. 725] та технологія вирощування [22, с. 325]. Сьогодні технологію вирощування культури необхідно адаптовувати до кліматичних змін, які з кожним роком усе більше і більше нагадують про себе.

Пігментна система листків культурних рослин є одним із важливих показників фотосинтетичної діяльності рослин. Накопичення основних компонентів – хлорофілів *a* та *b* у листках, впливає на синтез біомаси та формування урожаю [23, с. 117; 24, с. 25]. Зниження вмісту пігментів, призводить до послаблення росту пагонів.

Встановлено, що використання у технології вирощування нуту звичайного сорту Пам'ять мікробних препаратів суттєво впливало на накопичення хлорофілу *a* у листках упродовж генеративних фаз розвитку рослин. У фазу цвітіння рослин за впливу бактеріальної суспензії штаму *Mesorhizobium ciceri* ND-64 і Ризогуміну вміст хлорофілу *a* та сума хлорофілів *a* і *b* у листках статистично вірогідно підвищились на 6,8% та 6,7% (БС), 10,1% та 8,9% (Ризогумін) (табл. 1). Під кінець цвітіння на початку утворення бобів виявлено статистично вірогідну різницю порівняно з контролем за зазначеними

вище показниками у варіанті з інокуляцією насіння БС. Приріст показників становив 6,6% та 7,2%. Обробка насіння нуту звичайного перед сівбою мікробними препаратами сприяла накопиченню у мезофілі листків хлорофілу *b*. Його кількість зросла в середньому на 6,2 (БС) та 6,1% (Ризогумін) (фаза цвітіння) та 10,0% (БС) і 3,3% (Ризогумін) (кінець цвітіння-початок утворення бобів) порівняно з контролем.

Варто зазначити, що у фазі зеленого бобу сума хлорофілів (*a+b*) у листках збільшилася порівняно з попередніми фазами росту і розвитку рослин на 35,0 і 34,3% (К), 35,4 і 34,0% (БС), 32,6 і 38,0% (Ризогумін). У вищезазначеній фазі визначено статистично вірогідне зростання хлорофілу *a* у листках рослин дослідних варіантів на 5,9 та 6,9%. Кількість хлорофілу *b* за інокуляції насіння БС суттєво підвищилась (на 12,2%). На початку досягання бобів спостерігається аналогічна закономірність стосовно накопичення у листках зелених пігментів. Уміст хлорофілів *a* і *b*, а відтак їх сума за обробки насіння мікробними препаратами збільшились на 10,9, 13,5 та 11,4% (БС), 7,9, 2,7 та 9,9% (Ризогумін). Підвищення вмісту зелених пігментів у листках рослин дослідних варіантів пов'язане з поліпшенням їх азотного живлення за рахунок біологічної фіксації молекулярного нітрогену нутово-ризобіальними системами, утвореними інтродукованими штамми бульбочкових бактерій мікробних препаратів. Необхідно зазначити, що у ґрунті дослідних ділянок агробіолабораторії наявні місцеві популяції *Mesorhizobium ciceri*, які спонтанно інокулювали корені рослин контрольного варіанту.

Крім хлорофілів важливу роль у процесі фотосинтезу виконують каротиноїди. Вони є обов'язковими компонентами фотосинтетичного апарату, похідними ізопрену, складаються із 40 атомів карбону. Вони поглинають кванти світла і енергію збудження передають на молекули хлорофілу *a*, також захищають хлорофіли від фоторуйнування [25, с. 7].

Таблиця 1

**Вплив бактеріальних препаратів на накопичення пігментів (мг/г сирої маси)
у листках нуту звичайного сорту Пам'ять, $M \pm m$**

Варіант	Хлорофіл а	Хлорофіл b	Хлорофіли (a+ b)	Каротиноїди
Фаза цвітіння				
К	1,48±0,024	0,32±0,010	1,80	0,63±0,026
БС	1,58±0,019*	0,34±0,014	1,92	0,66±0,023
Ризогумін	1,63±0,027*	0,33±0,029	1,96	0,65±0,024
Фаза кінець цвітіння-початок утворення бобів				
К	1,51±0,023	0,30±0,012	1,81	0,41±0,023
БС	1,61±0,028*	0,33±0,016	1,94	0,44±0,017
Ризогумін	1,56±0,086	0,31±0,021	1,87	0,42±0,014
Фаза зеленого бобу				
Контроль	2,02±0,047	0,41±0,013	2,43	0,49±0,011
БС	2,14±0,021*	0,46±0,021*	2,60	0,50±0,014
Ризогумін	2,16±0,063*	0,42±0,015	2,58	0,52±0,013
Фаза початок досягання бобів				
К	1,65±0,022	0,37±0,032	2,02	0,38±0,017
БС	1,83±0,035*	0,42±0,020	2,25	0,42±0,018
Ризогумін	1,78±0,052*	0,38±0,031	2,16	0,39±0,014

Примітка. * відмінності порівняно з контролем достовірні при $P \leq 0,05$, $n=4$

Вплив бактеріальних препаратів на співвідношення пігментів хлоропластів у листках нуту звичайного сорту Пам'ять, $M \pm m$

Варіант	Хл. а / Хл. b	Хл. (a+b) / каротиноїди
Фаза цвітіння		
К	4,63±0,11	2,86±0,11
БС	4,65±0,14	2,91±0,17
Ризогумін	4,94±0,12*	3,02±0,09
Фаза кінець цвітіння-початок утворення бобів		
К	5,03±0,12	4,42±0,23
БС	4,88±0,07	4,41±0,17
Ризогумін	5,03±0,14	4,45±0,15
Фаза зеленого бобу		
К	4,93±0,11	4,96±0,21
БС	4,65±0,09*	5,20±0,14
Ризогумін	5,14±0,15	4,96±0,16
Фаза початок достигання бобів		
К	4,46±0,16	5,32±0,08
БС	4,36±0,13	5,36±0,13
Ризогумін	4,68±0,12	5,14±0,08*

Примітка. * відмінності порівняно з контролем достовірні при $P \leq 0,05$, $n=4$

Встановлено тенденцію до збільшення вмісту основних каротиноїдів у листках нуту звичайного за впливу бактеріальних препаратів упродовж генеративних фаз розвитку на 4,7 та 3,2% (цвітіння), 7,3 та 2,4% (кінець цвітіння-початок утворення бобів), 2,0 та 6,1% (зелений біб), 10,5 та 2,6% (початок достигання бобів). Пік накопичення каротиноїдів у листках нуту звичайного сорту Пам'ять припав на фазу цвітіння рослин.

За використання мікробних препаратів для передпосівної обробки насіння нуту звичайного сорту Пам'ять впродовж досліджуваного періоду спостерігається тенденція до збільшення показників співвідношення хлорофілу а до хлорофілу b за рахунок збільшення вмісту хлорофілу а (табл. 2). Статистично вірогідні показники співвідношення кількості хлорофілів порівняно з контролем визначено у фазах цвітіння за впливу Ризогуміну та зеленого бобу – БС.

Важливим показником що характеризує фотосинтетичний апарат рослин є співвідношення суми хлорофілів (a+b) до каротиноїдів. Оскільки пігменти хлоропластів тісно пов'язані з білками і ліпідами, зазначений параметр описує ступінь адаптації рослин до умов навколишнього середовища, характеризує їх реакцію на вплив екстремальних факторів. При несприятливих умовах для ростових процесів рослин цей показник зростає [26, с. 250]. Встановлено, що показники співвідношення суми хлорофілів (a+b) до каротиноїдів за впливу бактеріальних препаратів упродовж генеративних фаз росту та розвитку рослин статистично вірогідно не відрізнялися від контролю. Найнижчі значення зазначених параметрів характерні для нуту звичайного сорту Пам'ять у фазі цвітіння, найвищі – на початку достигання бобів.

Висновки. Уміст фотосинтетичних пігментів у листках нуту звичайного сорту Пам'ять зазнає змін залежно від характеру застосування елементів технології, зокрема, використання бактеріальної суспензії селекціонованого штаму *Mesorhizobium ciceri* ND-64, Ризогуміну й індивідуального розвитку рослин. Бактеріальні препарати поліпшують азотне живлення куль-

тури шляхом біологічної фіксації молекулярного нітрогену симбіотичними нутово-ризобіальними системами, що сприяє накопиченню фотосинтетичних пігментів у листках нуту звичайного сорту Пам'ять. Уміст хлорофілів а, b і каротиноїдів за передпосівної обробки насіння БС зростав на 5,9–10,9%, 6,2–13,5% і 2,0–10,5%, Ризогуміном – 3,3–10,1%, 2,4–6,1% і 2,4–6,1% упродовж генеративних фаз росту і розвитку рослин. Параметри співвідношення пігментів хлоропластів за впливу бактеріальних препаратів суттєво не відрізнялися від аналогічних контрольного варіанту. В умовах зміни клімату, вирощування сортів *Cicer arietinum* L. за використання бактеріальних препаратів в їх технології є перспективним напрямком подальших польових досліджень в умовах Західного Лісостепу України.

Література:

- Дубровський В. І., Швартау В. В., Михальська Л. М. Фотосинтез і врожай: проблеми, досягнення, перспективи досліджень. *Садівництво*. 2020. Вип. 75. С. 251–256. <https://doi.org/10.35205/0558-1125-2020-75-251-256>.
- Introduction (Chapter 1). Pulse foods processing, quality and nutraceutical applications / Tiwari B. K. et al. *London: Academic Press Elsevier*. 2011. 1–7.
- Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates processed using ultrafiltration and isoelectric precipitation techniques / Boye J. I. et al. *Food Research International*. 2010. № 43. 537–546. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.021>.
- Метеликові боби (*Vigna aconitifolia*): якісні характеристики та технологія білкового ізоляту / Головки Т. М. та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів»*. Випуск 2 (52). 2023. С. 21–27. <https://doi.org/10.32782/msnau.2023.2.4>.
- Angela L. Pattison, Mohammad Nazim Uddin, Richard M. Trethowan Use of in-situ field chambers to quantify the influence of heat stress in chickpea (*Cicer arietinum*). *Field Crops Research*. 2021. Vol. 270. 108215. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108215>.
- Тітова А. Є., Пузік В. К. Перспективи вирощування та використання нуту під час глобальних змін клімату. *Вісник ХНАУ. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. 2013. № 9. С. 210–214.
- Soil physical characteristics and chickpea yield responses to tillage treatments / Barzegar A. R. et al. *Soil and Tillage Research*. 2003. Vol. 71. Issue 1. Pages 49–57. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(03\)00019-9](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(03)00019-9).
- Січкач В. І., Бушуляк О. В. Перспективи селекції нуту в умовах північного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 1. С. 38–40.

9. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив біологічно активних речовин на ростові процеси рослин нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. *Сільськогосподарські науки*. 2018. Вип. 29. С. 17–24.
10. Шкагула Ю. М., Вотик В. О. Контролювання бур'янів в агроценозах нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 19. С. 135–147.
11. Побережна Л. В., Бахмат О. М. Фотосинтетична продуктивність посівів нуту звичайного залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення рослин. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Сільськогосподарські науки*. 2024. Вип. 1 (42). С. 39–46. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-1.6>.
12. *Bacillus siamensis* CNE6- a multifaceted plant growth promoting endophyte of *Cicer arietinum* L. having broad spectrum antifungal activities and host colonizing potential / Gorai S. P. et al. *Microbiological Research*. 2021. 252. P. 126859. URL: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2021.126859>.
13. Chapter 13 – Biostimulants for improving nutritional quality in legumes / Parihar P. et al. *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering*. 2022. P. 261–275. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85579-2.00011-3>.
14. Chapter 1 – Plant growth-promoting microbiomes: History and their role in agricultural crop improvement / Pandey V. V. et al. *Plant – Microbe Interaction – Recent Advances in Molecular and Biochemical Approaches*. 2023. Vol. 1. P. 1–44. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91875-6.00012-8>.
15. Колесніков М. О., Кадиров Т. Р. Рекомендації по вирощуванню нуту в умовах півдня України. Мелітополь: ТДАТУ, 2022. 44 с.
16. Wellburn A. P. The spectral determination of chlorophyll a and b, as well as carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *J. Plant. Physiol.*, 1994. Vol. 144 (3). P. 307–313.
17. Колісник Х. М., Грицак Л. Р., Дробик Н. М. Вплив кліматичних умов на вміст та співвідношення фотосинтетичних пігментів у рослин роду *Carlina* L. *Фізіологія рослин і генетика*. 2024. 56. № 2. С. 166–177. <https://doi.org/10.15407/frg2024.02.166>.
18. Манько М. В., Олексійченко Н. О., Китаєв О. І. Особливості індукції флуоресценції хлорофілу в листках рослин культиварів *Acer platanoides* L. в умовах міста Києва. *Наук. вісн. НЛТУ України*. 2016. № 26 (5). С. 102–109. <https://doi.org/10.1016/10.15421/40260515>.
19. Pospisil P. Production of reactive oxygen species by photosystem II as a response to light and temperature stress. *Front. Plant Sci*. 2016. № 7. 1950. URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01950>.
20. Hang Y., He N., Yu G. Opposing shifts in distributions of chlorophyll concentration and composition in grassland under warming. *Sci. Rep*. 2021. № 11. 15736. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95281-3>.
21. Mitchell R. M., Wright J. P., Ames G. M. Species' traits do not converge on optimum values in preferred habitats. *Oecologia*. 2018. № 3. P. 719–729.
22. Трояновська О. М. Вплив строків і схем висаджування розсади базилика звичайного (*Ocimum basilium*) на площу листової поверхні та чисту продуктивність фотосинтезу. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 17(1). С. 324–327.
23. Meland M., Froynes O., Kaiser C. High tunnel production systems improve yields and fruit size of sweet cherry. *Acta Horticulturae*. 2017. Is. 1161. P. 117–124. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1161.20>.
24. Improving fruit coloration, quality attributes, and phenolics content in rainier and bing cherries by gibberellic acid combined with homobrassinolide / Li M. et al. *J. of plant growth regulation*. 2019. № 11. P. 25–28. <https://doi.org/10.1007/s00344-019-10049-4>.
25. Пузік В. К., Рожков А. О. Динаміка формування пігментних речовин у листках рослин пшениці твердої ярої за дії різних варіантів ценотичної напруги між рослинами у посівах. *Вісник Полтав. держ. аграр. Академії*. 2013. № 3. С. 7–12.
26. Матвеева Н. А., Кваско О. Ю. Вміст фотосинтетичних пігментів в трансгенних рослинах цикорію з геном туберкульозного антигена Esat6. *Вісник Донецького національного університету*. 2010. № 2. С. 249–253.

References:

1. Dubrovskiy, V. I., Shvartau, V. V., Mykhalska, L. M. (2020) Fotosynteza i vrozhai: problemy, dosiahnennia, perspektyvy doslidzhen [Photosynthesis and harvest: problems, achievements, research prospects]. *Sadivnytstvo [Gardening]*, 75, 251–256. <https://doi.org/10.35205/0558-1125-2020-75-251-256> [in Ukrainian].
2. Tiwari, B. K. (ed.) (2011) Introduction (Chapter 1). Pulse foods processing, quality and nutraceutical applications. London: Academic Press Elsevier, 1–7.
3. Boye, J. I. (ed.) (2010) Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates processed using ultrafiltration and isoelectric precipitation techniques. *Food Research International*, 43, 537–546. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.021>.
4. Holovko, T. M. (ed.) (2023) Metelykovi boby (*Vigna aconitifolia*): yakisni kharakterystyky ta tekhnolohiia bilkovoho izoliatu [Butterfly beans (*Vigna aconitifolia*): quality characteristics and protein isolate technology]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia «Mekhanizatsiia ta avtomatyzatsiia vyrobnychkh protsesiv» [Bulletin of the Sumy National Agrarian University. «Mechanization and automation of production processes» series]*, 2 (52), 21–27. <https://doi.org/10.32782/msnau.2023.2.4> [in Ukrainian].
5. Angela, L. Pattison, Mohammad, Nazim Uddin, Richard, M. Trethowan (2021) Use of in-situ field chambers to quantify the influence of heat stress in chickpea (*Cicer arietinum*). *Field Crops Research*, 270, 108215. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108215>.

6. Titova, A. Ye., Puzik, V. K. (2013) Perspektyvy vyroshchuvannya ta vykorystannia nutu pid chas hlobalnykh zmin klimatu [Prospects for the cultivation and use of chickpeas during global climate change]. *Visnyk KhNAU. Seriya : Roslynnystvo, selektsiia i nasinnystvo, plodoovochivnystvo* [KHNAU Bulletin. Series: Crop production, selection and seed production, fruit and vegetable production], 9, 210–214 [in Ukrainian].
7. Barzegar, A. R. (ed.) (2003) Soil physical characteristics and chickpea yield responses to tillage treatments. *Soil and Tillage Research*, 71, 1, 49–57. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(03\)00019-9](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(03)00019-9).
8. Sichkar, V. I., Bushulian, O. V. (2000) Perspektyvy selektsii nutu v umovakh pivnichnoho Lisostepu Ukrainy [Prospects for chickpea breeding in the conditions of the northern Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science], 1, 38–40 [in Ukrainian].
9. Karpenko, V. P., Korobko, O. O. (2018) Vplyv biolohichno aktyvnykh rehovyn na rostovi protsesy roslyn nutu v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The influence of biologically active substances on the growth processes of chickpea plants in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Silskohospodarski nauky* [Agricultural sciences], 29, 17–24 [in Ukrainian].
10. Shkatula, Yu. M., Votyky, V. O. (2020) Kontroliuvannya burianiv v ahrotsenozakh nutu [Weed control in chickpea agrocenoses]. *Silske hospodarstvo ta lisivnystvo* [Agriculture and forestry], 19, 135–147.
11. Poberezhna, L. V., Bakhmat, O. M. (2024) Fotosyntetychna produktyvnist posiviv nutu zvychainoho zalezno vid obrobky nasinnia ta pozakorenevoho pidzhyvlennia roslyn [Photosynthetic productivity of chickpea crops depending on seed treatment and foliar fertilization of plants.]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika. Silskohospodarski nauk* [Podolsk herald: agriculture, technology, economics], 1 (42), 39–46. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-1.6> [in Ukrainian].
12. Gorai, S. P. (ed.) (2021) *Bacillus siamensis* CNE6- a multifaceted plant growth promoting endophyte of *Cicer arietinum* L. having broad spectrum antifungal activities and host colonizing potential. *Microbiological Research*, 252, 126859. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2021.126859>.
13. Parihar, P. (ed.) (2022) Chapter 13 – Biostimulants for improving nutritional quality in legumes. *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering*, 261–275. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85579-2.00011-3>.
14. Pandey, V. V. (ed.) (2023) Chapter 1 – Plant growth-promoting microbiomes: History and their role in agricultural crop improvement. *Plant-Microbe Interaction – Recent Advances in Molecular and Biochemical Approaches*, 1, 1–44. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91875-6.00012-8>.
15. Kolesnikov, M. O., Kadyrov, T. R. (2022) Rekomendatsii po vyroshchuvanniu nutu v umovakh pivdnia Ukrainy [Recommendations for growing chickpeas in southern Ukraine]. Melitopol, 44 [in Ukrainian].
16. Wellburn, A. P. (1994) The spectral determination of chlorophyll a and b, as well as carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *J. Plant. Physiol.*, 144 (3), 307–313.
17. Kolisnyk, Kh. M., Hrytsak, L. R., Drobyk, N. M. (2024) Vplyv klimatychnykh umov na vmist ta spivvidnoshennia fotosyntetychnykh pihmentiv u roslyn rodu *Carlina* L. [The influence of climatic conditions on the content and ratio of photosynthetic pigments in plants of the genus *Carlina* L.] *Fiziolohiia roslyn i henetyka* [Physiology of plants and genetics], 56, 2, 166–177. <https://doi.org/10.15407/frg2024.02.166> [in Ukrainian].
18. Manko, M. V., Oleksiichenko, N. O., Kytaiev, O. I. (2016) Osoblyvosti induktsii fluorestsentsii khlorofilu v lystkakh roslyn kultivariv *Acer platanoides* L. v umovakh mista Kyieva [Peculiarities of the induction of chlorophyll fluorescence in the leaves of *Acer platanoides* L. cultivars in the conditions of the city of Kyiv]. *Nauk. visn. NLTU Ukrainy* [Science release NLTU of Ukraine], 26 (5), 102–109. <https://doi.org/10.1016/10.15421/40260515> [in Ukrainian].
19. Pospisil, P. (2016) Production of reactive oxygen species by photosystem II as a response to light and temperature stress. *Front. Plant Sci.*, 7, 1950. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01950>.
20. Hang, Y., He, N., Yu, G. (2021) Opposing shifts in distributions of chlorophyll concentration and composition in grassland under warming. *Sci. Rep.*, 11, 15736. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95281-3>.
21. Mitchell, R. M., Wright, J. P., Ames, G. M. (2018) Species' traits do not converge on optimum values in preferred habitats. *Oecologia*, 3, 719–729.
22. Troianovska, O. M. (2013) Vplyv strokiv i skhem vysadzhuvannya rozsady bazylika zvychainoho (*Osimum basilium*) na ploshchu lystkovoї poverkhni ta chystu produktyvnist fotosintezy [Effect of dates and schemes of planting common basil (*Osimum basilium*) seedlings on leaf surface area and net photosynthetic productivity]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv* [Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 17(1), 324–327 [in Ukrainian].
23. Meland, M., Froyes, O., Kaiser, C. (2017) High tunnel production systems improve yields and fruit size of sweet cherry. *Acta Horticulturae*, 1161, 117–124. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1161.20>.
24. Li, M. (ed.) (2019) Improving fruit coloration, quality attributes, and phenolics content in rainier and bing cherries by gibberellic acid combined with homobrassinolide. *J. of plant growth regulation*, 11, 25–28. <https://doi.org/10.1007/s00344-019-10049-4>.
25. Puzik, V. K., Rozhkov, A. O. (2013) Dynamika formuvannya pihmentnykh rehovyn u lystkakh roslyn pshenytsi tvrdoї yaroї za diї riznykh variantiv tsenotychnoi napruhy mizh roslynamy u posivakh [The dynamics of the formation of pigment substances in the leaves of durum spring wheat plants under the influence of different variants of cenotic tension between plants in crops]. *Visnyk Poltav. derzh. ahrar. Akademii* [Visnyk Poltava. state agrarian Academies.], 3, 7–12 [in Ukrainian].
26. Matvieieva, N. A., Kvasko, O. Yu. (2010) Vmist fotosyntetychnykh pihmentiv v transhennykh roslynakh tsykoriї z henom tuberkuloznoho antygena Esat6 [he content of photosynthetic pigments in transgenic chicory plants with the Esat6 tuberculosis antigen gene]. *Visnyk Donetskoho natsionalnoho universytetu* [Bulletin of the Donetsk National University], 2, 249–253 [in Ukrainian].

2. ЕКОЛОГІЯ

УДК 504.53:628.3

DOI <https://doi.org/10.32782/naturalspu/2024.2.6>

ВПЛИВ СТИЧНИХ ВОД, УТВОРЕНИХ ПРИ ПРАННІ ТЕКСТИЛЬНИХ ВИРОБІВ, НА ЯКІСТЬ ҐРУНТІВ

Крючкова Валерія Валеріївна,

аспірантка кафедри хімічної техніки та промислової екології
Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

ORCID ID: 0009-0000-7548-6779

Web of Science Researcher ID: JHS-7788-2023

Тихомирова Тетяна Сергіївна,

кандидат технічних наук,
доцент кафедри хімічної техніки та промислової екології
Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

ORCID ID: 0000-0001-9124-9757

Scopus Author ID: 57163808700

Стаття присвячена актуальному питанню — впливу стічних вод, які утворюються під час експлуатації текстильних виробів споживачами, на якість ґрунтів. Текстильна промисловість суттєво впливає на стан природного навколишнього середовища. Виробники одягу підтримують споживацький попит шляхом постійного оновлення асортименту дешевої низькоякісної продукції. Низькоякісна текстильна продукція є потенційно небезпечною як для споживачів, так і для навколишнього середовища. Стічні води утворюються на різних етапах життєвого циклу текстильної продукції, зокрема одягу.

Метою статті є дослідження впливу стічних вод, які утворюються при пранні текстильних виробів в індивідуальних домогосподарствах, на стан ґрунтів.

У роботі досліджено вплив на водні ресурси під час кожного з етапів життєвого циклу текстильних виробів. Особливу увагу приділено вторинному забрудненню, що утворюється на етапі використання готової продукції, а саме прання. Встановлено, що нехтування технологічними процесами фарбування призводить до низького коефіцієнта поглинання барвника текстильним волокном. У результаті під час прання текстильних виробів розчин барвника потрапляє до міської каналізації, а далі у водойми.

Проведене соціологічне опитування населення показало значне поширення проблеми втрати кольору речей при пранні. За умови високої періодичності процесів очищення це може мати негативний вплив на навколишнє природне середовище. Особливо небезпечним є вплив на стан ґрунтів при скиданні неочищених стічних вод з пральних машин в індивідуальних домогосподарствах. Крім того, неякісно пофарбований матеріал при безпосередньому контакті зі шкірою може негативно впливати на здоров'я споживачів.

В експериментальній частині досліджено фізико-хімічні властивості стічних вод, відібраних після прання джинсових виробів. Дослідження виявило значне забруднення, спричинене хімічними речовинами та барвниками, які використовуються в процесі виробництва та експлуатації текстильних виробів. Токсичність досліджуваних зразків води остаточно підтверджується результатами досліджень екотоксичності ґрунтів при їх зволоженні зразками стічних вод, що утворилися при пранні та полосканні одягу. Аналіз результатів досліджень показав, що вода, яка утворюється після прання текстильних виробів, пригнічує розвиток тест-рослин, а отже негативно впливає на стан та якість ґрунтів.

Ключові слова: прання, стічні води, предмети одягу, текстильні вироби, фарбування, барвники, фітотоксичність, якість ґрунтів.

Kriuchkova Valeriya, Tykomyrova Tetiana. Wastewater from textile products washing impact on soil quality

The article is devoted to wastewater impact, that generated during textile products use by consumers, on soil quality. The textile industry significantly affects environment. Clothing manufacturers support consumer demand by constantly updating cheap low-quality products range. Low-quality textile products are potentially dangerous for both consumers and the environment. Wastewater is generated at various stages of textile products' life cycle, also for clothing.

The aim of the article is to study wastewater impact, that generated during textile products the washing in individual households on the soil quality.

The impact on water resources during each stage of textile products' life cycle is examined in this work. Special attention is paid to secondary pollution, which is formed during washing, that is important operation of wearing and using finished textile products. It has been established that neglect of technological dyeing processes leads to a low dye absorption coefficient by textile fibres. As a result, during textile products washing, the dye solution enters the city sewer, and then into water bodies.

The conducted sociological survey showed a significant prevalence of textile clothes color loss during washing. If cleaning processes frequency is high, it can have a negative impact on the natural environment. The impact on the soil quality during the discharge

of untreated wastewater from washing machines in individual households is especially dangerous. In addition, poorly dyed material in direct contact with the skin can have a negative impact on people health.

In the experimental part, the physical and chemical properties of wastewater collected after washing denim products were researched. The study found significant pollution caused by chemicals and dyes used in the textiles production and operation. The studied water samples toxicity is finally confirmed by the soils ecotoxicity. It was researched when plants are moistened by wastewater generated during textile clothes washing and rinsing. The results analyses established an obvious depressing effect of experimental water samples on soil quality.

Key words: washing, wastewater, clothing, textile products, dyeing, dyes, phytotoxicity, soil quality.

Вступ. Текстильна промисловість є однією з найважливіших галузей народного господарства як в Україні, так і в усьому світі. Ця галузь забезпечує населення життєво необхідною продукцією. Обсяги текстильного виробництва перевищують обсяги виробництва продукції більшості галузей народного господарства. Протягом останніх десятиріч попит споживачів на текстильну продукцію постійно збільшується. Згідно з комплексним звітом Grand View Research, розмір світового ринку текстилю оцінювався в 993,6 млрд доларів США у 2021 році. З 2022 до 2030 року очікується його зростання з річним темпом приросту (CAGR) 4,4% [1]. На тлі зростаючих темпів економічного зростання, якості та термін використання предметів одягу та домашнього текстилю скорочується. Щороку споживачі текстильної продукції «викидають на смітник» приблизно 500 мільярдів доларів США.

Компанії-виробники одягу класу мас-маркет підтримують споживчий попит шляхом постійного оновлення асортименту – мінімум чотири рази на рік. Аналіз сезонних колекцій текстильної продукції брендів такого класу показав наступні тенденції:

- регулярне насичення ринку так званими «актуальними» товарами, які користуються попитом нетривалий час і не є доцільними для масового виробництва;
- зростання попиту на індивідуальний підхід до кожного виробу;
- розширення можливостей експлуатації виробів, що дозволяє зберігати первинні властивості та підвищити екологічність продукції.

Саме довгострокове збереження первинного вигляду готового виробу є одним з основних критеріїв його вибору споживачем. Однак часто, залежно від рівня цінової політики бренду, споживач отримує не тільки різний фасон, але й різну якість готового продукту. Останній фактор є першочерговим у питанні довговічності експлуатації, безпечності та екологічності виробу [2].

Дослідники стверджують, що від бренду залежить, наскільки якісним та безпечним буде текстильний виріб. Однак це не вирішує проблему перевиробництва. У результаті зайвий одяг опиняється на смітнику – так марнуються ресурси, використані на його виробництво, а переробка потребує багато часу та коштів [3].

Саме тому світовою спільнотою активно обговорюються екологічні аспекти промисловості. Дослідники та експерти з різних галузей [4; 5] відзначають серйозні недоліки в індустрії, а саме: надмірне виробництво, перевикористання, експлуатація праці та забруднення природних ресурсів.

Виробництво текстилю характеризується рядом факторів негативного впливу на навколишнє середовище.

Крім значного внеску у зміну клімату, слід відзначити низьку впливів на довкілля та здоров'я людей. Всі вони відбуваються на різних етапах життєвого циклу текстильних виробів. У звіті Фонду Еллен Макартур підкреслюється, що індустрія моди відповідальна за 10% світових викидів вуглецю і майже 20% стічних вод [6].

Вплив на водні ресурси має велике значення для характеристики загального негативного впливу текстильної галузі на стан навколишнього природного середовища. Використання значних об'ємів води є невід'ємною частиною життєвого циклу текстильної продукції на різних етапах, а саме: вирощування первинної сировини, опоряджувальні процеси, заключна обробка та вторинне забруднення, що утворюється на етапі використання (прання).

Роботи вітчизняних та іноземних авторів у більшості випадків фокусуються на кількісних аспектах, таких як рівень забруднення в різних регіонах або на конкретних типах барвників і хімічних речовин, які використовуються в текстильному виробництві [2; 3; 4]. У дослідженнях європейських вчених [4; 5; 6] ретельно аналізується робота та вплив на довкілля великих виробників одягу та відомих брендів, особлива увага приділяється розробці дієвих інструментів для уникнення перевиробництва та спалювання не розпроданих колекцій. Варто відзначити, що необхідно також досліджувати так званий «вторинний» або «експлуатаційний» вплив текстильної продукції на стан довкілля. Такий вплив є суттєвим фактором погіршення стану екосистем на локальному рівні, особливо при масовому використанні низькоякісних текстильних виробів.

Опорядження та заключна обробка забезпечують заздалегідь запланований зовнішній вигляд і колір виробів. Останній є одним з пріоритетних умов вибору готового товару. Однак надання волокну кольору представляє собою складний і тривалий процес хімічної та механічної обробки. Крім хімічних речовин, які використовуються у технологічному процесі, для надання тканині якісного стійкого забарвлення необхідна велика кількість синтетичного барвника.

Через швидку зміну асортименту, а також відносно низьку ціну, виробники не завжди стежать за якістю барвників. Відтак використання низькосортних барвників та нехтування технологічними аспектами процесу призводить до низького рівня засвоєння барвника волокном. Як наслідок – неякісно пофарбований матеріал частково переходить на шкіру при безпосередньому контакті, що може спричинити подразнення у споживачів, особливо у дітей [2].

У [5; 6; 7] доведено, що в процесі прання текстильних виробів розчин барвника потрапляє до міської

каналізації, а далі у водойми. Таким чином, за рахунок вторинного забруднення підсилюються вже існуючі екологічні проблеми [8]. У результаті одного циклу прання в пральній машині з текстильного волокна вимиваються барвник, сірчана і оцтова кислоти, ацетат і сульфат натрію, солі металів, формалін, ПАР та інші речовини, які містилися у технічному розчині [9]. Ці частки потрапляють у водойми, де стають кормом для планктону і далі рухаються харчовим ланцюгом. Об'єм забруднюючих речовин напряму залежить від асортименту текстильних виробів, технології та кількості процесів очищення.

Експерти радять під час очищення текстильних виробів надавати перевагу рідким мийним засобам і проводити процес при низьких температурах, оскільки застосування порошкоподібних мийних засобів посилює механічний вплив на текстильні волокна та пошкоджує їх [10].

Метою цієї роботи є дослідження впливу стічних вод, які утворюються при пранні текстильних виробів в індивідуальних домогосподарствах, на стан ґрунтів.

Матеріал і методи. Для дослідження впливу стічних вод, які утворилися під час прання предметів одягу, що мають низьку ціну та низьку якість фарбування, використовували наступні матеріали:

- предмети одягу з джинсової тканини, склад яких на етикетці зазначено як 100% бавовна та які забарвлені у синій колір, країна походження – Бангладеш;
- водопровідна вода, м. Харків;
- поверхнево-активні речовини (гель для прання кольорових речей Cocolino Care Color). Склад: 5–15% аніонні ПАР, 5% неіоногенні ПАР, 5% мило, 5% запашник, 5% полікарбоксилати, 5% ензими, 5% цитронелол, 5% метилізотіазоліон, 5% октилізотіазоліон.

Експериментальні дослідження проводилися на базі кафедри хімічної техніки та промислової екології НТУ «Харківський політехнічний інститут».

Для визначення фізико-хімічних властивостей стічної води, утвореної після прання та полоскання текстильних виробів, визначали наступні показники:

1. Визначення температури води. Для встановлення температури дослідного зразка ртутний термометр занурювався у струмінь води в момент її зливу з пральної машини. Температура фіксувалася без виймання термометра з потоку води [11].

2. Кількісна оцінка кольоровості води за біхромат-кобальтовою шкалою. Для встановлення показника кольоровості води було приготовлено розчин солей біхромату калію з сульфатом кобальту. До отриманого розчину додали концентровану сульфатну кислоту, довели розчин дистильованою водою до 1 л. Таким чином, 1 мл отриманого розчину відповідає 5°, а далі серію розчинів до 30°. Після цього дослідний зразок води було порівняно із серією отриманих розчинів [12].

3. Визначення запаху води. Для дослідження запаху відібрану пробу води було перемішано в колбі з притертою кришкою. Після відкриття колби було визначено характер та інтенсивність запаху. Інтенсивність запаху було оцінено за п'ятибальною шкалою [12].

4. Визначення прозорості води за методом хреста. Прозорість води визначали за допомогою методу хреста. Пробу води переливали у скляний циліндр з фарфоровою пластиною, що має зображення хреста. Нижню частину циліндра просвічували LED-лампкою. Таким чином встановлювали максимальну висоту стовпа води, через який було видно зображення чорного хреста на білому фоні з товщиною ліній 1 мм [13].

5. Визначення густини води. Густина визначали за допомогою ареометра, який занурювали у 100 мл дослідного зразка води при встановленій температурі [13].

6. Визначення водневого показника та електропровідності води проводили за допомогою портативних рН-метра та TDS-метра згідно зі стандартом [14].

7. Визначення рН водної витяжки ґрунту проводилося згідно зі стандартом [15].

Результати. На першому етапі дослідження було проведено соціологічне опитування серед дорослого населення України, метою якого було визначити періодичність прання одягу різних категорій та фактори, що впливають на це.

Опитування проводилося за допомогою гугл-форми, всього було опитано 136 респондентів, похибка становить 2,8%. Опитування стосувалося лише повсякденного одягу. Згідно з отриманими даними (табл. 1), у родин з дітьми більше респондентів мають недорогі сезонні речі, які мають невисоку вартість та, відповідно, низьку якість. У родин з дітьми на 12% більше респондентів мають 5–10 одиниць предметів одягу, які змінюють колір при пранні, а також на 12% більше респондентів застосовують прання після кожного випадку експлуатації, і на 7% більше респондентів застосовують прання після 3–4 випадків експлуатації джинсів, спортивних штанів та шортів.

На періодичність прання одягу серед усіх респондентів майже однаково впливають як візуальний ступінь забруднення, так і дощова погода, з невеликим (8%) переважанням останньої для родин з дітьми. Дійсно, діти частіше забруднюють одяг, їхній гардероб складається з більшої кількості елементів одягу, а зважаючи на швидке зростання дітей, певна частина батьків обирає дешевий одяг, якість фарбування якого також низька. Аналіз отриманих даних дозволяє зробити висновки про наявність у населення предметів одягу, які втрачають свій колір в результаті прання, що за умови високої періодичності прання може мати негативний вплив на навколишнє природне середовище, особливо на стан ґрунтів, зокрема при скиданні неочищених стічних вод із пральних машин в індивідуальних домогосподарствах.

На другому етапі оцінювали показники якості стічної води, відібраної при пранні чоловічих джинсів темно-синього кольору. Аналіз даних (рис. 1) свідчить про забарвлення стічної води, яке визначається навіть візуально, відібраної відповідно після першого, п'ятого, десятого та п'ятнадцятого циклу «прання-сушка» безпосередньо з пральної машини.

Процес чищення предметів одягу у побутових пральних машинках складається з двох стадій – прання та полоскання, на кожній з яких утворюється стічна

Результати соціологічного опитування періодичності прання предметів одягу

Питання	Категорія опитуваних	
	родина з двох дорослих віком 20–45 років без дітей	родина з двох дорослих віком 20–45 років з дітьми до 14 років
Як часто ви купуєте модні, але недорогі предмети одягу - щосезону 2–5 предметів одягу - періодично влітку 1–2 предмети одягу - майже ніколи, не можу пригадати такі випадки за останні 2 роки - ніколи, «швидка мода» мене не стосується	34% 29% 22% 15%	49% 33% 12% 6%
Чи є у вас предмети верхнього одягу, які при пранні суттєво змінюють колір - так, більше 10 одиниць - так, 5–10 одиниць - так, 1–5 одиниць - ні, немає - складно відповісти	9% 24% 34% 22% 11%	16% 32% 40% 5% 7%
Як часто ви піддаєте одяг пранню в залежності від його категорії, в тому числі дитячі речі (за наявності) а) джинси, спортивні штани, шорти - після кожного випадку експлуатації - після 3–4 випадків експлуатації - один 7 та більше випадків експлуатації - складно відповісти б) футболки з коротким та довгим рукавом, сорочки - після кожного випадку експлуатації - після 3–4 випадків експлуатації - один 7 та більше випадків експлуатації - складно відповісти в) світшоти, джемperi, піджаки - після кожного випадку експлуатації - після 3–4 випадків експлуатації - один 7 та більше випадків експлуатації - складно відповісти	27% 18% 43% 12% 38% 32% 19% 11% 8% 34% 48% 10%	39% 25% 31% 5% 52% 28% 13% 7% 14% 45% 35% 6%
Який фактор найбільш впливає на періодичність прання предметів одягу - звички та традиції в родині - візуальний ступінь забруднення - дощова та волога погода	22% 42% 36%	18% 40% 42%
Як часто у вашій родині працює пральна машинка (не залежно від типу) - мінімум один раз на день (щоденно) - один раз в 3–4 дні - один раз на тиждень - складно відповісти	24% 39% 28% 9%	38% 40% 18% 4%

вода, різна за вмістом залишків барвника. Процес полоскання характеризується нижчою температурою та коротшим часом, а також відсутністю дії поверхне-

во-активних речовин (ПАР) у порівнянні з процесом стандартного прання. Відповідно, якість стічної води на цих двох етапах буде відрізнятися (табл. 2).

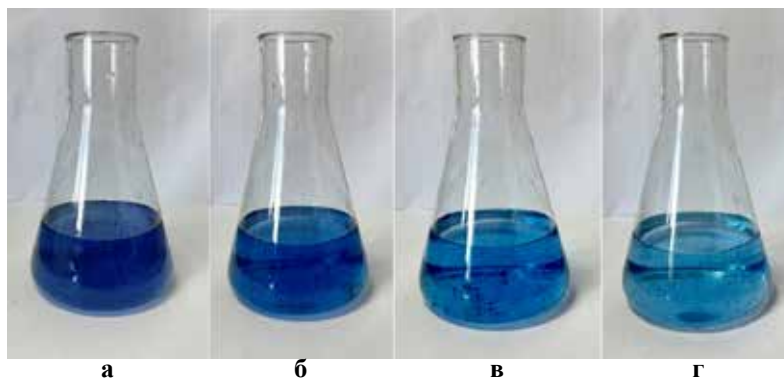


Рис. 1. Стічна вода відібрана після циклу прання джинсів чоловічих темно-синього кольору:
а – після першого циклу прання, б – після п'ятого циклу «прання-сушка», в – після десятого циклу «прання-сушка», г – після п'ятнадцятого циклу «прання-сушка»

Показники якості стічних вод домогосподарств утворених в результаті прання неякісно пофарбованих предметів одягу

Показник	Значення		
	після стандартного циклу прання ($t = 40^{\circ}\text{C}$, час прання – 45 хв)	після циклу полоскання	нормативний показник
Температура, $^{\circ}\text{C}$	38	20	40
Кольоровість води за біхромат-кобальтовою шкалою, $^{\circ}$	40 $^{\circ}$ – перше прання 22 – п'ятнадцяте прання	30 $^{\circ}$ 15 $^{\circ}$	20–35 $^{\circ}$
Запах, за $t = 20^{\circ}\text{C}$, балів	4	3	2
Прозорість води за хрестом, см	2	1,6	1–3
Густина, кг/м^3	1040	1000	980
Електропровідність води, ppm	1673	1455	500
Водневий показник (pH)	5,4	5,7	6,5–7,5

На момент заміру температурний режим стічної води, відібраної для дослідження, не перевищує нормативний показник і вважається допустимим. Рівень кольоровості стічної води, отриманої в результаті першого прання, відповідає максимально допустимому значенню. В результаті повторних контактів текстильного матеріалу з водою втрата барвника зменшується, що призводить до зниження рівня забруднення.

Наявність у дослідному зразку залишків поверхнево-активних речовин (ПАР), текстильних барвників та хімічних речовин заключної обробки дозволяє охарактеризувати запах дослідного зразка як штучний. За шкалою інтенсивності запаху аналізований зразок не відповідає нормі. Прозорість міських стічних вод зазвичай лежить у межах 1–3 см. За таких умов прозорість аналізованого розчину приймається як задовільна. Щільність дослідного зразка перевищує стандартний показник. Результатом збільшення показника щільності є наявність у дослідному зразку розчинених солей та ПАР.

Вміст солей у дослідному зразку перевищує нормативні межі більш ніж у 3 рази. За водневим показником зразок не відповідає вимогам якості стічних вод.

З метою встановлення зменшення рівня забрудненості стічних вод текстильним барвником було проведено дослідження зміни інтенсивності забарвлення води при полосканні та пранні (рис. 2).

Токсична дія дослідного зразка на навколишнє середовище була підтверджена шляхом проведення біоіндикації (рис. 3, табл. 3). Вибір методу ґрунтується на простоті, швидкості та результативності дослідження. У табл. 2 наведені результати дослідження реакції тест-рослини овес (*Avena*), за умови використання для зволоження води, хіміко-фізичні показники якої наведені у табл. 2. На рис. 3 показано зовнішній вигляд тест-рослин.

Аналіз результатів досліджень встановив очевидну пригнічувальну дію дослідних зразків води на стан ґрунтових систем. За шкалою токсичності дослідні зразки ґрунту оцінюються як високий (зразок, який поливали водою після першого прання) та вищий за середній (зразок, який поливали водою після першого полоскання). На поверхні спостерігається поява цвілі. Водневий показник ґрунту (pH) після поливу змінився до більш кислого і дорівнює 5,6.

Обговорення. Згідно з оцінками, наданими у роботах європейських та вітчизняних фахівців, найбільшими витратами води та хімічних препаратів

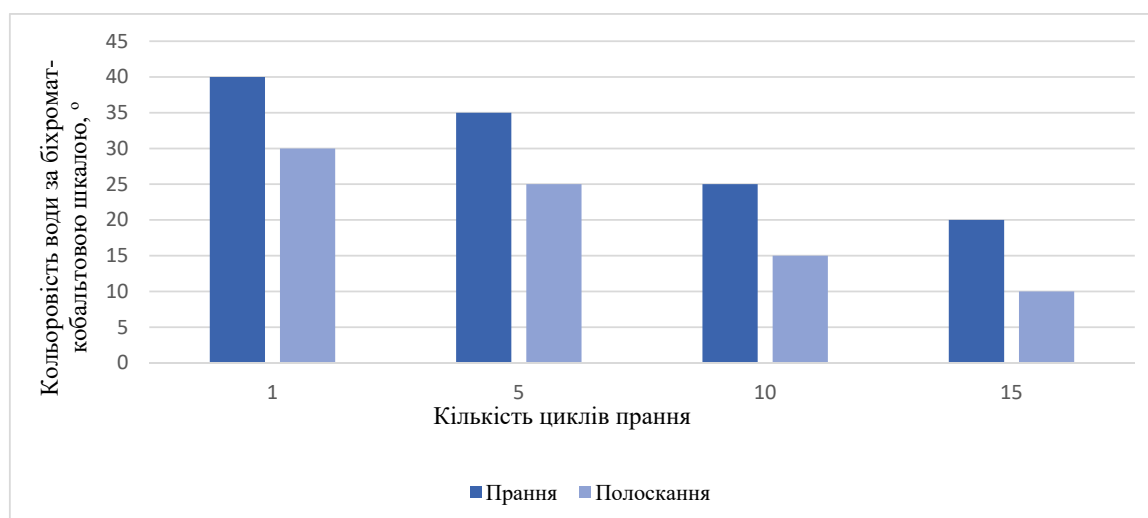


Рис. 2. Залежність зменшення інтенсивності кольоровості води в залежності від кількості процесів прання та полоскання

Результати дослідження реакції рослини-індикатора на забруднювач

Показник	Значення		
	Контрольний зразок	Зразок, який поливали водою після першого полоскання	Зразок, який поливали водою після першого прання
Відомості про ґрунт	Чорнозем. Колір – чорно-сірий. pH – 6,0		
Схожість, %	95	65	45
Середня довжина наземної частини, мм	100	60	40
Середня маса наземної частини, г	13	5,5	3,2
Середня довжина підземної частини, мм	50	50	50
Середня маса підземної частини, г	3,4	2,1	1,5
Фітотоксичний ефект	-	57	75
Висновок про токсичність за шкалою токсичності [16]	-	Вищий за середній	Високий



а) б) в)

Рис. 3. Зовнішній вигляд рослин – індикаторів:
а) контрольний зразок; б) зразок, политий водою
після першого полоскання; в) зразок, политий
водою після першого прання

характеризуються технологічні процеси фарбування, опорядження та очищення текстильних виробів [1; 3; 4; 5]. Експлуатація текстильних виробів супроводжується не меншим екологічним навантаженням. Багаторазове прання, яке здійснюють для збереження чистоти та споживчих властивостей одягу, передбачає близько 75 циклів, що створює в десятки разів більше забруднюючих речовин, ніж весь виробничий процес від підготовки сировини до надходження у торговельні мережі. Отримані дані (табл. 1–3, рис. 1–3) свідчать про значний негативний вплив стічних вод, які утворюються при пранні одягу низької якості, на якість ґрунтів.

Повномасштабне вторгнення кардинально змінило місце проживання багатьох людей, особливо в прифронтових Харківській, Сумській, Миколаївській

та Херсонській областях. Частина родин обрала дачні кооперативи, закинуті хутори та невеличкі селища замість великих і середніх міст як місце постійного проживання. У більшості таких місць проживання наявне індивідуальне електропостачання і водопостачання зі свердловин чи колодязів, що призводить до можливості використання автоматичних та напівавтоматичних пральних машин. При цьому скидання води відбувається не до загальної мережі каналізації, особливо у дачних кооперативах, а в земляні ями чи навіть по поверхні ґрунту. Зауважимо, що навіть при ручному пранні речей спостерігається забруднення води барвником та ПАР.

Фізико-хімічні методи традиційно застосовуються для аналізу якості води. Однак дана методологія не повною мірою відображає наявність усіх компонентів водного середовища. З цієї причини використання методики біотестування є важливим інструментом для з'ясування зовнішньої оцінки токсичного впливу забруднюючих речовин на довкілля.

Висновки. Життєвий цикл текстильного одягу включає кілька етапів, на яких утворюються стічні води. Одним з них є етап експлуатації, під час якого виробі, особливо дитячі, проходять багаторазове прання за різних температурних та часових режимів. Вплив цього етапу на якість ґрунтів в індивідуальних домогосподарствах залишався маловивченим. Проведені дослідження показали, що комплекс факторів – низькоякісний дешевий одяг та багаторазове прання – має негативний вплив на якість ґрунтів, які родини можуть використовувати для ведення індивідуального сільського господарства. Придбання якісного одягу від виробників, які сумлінно ставляться до технології фарбування, може значно знизити негативний вплив на екосистеми ґрунтів під час прання текстильних виробів.

Вибір оптимальних технологій очищення забезпечує збереження споживчих властивостей текстильних виробів, однак майже не впливає на зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище. Потрапляючи в природні системи, стоки перетворюються на джерела токсинів, які можуть спричинити забруднення ґрунтових вод.

Перспективним є дослідження впливу стічних вод від прання предметів одягу різних виробників, як нових, так і придбаних у магазинах типу секонд-хенд, на якість ґрунтів в індивідуальних домогосподарствах.

Примітка. Дане дослідження виконане в межах наукової теми кафедри хімічної техніки та промислової екології НТУ ХП № 0124U001842 «Розробка наукових основ очищення стічних вод та зневоднення полідисперсних суспензій».

Література:

1. G. Peter Tessa. Global textile market set for major growth by 2030. *Textile Today*. URL: <https://www.textiletoday.com.bd/global-textile-market-set-for-major-growth-by-2030> (дата звернення 03.08.2024 р.)
2. Крючкова В.В. Хвмічна обробка джинсових виробів. Вплив на довкілля та здоров'я споживачів. *Проблеми надзвичайних ситуацій: матеріали науково-практичної конференції* (Харків, 16 травня 2024 р.). Харків. Національний університет цивільного захисту України, 2024. С. 312–313.
3. Параска О.А., Подоліна К.О., Хес Л., Ковтун Х.О., Аналіз соціально-економічних, технологічних, екологічних характеристик життєвого циклу текстильних виробів. *Технічні науки. Вісник Хмельницького національного університету*, Вип. 2 2022 (307). Хмельницький. 2022 р. С. 153–158. DOI 10.31891/2307-5732-2022-307-2-153-158
4. Khan S., Malik A. Environmental and health effects of textile industry wastewater, in environmental deterioration and human health. *Springer*. 2014. P. 55–71.
5. The State of fashion 2022. BOF, McKinsey Company URL: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/retail/our%20insights/state%20of%20fashion/2022/the-state-of-fashion-2022.pdf> (дата звернення 05.08.2024 р.)
6. A New Textiles Economy: Redesigning Fashion's Future. Ellen MacArthur Foundation. Cowes, UK, 2017. URL: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/A-New-Textiles-Economy.pdf> (дата звернення 03.08.2024 р.)
7. Claudio L. Waste couture: environmental impact of the clothing industry. *Environ Health Perspect*. 2007. Vol. 115(9). P. 448–454.
8. De Falco F., Gentile G., Di Pace E., Cocca M., Gelabert L., Brouta-Agnés M., Rovira A., Escudero R., Villalba R. et al. Evaluation of microplastic release caused by textile washing processes of synthetic fabrics. *Environmental Pollution*. 2018. Vol. 236. P. 916–925. DOI 10.1016/j.envpol.2017.10.057
9. Білей-Рубан Н.В., Облещук Т.В. Вибір методів кінцевих обробок джинсових виробів та деніму у відповідності до призначення швейних виробів. *Вісник Хмельницького національного університету*. Хмельницький. 2009. № 2. С. 128–133.
10. Laundry Experience Event 2017. March 17–18 th, 2017, Helmond, Netherlands. URL: <https://www.cinet-online.com/laundry-experience-event-2017/> (дата звернення 10.08.2024 р.)
11. Про затвердження Правил користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України: Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України редакція від 13.07.2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0936-08#Text> (дата звернення 13.08.2024 р.)
12. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. [Чинний від 01.02.2015]. Вид офіц. Київ : 23.10.2014 Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України (ІКХХВ НАН України).
13. Охорона водних ресурсів і екосистем: навч. посіб. для здобувачів вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Екологія» спеціальності 101 Екологія РВО «Бакалавр» / Т. М. Дацко та ін. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 112 с.
14. ДСТУ 7369:2013 Стічні води. Вимоги до стічних вод і їхніх осадів для зрошування та удобрення. [Чинний від 01.01.2014]. Вид офіц. Київ : 22.08.2013 Технічний комітет стандартизації «Меліорація і водне господарство» (ТК 145)
15. ДСТУ 8346:2015 Якість ґрунту. Методи визначення питомої електропровідності, рН і щільного залишку водної витяжки [Чинний від 01.07.2017]. Вид офіц. Київ 21.08.2015 Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського Української Академії аграрних наук.
16. Вакерич М.М., Швартау В.В., Гасинець Я.С., Бднарюк Р.М., Король М.В., Васильняк К.В.. Фототоксичний ефект урбаноземів ужгорода за умов інтенсивного впливу викидів автотранспорту. *Фізіологія рослин та генетика*. Т. 50. № 6. 2018. С. 540–547 <https://doi.org/10.15407/frg2018.06.540> (дата звернення 15.08.2024 р.)

References:

1. G. Peter Tessa. Global textile market set for major growth by 2030. *Textile Today*. URL: <https://www.textiletoday.com.bd/global-textile-market-set-for-major-growth-by-2030> (дата звернення 03.08.2024 р.)
2. Kriuchkova V.V. Khimichna obrobka dzhynsovykh vyrobiv. Vplyv na dovkillia ta zdorov ya spozhyvachiv [Chemical treatment of denim products. Impact on the environment and consumer health] *Problemy nadzvychaynykh sytuatsii: materialy naukovo-praktychnoi konferentsii – Problems of emergency situations: materials of the scientific and practical conference (pp. 312–313)*. Kharkiv [in Ukrainian].
3. Paraska O.A., Podolina K.O., Khes L., Kovtun Kh.O., Analiz sotsialno-ekonomichnykh, tekhnolohichnykh, ekolohichnykh kharakterystyk zhyttievoho tsykladu tekstylnykh vyrobiv [Analysis of socio-economic, technological, environmental characteristics of the life cycle of textile products]. *Tekhnichni nauky. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu – Technical sciences. Bulletin of Khmelnytsky National University (pp. 153–158)*. Khmelnytskyi [in Ukrainian]. DOI 10.31891/2307-5732-2022-307-2-153-158

4. Khan S., Malik A. Environmental and health effects of textile industry wastewater, in environmental deterioration and human health. *Springer*. 2014. P. 55–71.
5. The State of fashion 2022. BOF, McKinsey Company URL: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/retail/our%20insights/state%20of%20fashion/2022/the-state-of-fashion-2022.pdf>
6. A New Textiles Economy: Redesigning Fashion's Future. Ellen MacArthur Foundation. Cowes, UK, 2017. URL: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/A-New-Textiles-Economy.pdf>
7. Claudio L. Waste couture: environmental impact of the clothing industry. *Environ Health Perspect*. 2007. Vol. 115(9). P. 448–454.
8. De Falco F., Gentile G., Di Pace E., Cocca M., Gelabert L., Brouta-Agnésa M., Rovira A., Escudero R., Villalba R. et al. Evaluation of microplastic release caused by textile washing processes of synthetic fabrics. *Environmental Pollution*. 2018. Vol. 236. P. 916–925. DOI 10.1016/j.envpol.2017.10.057
9. Bilei-Ruban N.V., Obleshchuk T.V. Vybir metodiv kintsevykh obrobok dzhynsovykh vyrobiv ta denimu u vidpovidnosti do pryznachennia shveinykh vyrobiv [Selection of methods of final finishing of denim and denim products in accordance with the purpose of garments]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu – Bulletin of Khmelnytsky National University*. № 2. (128–133). Khmelnytskyi [in Ukrainian].
10. Laundry Experience Event 2017. March 17–18 th, 2017, Helmond, Netherlands. URL: <https://www.cinet-online.com/laundry-experience-event-2017/>
11. Pro zatverdzhennia Pravyl korystuvannia systemamy tsentralizovanoho komunalnoho vodopostachannia ta vodovidvedennia v naselenykh punktakh Ukrainy [On Approval of the Rules for the Use of Centralised Communal Water Supply and Sewerage Systems in Settlements of Ukraine]: Nakaz Ministerstva z pytan zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy- Order of the Ministry of Housing and Communal Services of Ukraine 13.07.202. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0936-08#Text>. [in Ukrainian].
12. DSTU 7525:2014 Voda pytna. Vymohy ta metody kontroliuvannia yakosti. [Chynnyi vid 01.02.2015]. Vyd ofits. Kyiv : 23.10.2014 Instytut koloidnoi khimii ta khimii vody im. A. V. Dumanskoho NAN Ukrainy (IKKhKhV NAN Ukrainy).
13. Okhorona vodnykh resursiv i ekosystem [Protection of water resources and ecosystems]: *navch. posib. dlia здобувачів вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Екологія» спеціальності 101 Екологія RVO «Bakalavr» – a study guide for higher education students studying under the educational and professional programme «Ecology», speciality 101 Ecology, Bachelor's degree*. Lviv. 2024. 112 c.
14. DSTU 7369:2013 Stichni vody. Vymohy do stichnykh vod i yikhnikh osadiv dlia zroshuvannia ta udobriuvannia. [Chynnyi vid 01.01.2014]. Vyd ofits. Kyiv : 22.08.2013 Tekhnichniy komitet standartyzatsii «Melioratsiia i vodne hospodarstvo» (TK 145)
15. DSTU 8346:2015 Soil quality. Methods for determination of specific electrical conductivity, pH and dense residue of water extract [Effective from 01.07.2017]. Published in Ukrainian. Kyiv 21.08.2015 Sokolovsky Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Ukrainian Academy of Agrarian Sciences.
16. Vakerych M.M., Shvartau V.V., Hasynets Ya.S., Bdnariuk R.M., Korol M.V., Vasylniak K.V. Fototoksychnyi efekt urbanozemiv uzhhoroda za umov intensyvnoho vplyvu vykydiv avtotransportu. [Phototoxic effect of urban soils of Uzhhorod under conditions of intensive influence of motor vehicle emissions]. *Fiziologhiarosllyn ta henetyka – Plant Physiology and Genetics (pp. 540–547)*. T. 50. № 6. Kyiv [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/frg2018.06.54>

ВИЗНАЧЕННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ВМІСТУ ЕСЕНЦІАЛЬНИХ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ПОВЕРХНЕВИХ ВОДАХ УРБАНІЗОВАНИХ ДІЛЯНОК РІЧКИ ТЕТЕРІВ (ЖИТОМИР)

Скиба Галина Віталіївна,

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри наук про Землю
Державного університету «Житомирська політехніка»
ORCID ID: 0000-0002-4981-4975
Scopus Author ID: 57188747584

Кірейцева Ганна Вікторівна,

кандидат економічних наук, доцент, докторант,
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Державного університету «Житомирська політехніка»
ORCID ID: 0000-0002-1055-1784
Scopus Author ID: 55945014200

Герасимчук Олена Леонтіївна,

кандидат педагогічних наук, доцент,
завідувач кафедри наук про Землю
Державного університету «Житомирська політехніка»
ORCID ID: 0000-0002-1279-1888
Scopus Author ID: 57217461659

Циганенко-Дзюбенко Ілля Юрійович,

аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій,
асистент кафедри наук про Землю
Державного університету «Житомирська політехніка»
ORCID ID: 0000-0002-3240-8719
Scopus Author ID: 59134642100

Хоменко Світлана Володимирівна,

аспірант, асистент кафедри екології та природоохоронних технологій
Державного університету «Житомирська політехніка»
ORCID ID: 0009-0002-7463-7867

У науковій статті представлені результати досліджень визначення і прогнозування концентрацій іонів есенціальних важких металів (Fe^{3+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+}) у поверхневих водах річки Тетерів в межах міста Житомира. Здійснено моніторингові дослідження концентрацій зазначених металів протягом 2018–2023 років. Встановлено перевищення ГДК по іонам важких металів Fe^{3+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , що призводить до порушення біохімічних процесів і фізіологічних функцій живих організмів. Концентрації Cu^{2+} , Co^{2+} не перевищують гранично допустимих значень, проте існує потенційний ризик для здоров'я людини від хронічного впливу низьких концентрацій кобальту та купруму через тривалий вплив і потенційну взаємодію з іншими іонами металів. Вода в межах міста характеризується нестабільною якістю за вмістом мангану. Моніторинг концентрацій іонів Mn^{2+} протягом року показав її зростання два рази на рік, в кінці весни і на початку осені. В ці періоди концентрація мангану перевищує гранично допустимі концентрації. Циклічний характер коливань вмісту мангану зумовлений сезонними змінами температури води та інтенсивності процесів фотосинтезу і розкладу органічних речовин, що впливають на міграцію та акумуляцію цього елемента у водному середовищі. Основним джерелом надходження важких металів до поверхневих вод є промислові підприємства внаслідок недосконалих технологій очищення стоків. Значна частка забруднень також потрапляє у водойми з поверхневими стоками урбанізованих територій та господарсько-побутовими стічними водами. Додатковим фактором забруднення води іонами важких металів є їх вивільнення з донних відкладень. Результати цього дослідження інформують про заходи щодо відновлення та управління забрудненням води в межах міста і спрямовані на захист здоров'я міського населення. Для мінімізації надходження важких металів у р. Тетерів необхідно насамперед забезпечити ефективне очищення промислових і комунальних стічних вод, поліпшити очистку дощових стоків з міських територій перед їх скидом у річку, запровадити систему сортування відходів та їх переробки, пропагувати серед населення екологічну свідомість та реалізувати програми сталого розвитку регіону.

Ключові слова: есенціальні важкі метали, водні ресурси, моніторинг, екологічна безпека, управління річковим басейном, урбанізовані території.

Skyba Halyna, Kireitseva Hanna, Herasymchuk Olena, Tsyhanenko-Dziubenko Illia, Khomenko Svitlana.
Determination and prediction of the content of essential heavy metals in surface waters of urbanized areas of the Teteriv river (Zhytomyr)

The scientific article presents research findings on determining and predicting the concentrations of essential heavy metal ions (Fe^{3+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+}) in the surface waters of the Teteriv River within Zhytomyr. Monitoring studies of the concentrations of these metals took place during 2018–2023. MPC for heavy metal ions Fe^{3+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} exceeds, which leads to disruption of biochemical processes and physiological functions of living organisms. The concentrations of Cu^{2+} and Co^{2+} do not surpass maximum permissible concentrations. Still, there is a potential risk to human health from chronic exposure to low concentrations of cobalt and copper due to long-time influence and possible interaction with other metal ions. Water within the city is characterized by unstable quality due to the content of manganese. Monitoring of the concentration of Mn^{2+} ions throughout the year showed an increase twice a year – in late spring and early fall. During these periods, the concentration of manganese exceeds the maximum permissible concentrations. The cyclic nature of manganese fluctuations is driven by seasonal changes in water temperature and the intensity of photosynthesis and decomposition of organic matter, which affect the migration and accumulation of the relevant element in the aquatic environment. Due to imperfect wastewater treatment technologies, industrial enterprises are the primary source of heavy metals in surface waters. A significant share of pollution also enters water bodies with surface runoff from urbanized areas and domestic wastewater. A contributing factor in water pollution by heavy metal ions is their release from bottom sediments. The present study's outcomes inform about measures to restore and manage water pollution within the city and are aimed at protecting the health of the urban population. In order to minimize heavy metal pollution in the Teteriv River, it is necessary to ensure effective treatment of industrial and municipal wastewater, improve the treatment of rainwater from urban areas before it is discharged into the river, introduce a waste sorting and recycling system, promote environmental awareness among the population, and implement sustainable development programs in the region.

Key words: essential heavy metals, water resources, monitoring, environmental safety, river basin management, urbanized areas.

Вступ. Значна група металів, які потрапляють під визначення важких беруть участь у біологічних процесах, входячи до складу ферментів, гормонів, вітамінів і т. д. До есенціальних хімічних елементів віднесені такі важкі метали, як Fe, Co, Ni, Mn, Cu, Zn, Cr, Mo та інші. Ці метали необхідні для нормального перебігу фізіологічних процесів в організмах, в тому числі гідробіонтів. Проте за високих рівнів вмісту у воді чи інших середовищах вони мають токсичну дію. Накопичення таких елементів у тканинах і органах живих організмів спричиняє порушення біохімічних процесів і фізіологічних функцій. Важкі метали вважаються системними токсикантами [1; 2]. Крім того, взаємодія, пов'язана з впливом кількох важких металів, може спричинити більш серйозні наслідки для здоров'я людини, ніж можна було б очікувати від низьких концентрацій окремого металу [3; 4].

Річка Тетерів є важливим водним ресурсом для Житомирської області, забезпечуючи питною водою населення та підтримуючи біорізноманіття регіону. Однак в останні роки спостерігається погіршення якості води в урбанізованих ділянках річки, особливо в період весняної повені та літніх місяців. За даними попередніх досліджень, вода в цих зонах характеризується нестабільними показниками якості, зокрема підвищеним вмістом фітопланктону, мангану та інших забруднювачів [5; 6; 7].

Одним з факторів, що негативно впливають на стан річки Тетерів, є незаконний видобуток піску поблизу її берегів. Ця діяльність призводить до збільшення кількості мулу у воді та акумуляції сполук мангану й інших есенціальних важких металів [4]. Крім антропогенного навантаження, на хімічний склад води та екосистему річки впливають і природні чинники, такі як ерозія гірських порід та кліматичні умови регіону [8].

Враховуючи важливість річки Тетерів для забезпечення питних і рекреаційних потреб населення та підтримки біорізноманіття, актуальним є дослідження динаміки вмісту есенціальних важких металів

у її поверхневих водах в межах урбанізованих територій. Це дозволить оцінити рівень забруднення, спрогнозувати потенційні ризики для здоров'я людей і стану екосистеми та розробити ефективні заходи з покращення якості води.

Мета роботи: дослідити динаміку вмісту есенціальних важких металів (Fe, Mn, Cu, Cr, Zn, Co) у поверхневих водах урбанізованих ділянок річки Тетерів в межах міста Житомира.

Матеріали та методи. Дослідження проводилось відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу (ВРД ЄС) [9], згідно з якою екологічний стан водойми оцінюється за гідробіологічними, гідрохімічними та гідроморфологічними параметрами. В рамках державної системи моніторингу довкілля України оцінювання якості поверхневих вод здійснювалось за гідрохімічними й гідробіологічними показниками.

Для оцінки якості води р. Тетерів використовувались дані моніторингу концентрацій іонів важких металів (Fe^{3+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} , Co^{2+}) у поверхневих водах в межах м. Житомира протягом 2018–2023 років. Результати порівнювались з гранично допустимими концентраціями (ГДК) для поверхневих вод згідно з санітарними правилами та нормами охорони поверхневих вод [10].

Відбір проб води здійснювався у відповідності до ДСТУ ISO 5667-6:2009 «Якість води. Відбирання проб. Настанови щодо відбирання проб води з річок та інших водотоків» [11]. Для забезпечення надійності та достовірності результатів проби відбирались у трьохкратній повторності при довірчій ймовірності $P=0,95$.

Для проведення досліджень використовувались дані Гідрометеорологічної служби України та Державного управління екологічної безпеки у Житомирській області за 2018–2023 роки. Визначення концентрацій важких металів у поверхневих водах р. Тетерів в межах м. Житомира в 2021–2023 роках проводилось у науково-дослідній лабораторії кафедри наук про Землю із

застосуванням стандартизованих методів дослідження (табл. 1) та методів статистичного аналізу. Також, було проведено критичний порівняльний аналіз власних результатів із даними інших авторів.

Застосування комплексного підходу з використанням моніторингових даних, стандартизованих методів аналізу та статистичної обробки результатів дозволило здійснити об'єктивну оцінку динаміки вмісту есенціальних важких металів у поверхневих водах урбанізованих ділянок р. Тетерів та спрогнозувати потенційні екологічні ризики.

Результати дослідження. Річка Тетерів – права притока Дніпра, відстань від гирла до основної річки складає 984 км. Похил – 0,5‰. Площа басейну – 15300 км². Річка протікає по території Київської та Житомирської областей [17]. Ріка бере початок поблизу с. Лисогірка Житомирської області, де представляє собою невелич-

кий струмок. У верхній течії річки дно і береги скелясті, в середньому і нижньому – піщані, у зв'язку з чим русло непостійне (рис. 1).

Живлення річки переважно снігове, з помітним додатком дощових та ґрунтових вод. Річний хід характеризується чітко вираженою весняною повінню, низькою меженню та періодичними дощовими паводками. Природний хід порушується зарегульованістю русла ріки.

Антропогенний вплив на водні ресурси Житомирщини, зокрема на басейн річки Тетерів, є значним і зумовлений діяльністю підприємств, які скидають зворотні води та забруднювальні речовини у поверхневі води. У 2022 році в регіоні відведено 14,526 млн. м³ стічних вод, з яких 97,3% пройшли очистку на очисних спорудах каналізації м. Житомира [18; 19; 20]. Основним забруднювачем поверхневих водойм міста (річок Тетерів та Кам'янка) є КП «Житомирводоканал», незважа-

Таблиця 1

Використані методи дослідження показників важких металів у поверхневих водах

№	Показник	Нормоване значення показника	Назва методу дослідження	Державний стандарт
1	Fe ³⁺ , мг/дм ³	0,5	Фотометричний	ДСТУ ISO 6332:2003 [12]
2	Mn ²⁺ , мг/дм ³	0,1	Фотометричний	ДСТУ ГОСТ 4974:2019 [13]
3	Cu ²⁺ , мг/дм ³	180	Фотометричний	ДСТУ 7525:2014 [14]
4	Cr ³⁺ , мг/дм ³	40	Фотометричний	ДСТУ ISO 18412:2017 [15]
5	Zn ²⁺ , мг/дм ³	50	Полярнографічний	ДСТУ 7525:2014 [16]
6	Co ²⁺ , мг/дм ³	100	Фотометричний (з нітритно-R-сіллю)	ДСТУ 7525:2014 [16]



Рис. 1. Географічне розташування р. Тетерів

ючи на наявність служби промислового водовідведення та лабораторії для контролю якості стічних вод підприємств. Кількість підприємств, стоки яких приймаються на очистку/доочистку, щорічно зростає (рис. 2).

Встановлено, що основним джерелом надходження важких металів до поверхневих вод є промислові підприємства внаслідок недосконалих технологій очищення стоків. Значна частка забруднень також потрапляє у водойми з поверхневими стоками урбанізованих територій та господарсько-побутовими стічними водами [21]. Додатковим фактором забруднення води іонами важких металів є їх вивільнення з донних відкладів.

Потрапляння цинку та хрому до водойми річки Тетерів у межах міста Житомира здебільшого зумовлене скиданням неочищених промислових стічних вод підприємств. Проведений моніторинг концентрацій цинку та хрому за п'ять років та статистична обробка результатів показали перевищення ГДК для даних катіонів. Побудовані поліноміальні регресії вказують на прогнозоване зростання їх концентрацій на 2024–2026 роки (рис. 3).

Перевищення гранично допустимих концентрацій хрому і цинку у воді призводить до токсикологічного впливу на гідробіонтів. Зокрема, надлишковий вміст цинку викликає порушення фізіологічних функцій риб, загибель молоді та зниження чисельності популяцій. Надмірний хром токсично діє на зябра моллюсків та ракоподібних. Крім того, акумуляція цих металів у донних відкладах призводить до тривалої контамінації екосистеми та порушення процесів самоочищення водойми.

Підвищений вміст іонів феруму у воді річки Тетерів у межах м. Житомира також пов'язаний із скиданням неочищених стічних вод промисловими підприємствами, а також гірничою спеціалізацією регіону в цілому (рис. 4).

Перевищення гранично допустимих концентрацій хрому і цинку у воді призводить до токсикологічного впливу на гідробіонтів. Зокрема, надлишковий вміст цинку викликає порушення фізіологічних функцій риб, загибель молоді та зниження чисельності популяцій. Надмірний хром токсично діє на зябра моллюсків та ракоподібних. Крім того, акумуляція цих металів

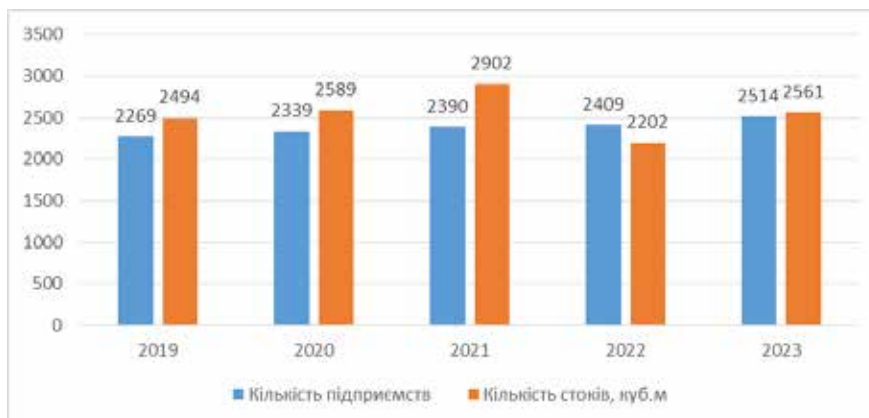


Рис. 2. Кількість підприємств та кількість стоків (м³), від яких приймаються стічні води на очистку/доочистку на очисні споруди каналізації

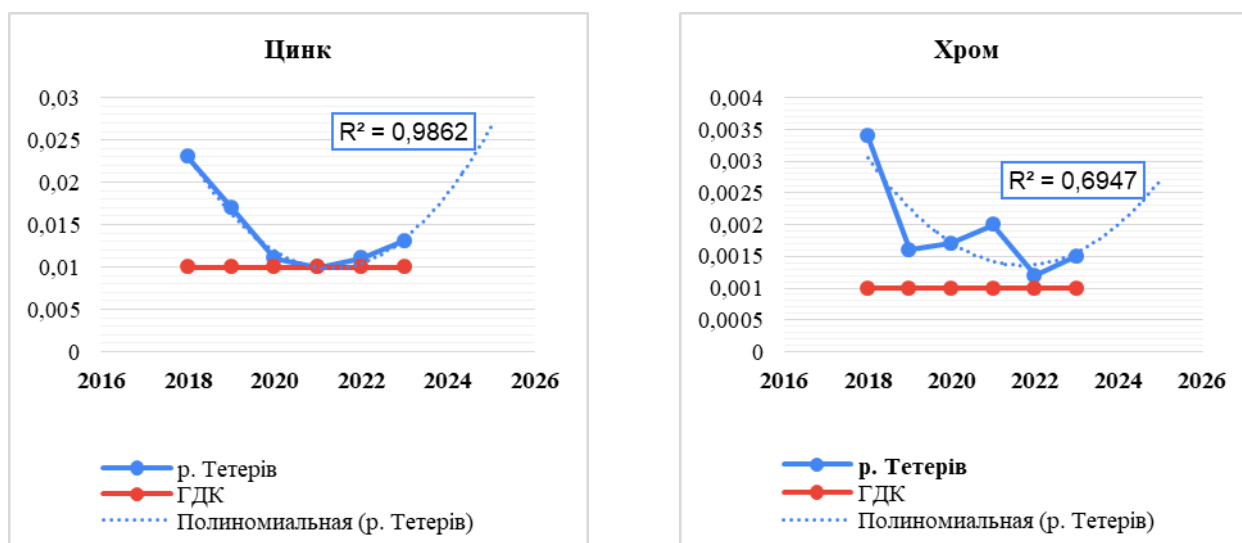


Рис. 3. Динаміка та прогноз вмісту цинку та хрому у поверхневих водах з перевищенням ГДК

у донних відкладах призводить до тривалої контамінації екосистеми та порушення процесів самоочищення водою.

Підвищений вміст іонів феруму у воді річки Тетерів у межах м. Житомира також пов'язаний із скиданням неочищених стічних вод промисловими підприємствами, а також гірничою спеціалізацією регіону в цілому (рис. 4).

Математичний проноз вказує на можливе підвищення вмісту заліза у водному середовищі річки Тетерів (рис. 4). Для зниження надходження заліза у річку необхідне вдосконалення технологій очищення промислових стоків з використанням сучасних реагентних та сорбційних методів.

Моніторинг концентрацій іонів кобальту і міді показав не перевищення ГДК значень їх показників (рис. 5). У м. Житомирі відсутні потужні промислові об'єкти, стічні води яких могли б містити значні концентрації катіонів кобальту та міді, такі як металургійні, хімічні, електронні та електротехнічні підприємства. Основними сферами діяльності суб'єктів господарювання, які здійснюють скидання стічних вод на очисні споруди каналізації для подальшої обробки та доочи-

щення, є торгівля, громадське харчування, освіта, охорона здоров'я та виробництво.

Моніторинг концентрації іонів мангану є особливо важливим, оскільки цей мікроелемент відіграє ключову роль у метаболічних процесах водних рослин і тварин. Манган є одним з основних елементів, необхідних для окислення води в процесі фотосинтезу та утилізації карбону під час карбоксилування у зелених водоростях. Однак у концентраціях, що перевищують гранично допустимі норми, манган стає біологічно небезпечним і може розглядатися як токсикант у водних екосистемах. Основними факторами, що впливають на вміст мангану у воді, є температура та гідробіологічні показники, зокрема кількість фітопланктону.

Багаторічні спостереження за органолептичними характеристиками води в річці Тетерів виявили їх нестабільність протягом року, особливо за показником кольоровості. Головними чинниками такої варіативності є зміни температури повітря, кількісного вмісту фітопланктону в одиниці об'єму води (1 см³), а також коливання концентрації мангану. З метою детального вивчення динаміки змін вмісту мангану було проведено щомісячні дослідження протягом останніх трьох років

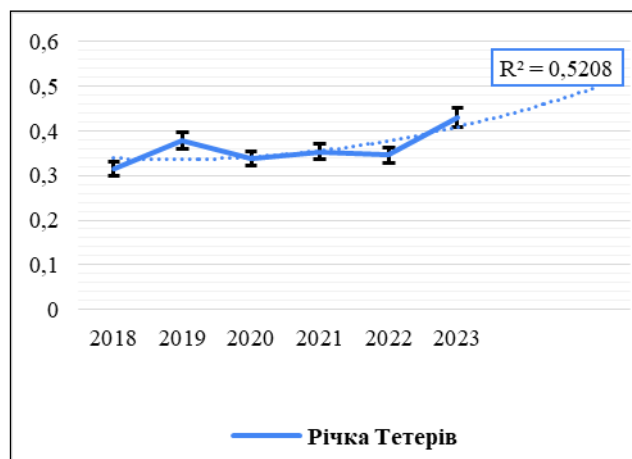
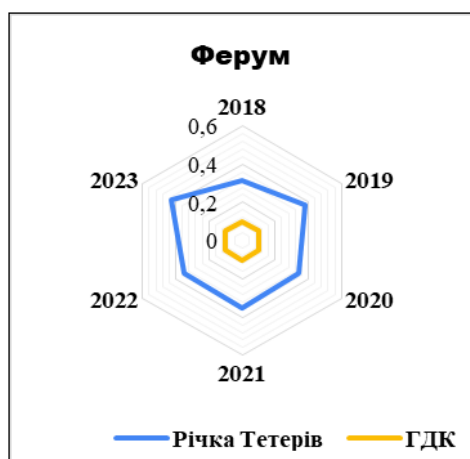


Рис. 4. Динаміка та прогноз вмісту іонів заліза

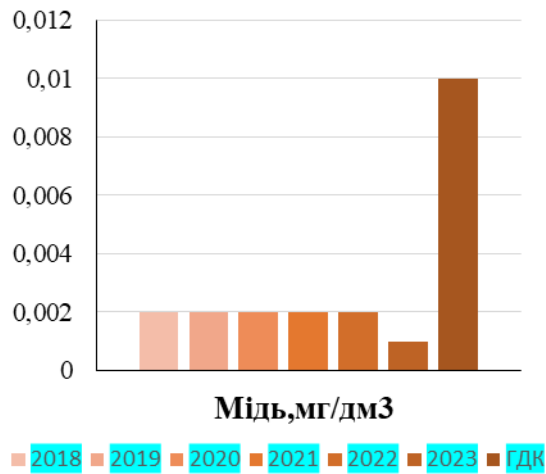
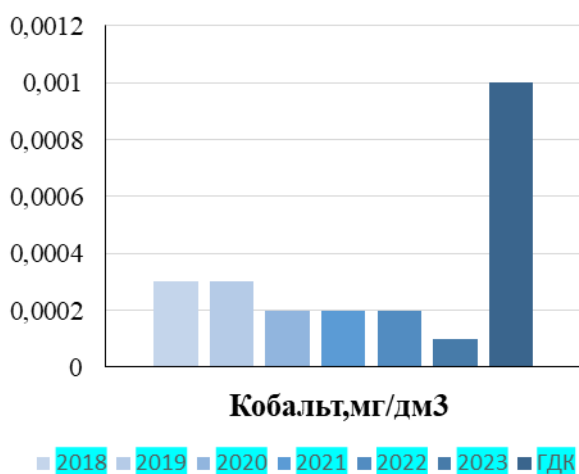


Рис. 5. Динаміка вмісту іонів кобальту та міді у поверхневих водах р. Тетерів

(рис. 6). Графік демонструє циклічні коливання вмісту Mn, що повторюються щороку. Спостерігаються два чітко виражені піки концентрацій: перший – в кінці весни – на початку літа (травень-червень), другий – в кінці літа – на початку осені (серпень-вересень). В ці періоди концентрація мангану перевищує 1 мг/дм³, що вище гранично допустимих значень.

Моніторинг концентрації іонів мангану є особливо важливим, оскільки цей мікроелемент відіграє ключову роль у метаболічних процесах водних рослин і тварин. Манган є одним з основних елементів, необхідних для окислення води в процесі фотосинтезу та утилізації карбону під час карбоксилування у зелених водоростях. Однак у концентраціях, що перевищують гранично допустимі норми, манган стає біологічно небезпечним і може розглядатися як токсикант у водних екосистемах. Основними факторами, що впливають на вміст мангану у воді, є температура та гідробіологічні показники, зокрема кількість фітопланктону.

Багаторічні спостереження за органолептичними характеристиками води в річці Тетерів виявили їх нестабільність протягом року, особливо за показником кольоровості. Головними чинниками такої варіативності є зміни температури повітря, кількісного вмісту фітопланктону в одиниці об'єму води (1 см³), а також коливання концентрації мангану. З метою детального вивчення динаміки змін вмісту мангану було проведено щомісячні дослідження протягом останніх трьох років (рис. 6). Графік демонструє циклічні коливання вмісту Mn, що повторюються щороку. Спостерігаються два чітко виражені піки концентрацій: перший – в кінці весни – на початку літа (травень-червень), другий – в кінці літа – на початку осені (серпень-вересень). В ці періоди концентрація мангану перевищує 1 мг/дм³, що вище гранично допустимих значень.

В зимові місяці (грудень-лютий) вміст мангану мінімальний і не перевищує 0,2 мг/дм³. Протягом останніх трьох років спостерігається тенденція до зростання

концентрацій Mn в період літньо-осінніх максимумів. Так, в серпні-вересні 2023 року зафіксовані найвищі значення за весь період спостережень – до 2 мг/дм³. Циклічний характер коливань вмісту мангану зумовлений сезонними змінами температури води та інтенсивності процесів фотосинтезу і розкладу органічних речовин, що впливають на міграцію та акумуляцію цього елементу у водному середовищі.

Порівняльний аналіз отриманих результатів з даними інших досліджень показав, що забруднення поверхневих вод річок України важкими металами є поширеною проблемою. Встановлене нами перевищення ГДК для Fe, Cr, Zn та Mn у річці Тетерів узгоджується з висновками інших авторів, які виявили підвищений вміст цих металів у різних водних об'єктах країни [22–24]. Отримані результати підкреслюють необхідність подальших досліджень та практичних заходів зі зниження рівня забруднення важкими металами як на локальному, так і на глобальному рівнях.

Висновки. Встановлено перевищення ГДК по важких металах Fe³⁺, Cr³⁺, Zn²⁺, Mn²⁺, що призводить до порушення біохімічних процесів і фізіологічних функцій живих організмів, зумовлює токсикологічний вплив на гідробіонтів та порушує процеси самоочищення водойми. Концентрації Cu²⁺ та Co²⁺ не перевищують гранично допустимих значень, проте існує потенційний ризик для здоров'я людини від хронічного впливу низьких концентрацій іонів цих металів через тривалий вплив і потенційну взаємодію з іншими іонами металів. Прогнозується збереження негативних тенденцій протягом 2024–2026 років.

Для мінімізації надходження важких металів у р. Тетерів необхідно забезпечити ефективне очищення промислових і комунальних стічних вод, поліпшити очистку дощових стоків з урбанізованих територій перед їх скидом у річку, пропагувати екологічну свідомість серед населення та реалізувати програми сталого розвитку регіону.

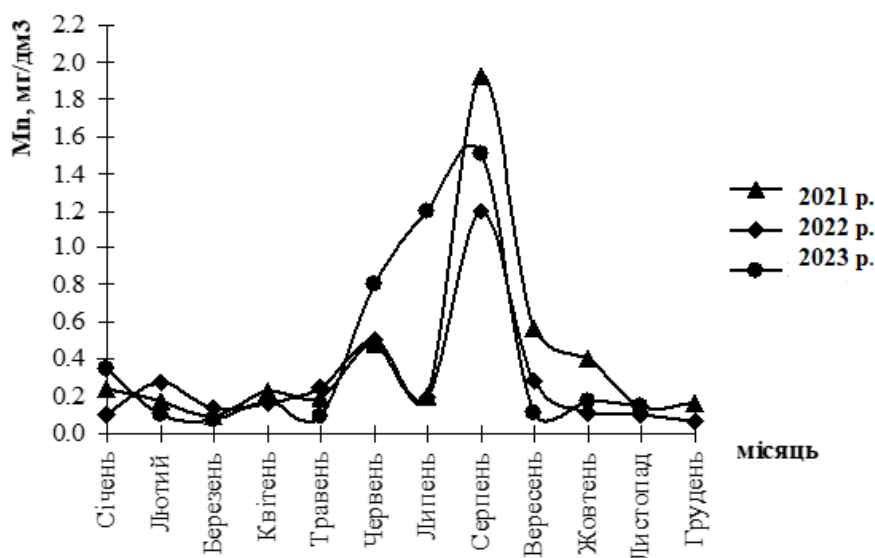


Рис. 6. Динаміка змін концентрацій мангану протягом 2021–2023 рр. в р. Тетерів

Література:

1. Mir Mohammad Ali, Mohammad Lokman Ali та ін. Preliminary assessment of the content of heavy metals in the water and sediments of the Karnafuli River. Bangladesh. Environment. Nanotechnology. Prompt. Driver. 2016. V. 5. C. 27–35. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2016.01.002>
2. Tsyhanenko-Dziubenko, V. Šerevičienė, V. Ustymenko. Dissecting biochemical mechanisms that mediate tolerance to military chemical stressors in diverse malacological systems. Environmental problems. 2024. Vol. 9, Num. 1. URL: <https://science.lpnu.ua/ep/all-volumes-and-issues/volume-9-number-1-2024/dissecting-biochemical-mechanisms-mediate-tolerance>
3. Liyin Qu, Hong Huang, Fang Xia, Yuanyuan Liu, Randy A. Dahlgren, Minghua Zhang, Kun Mei. Risk analysis of heavy metal concentrations in surface water at the rural-urban boundary of the Wen-Zhui Tang River, China. Environmental pollution. 2018. Volume 237. C. 639–649. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.020>
4. Skyba G., Kolodii M. Quantitative assessment of water quality in the Vidsichne reservoir (Zhytomyr, Ukraine). IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2023. 1254. 012084. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1254/1/012084>
5. Tsyhanenko-Dziubenko, H. Kireitseva, L. Demchuk, V. Vovk. Hydrochemical Determination of the Teteriv River and the Kamianka River Eutrophication Potential. 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2023. Vol. 2023, No. 1, C. 1–5. EAGE Publications BV. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520089>
6. Tsyhanenko-Dziubenko, H. Kireitseva, L. Demchuk. Dynamics of Heavy Metal Compounds Allocation in Urbohydrotops of Kyiv Region in Post-Military Conditions. 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2023. Vol. 2023, No. 1, C. 1–5. EAGE Publications BV. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520066>
7. Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Кірейцева Г.В., Демчук Л.І., Скиба Г.В., Вовк В.М. Оцінка стану та фіторе mediaційного потенціалу антропогенно трансформованих гідроecosystem Малинщини. Екологічні науки. 2023. Вип. 5 (50). С. 81–87. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2023/5/12.pdf>
8. Thorne O., Fenner R. The impact of climate change on reservoir water quality and water treatment plant operations: a UK case study. Water and Environment Journal. 2011. № 25(1). С. 74–87. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2009.00194.x>
9. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. Київ, 2006. 240 с.
10. Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення. Сан.Пін № 0379–96. Редак. від 29.08.2007. 50–55 с.
11. ДСТУ ISO 5667-6:2009 «Якість води. Відбирання проб. Настанови щодо відбирання проб води з річок та інших водотоків»
12. ДСТУ ISO 6332:2003 Якість води. Визначання заліза. Спектрофотометричний метод з використанням 1,10-фенантроліну (ISO 6332:1988, IDT).
13. ДСТУ ГОСТ 4974:2019 Вода питна. Методи визначення масової концентрації марганцю (ГОСТ 4974-72, IDT).
14. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості.
15. ДСТУ ISO 18412:2017 Якість води. Керівні принципи для визначення хрому методом атомної абсорбції (ISO 18412:2005, IDT).
16. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості.
17. Швєбс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України. Навчально довідковий посібник. Одеса: Астропринт, 2003. 390 с.
18. Kireitseva H., Šerevičienė V., Khrutba V., Zamula I. Internal and external factors of use and conservation of water resources in Zhytomyr region. Environmental Problems. 2024. T. 9, № 1. URL: <https://science.lpnu.ua/ep/all-volumes-and-issues/volume-9-number-1-2024/internal-and-external-factors-use-and-conservation>
19. Екологи назвали підприємства на Житомирщині, які скидають неочищені стоки у водойми. URL: <https://1.zt.ua/news/zdorovia/ekology-nazvaly-pidpryyemstva-na-zhytomyrshhyni-yaki-skydayut-neochyshheni-stoky-u-vodojmy.html>
20. Знову КП «Житомирводоканал» забруднює річки міста Житомир. URL: <https://polissyareg.dei.gov.ua/post/znovu-kp-zhitomirvodokanal-zabrudnyue-richki-mista-zhytomir>
21. Державне агентство водних ресурсів України. План управління річковим басейном Дніпра. URL: https://davr.gov.ua/fls18/Dnipro/S_Dnipro.pdf
22. Linnik, P. N., Zubenko, I. B. Role of bottom sediments in the secondary pollution of aquatic environments by heavy-metal compounds. Lakes & Reservoirs: Research & Management, 5(1), 11–21. URL: <https://doi.org/10.1046/j.1440-1770.2000.00094.x>
23. Васенко, О.Г., Рибалова, О.В., Артем'єв, С.Р. Визначення пріоритетних важких металів у поверхневих водах р. Сіверський Донець. Екологічна безпека, (1), С. 74–81.
24. Khilchevskiy, V.K., Kurylo, S.M., Sherstyuk, N.P. Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geoecology, 27(1), 68–80. <https://doi.org/10.15421/111832>

References:

1. Ali, M. M., Ali, M. L., & others. (2016). Preliminary assessment of the content of heavy metals in the water and sediments of the Karnafuli River, Bangladesh. Environment. Nanotechnology. Prompt. Driver, 5, 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2016.01.002>

2. Tsyhanenko-Dziubenko, V., Šerevičienė, V., & Ustymenko, V. (2024). Dissecting biochemical mechanisms that mediate tolerance to military chemical stressors in diverse malacological systems. *Environmental Problems*, 9(1). <https://science.lpnu.ua/ep/all-volumes-and-issues/volume-9-number-1-2024/dissecting-biochemical-mechanisms-mediate-tolerance>
3. Qu, L., Huang, H., Xia, F., Liu, Y., Dahlgren, R. A., Zhang, M., & Mei, K. (2018). Risk analysis of heavy metal concentrations in surface water at the rural-urban boundary of the Wen-Zhui Tang River, China. *Environmental Pollution*, 237, 639–649. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.020>
4. Skyba, G., & Kolodii, M. (2023). Quantitative assessment of water quality in the Vidsichne reservoir (Zhytomyr, Ukraine). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1254, 012084. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1254/1/012084>
5. Tsyhanenko-Dziubenko, H., Kireitseva, L., Demchuk, V., & Vovk, V. (2023). Hydrochemical Determination of the Teteriv River and the Kamianka River Eutrophication Potential. In 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment (Vol. 2023, No. 1, pp. 1–5). EAGE Publications BV. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520089>
6. Tsyhanenko-Dziubenko, H., Kireitseva, L., & Demchuk, V. (2023). Dynamics of Heavy Metal Compounds Allocation in Urbohydrotops of Kyiv Region in Post-Military Conditions. In 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment (Vol. 2023, No. 1, pp. 1–5). EAGE Publications BV. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520066>
7. Tsyhanenko-Dziubenko, I. Y., Kireitseva, H. V., Demchuk, L. I., Skyba, H. V., & Vovk, V. M. (2023). Assessment of the status and phytoremediation potential of anthropogenically transformed hydroecosystems of Malyn region. *Ecological Sciences*, (5(50)), 81–87. <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2023/5/12.pdf>
8. Thorne, O., & Fenner, R. (2011). The impact of climate change on reservoir water quality and water treatment plant operations: a UK case study. *Water and Environment Journal*, 25(1), 74–87. <https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2009.00194.x>
9. EU Water Framework Directive 2000/60/EC. (2000). Official Journal of the European Communities, L327, 118.
10. Sanitary rules and norms of protection of surface waters from pollution. SanPin № 0379-96. (Ed. 29.08.2007). 50–55 p.
11. DSTU ISO 5667-6:2009 «Water Quality. Sampling. Guidelines for the sampling of rivers and streams.»
12. DSTU ISO 6332:2003 «Water Quality. Determination of Iron. Spectrophotometric method using 1,10-phenanthroline (ISO 6332:1988, IDT).»
13. DSTU GOST 4974:2019 «Drinking water. Methods for determining the mass concentration of manganese (GOST 4974-72, IDT).»
14. DSTU 7525:2014 «Drinking water. Requirements and quality control methods.»
15. DSTU ISO 18412:2017 «Water Quality. Guidelines for the determination of chromium by atomic absorption spectrometry (ISO 18412:2005, IDT).»
16. DSTU 7525:2014 «Drinking water. Requirements and quality control methods.»
17. Shvebs, H. I., & Ihoshyn, M. I. (2003). Catalogue of rivers and reservoirs of Ukraine. Odesa: Astroprint.
18. Kireitseva, N., Šerevičienė, V., Khrutba, V., & Zamula, I. (2024). Internal and external factors of use and conservation of water resources in Zhytomyr region. *Environmental Problems*, 9(1). <https://science.lpnu.ua/ep/all-volumes-and-issues/volume-9-number-1-2024/internal-and-external-factors-use-and-conservation>
19. Ecologists named enterprises in Zhytomyr region that discharge untreated wastewater into water bodies. (n.d.). <https://1.zt.ua/news/zdorovia/ekology-nazvaly-pidpryyemstva-na-zhytomyrshhyni-yaki-skydayut-neochyshheni-stoky-u-vodojmy.html>
20. Zhytomyrvodokanal again pollutes the rivers of Zhytomyr. (n.d.). <https://polissyareg.dei.gov.ua/post/znovu-kp-zhitomirvodokanal-zabrudnyue-richki-mista-zhitomir>
21. State Water Resources Agency of Ukraine. (n.d.). Dnipro River Basin Management Plan. https://davr.gov.ua/fls18/Dnipro/S_Dnipro.pdf
22. Linnik, P. N., Zubenko, I. B. (2000). Role of bottom sediments in the secondary pollution of aquatic environments by heavy-metal compounds. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 5(1), 11–21. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1770.2000.00094.x>
23. Vasenko, O. H., Rybalova, O. V., & Artemiev, S. R. (2017). Determination of priority heavy metals in the surface waters of the Siverskyi Donets River. *Environmental Safety*, (1), 74–81.
24. Khilchevskiy, V. K., Kurylo, S. M., & Sherstyuk, N. P. (2018). Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 27(1), 68–80. <https://doi.org/10.15421/111832>

ОРГАНІЧНЕ ВИРОБНИЦТВО ТА СПОЖИВАННЯ: ДОСЛІДЖЕННЯ В КОНТЕКСТІ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Харченко Юлія Володимирівна,

кандидат хімічних наук, доцент,
доцент кафедри біології людини, хімії та методики навчання хімії
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0000-0002-8960-2440
Scopus Author ID: 24921271000
Web of Science Researcher ID: CYO-2269-2022

Дашутіна Аріна Андріївна,

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

У роботі проаналізовано динаміку органічного виробництва в Україні, характеристики органічних продуктів, їх вплив на довкілля та здоров'я людини. Показано, що Україна має значний потенціал у органічному виробництві, проте деякі регіони значно відстають у цьому напрямку в порівнянні з іншими. Сумська область є прикладом такого низького рівня популярності споживання органічних продуктів. Дослідження рівня поінформованості населення щодо органічних продуктів має вагоме значення і є необхідним для розуміння перспектив та перешкод щодо впровадження органічного виробництва на місцевому рівні. Тому було проведено опитування населення Сумської області різних вікових груп для визначення рівня обізнаності населення про переваги органічних продуктів, їхніх уподобань та готовності до сприйняття органічної продукції. Результати проведеного дослідження свідчать, що майже половина респондентів мають часткові знання про органічне виробництво, у той же час 8 % опитаних не мають жодних знань про нього. Більшість розуміють, що таке органічні продукти і вважають, що вони є корисними для здоров'я, оскільки містять менше небезпечних хімічних речовин. З'ясовано, що основними джерелами інформації про органічне виробництво є соціальні медіа та навчальні заклади. Роль телебачення в цьому аспекті виявилася менш суттєвою. Авторами визначено основні фактори, які впливають на вибір населення, серед яких вища вартість органічних продуктів, відсутність таких продуктів у магазинах та недостатня поінформованість про їх переваги та особливості серед споживачів. Переважна більшість опитаних вважають, що виробництво органічних продуктів має розвиватись в Україні. На основі отриманих результатів опитування сформульовано ряд рекомендацій щодо подальшого розвитку органічного виробництва в Сумській області та популяризації органічних продуктів серед населення.

Ключові слова: органічні продукти, органічне виробництво, Сумська область, здоров'я населення.

Kharchenko Yuliia, Dashutina Arina. Organic production: research in the context of the Sumy region

This paper analyzes the dynamics of organic production in Ukraine, the characteristics of organic products, their impact on the environment and human health. It is shown that Ukraine has significant potential for organic production, however, some regions are significantly lagging behind in this direction compared to others. Sumy region is an example of such a low level of popularity of consumption and production of organic products. Studying the level of public awareness of organic products is important and necessary for understanding the prospects and barriers to the introduction of organic production at the local level. Therefore, a survey of the population of Sumy region of different ages was conducted to determine the level of public awareness of the benefits of organic products, consumer preferences and their readiness to perceive organic products. The results of the study show that almost half of the respondents have partial knowledge of organic production, while 8% of the respondents have no knowledge of it at all. Most people understand what organic products are and believe that they are good for their health because they contain fewer harmful chemicals. It was found that the main sources of information about organic production are social media and educational institutions. The role of television in this aspect turned out to be less significant. The authors identified the main factors influencing the choice of the population, including the higher cost of organic products, the lack of such products in stores and insufficient awareness of their advantages and features among consumers. Most of the respondents believe that the production of organic products should be developed in Ukraine. Based on the results of the survey, a number of recommendations were formulated for the further development of organic production in Sumy region and the popularization of organic products among the population.

Key words: organic products, organic production, Sumy region, population health.

Вступ. У сучасному світі органічне виробництво вже не новина для споживачів. Його переваги, такі як менше забруднення навколишнього середовища, відсутність негативного впливу на здоров'я та кращий склад продуктів, відомі широкій громадськості. Світовий ринок органічних продуктів динамічно розвивається, адже все більше людей роблять свідомий вибір на користь екологічно чистих та безпечних для здоров'я

продуктів харчування. Україна, маючи потенціал для розвитку органічного сільського господарства, стикається з нерівномірним розподілом цього напрямку між регіонами. Один із прикладів такої ситуації – Сумська область, де спостерігається низький рівень популярності та споживання органічних продуктів. Головні споживачі цих продуктів – люди віком від 18 до 60 років. Тому проведення опитування та подальший аналіз при-

чин такого стану є важливим для розуміння проблеми. Вітчизняними науковцями проводились дослідження, що охоплювали населення Львівської [1] та Житомирської [2] областей, результати яких показали, що моніторинг рівня поінформованості громадськості щодо органічних продуктів має важливе значення для подальшого розвитку цього напрямку сільського господарства та сприяє популяризації здорового споживання та екологічної сталості. Саме тому метою цього дослідження став аналіз стану органічного виробництва в Сумській області та рівня поінформованості населення Сумської області щодо органічних продуктів та їх виробництва.

Органічне виробництво – це система ведення сільського господарства, яка ґрунтується на принципах екологічної стійкості, збереження природних ресурсів та забезпечення безпеки продуктів харчування. Ця система відкидає використання хімічних пестицидів, добрив та інших синтетичних речовин, натомість роблячи акцент на природних методах ведення господарства. Історія органічного виробництва сягає корінням у 19 століття, коли в Європі з'явилися перші рухи за екологічно чисте землеробство. Одним із піонерів цього руху був німецький філософ Рудольф Штайнер, який у 1924 році опублікував книгу «Духовні основи сільського господарства». У цій роботі Штайнер обґрунтував принципи біодинамічного землеробства, яке вважається одним із видів органічного виробництва [3].

Іншим важливим етапом у розвитку органічного виробництва стало прийняття у 1972 році в США Закону про органічні продукти харчування, який встановив стандарти для виробництва та маркування органічної продукції, що стимулювало розвиток цього сектору сільського господарства, та формування Міжнародної федерації органічного сільськогосподарського руху IFOAM [4].

В Україні органічне виробництво почало розвиватися на початку 1990-х років. У 1993 році було створено Українську асоціацію органічного землеробства, яка об'єднує виробників, переробників та продавців органічної продукції. У 2000 році було прийнято Закон України «Про виробництво та обіг органічної продукції», який встановив правові та економічні основи для розвитку цього сектору.

Сьогодні органічне виробництво являє собою галузь сільського господарства, що динамічно розвивається. За даними IFOAM Organics International [4] у 2020 році в світі було сертифіковано понад 72,8 мільйонів гектарів органічних земель, а обсяг ринку органічної продукції – 106,4 млрд євро. Україна посідає 17 місце в світі за площею органічних земель, з яких 400 000 гектарів – під озимими культурами.

Органічними продуктами можна вважати ті харчові продукти, які не містять у своєму складі синтетичних консервантів, генетично модифікованих організмів, барвників та ароматизаторів. Крім того, для цих продуктів є недопустимим використання синтетичних добрив, пестицидів та агрохімікатів на етапі вирощування сировини [5]. Для збільшення врожаю та знищення шкідників можливе використання органічних добрив, таких як

перегній чи компост, натуральних препаратів, висівання бобових культур як сівозміну, чергування вирощування культур, культивування сортів та гібридів, стійких до хвороб та шкідників [6].

При вирощуванні та виготовленні органічної продукції безумовним плюсом є мінімальний вплив на навколишнє середовище. Для прикладу візьмемо суворо заборонені для використання в органічній агрономії пестициди. Використовуються пестициди на різних етапах вирощування рослинної сировини. Вони згубно діють на усі живі організми, у тому числі й на ті, що відновлюють природну родючість ґрунтів [7; 8]. Використання мінеральних добрив несе за собою широко-масштабні наслідки на довкілля. Вони провокують різкий неприродний ріст та поділ клітин рослин. Ці групи речовин мають добру розчинність у полярних розчинах, що зумовлює їх швидку та значну проникність в ґрунт та водойми. А це призводить до забруднення значно більших площ, ніж було оброблено.

Високий рівень пестицидів та мінеральних добрив у харчових продуктах становить загрозу для здоров'я людини [9]. Ці речовини відносять до хімічних канцерогенів, оскільки вони здатні пригнічувати процес загибелі клітин, але при цьому стимулюють ріст. Саме тому пестициди, нітрати та нітроти при довготривалому впливу на організм людини можуть спричинювати розвиток злоякісних новоутворень [10]. Натомість в органічній продукції ці речовини відсутні, що зменшує ризик для здоров'я живого організму. Окрім того, ряд досліджень показали, що вживання органічних харчових продуктів дозволяє знизити ризики розвитку алергічних реакцій, серцево-судинних захворювань, atopічних проявів, метаболічних розладів, тощо [11; 12; 13; 14].

Слід відзначити іншу особливість органічних харчових продуктів – вони відрізняються складом від їхніх аналогів. Дослідження показують, що, наприклад, органічні зернові культури містять у своєму складі менше білків та амінокислот, але при цьому показники щодо вмісту незамінних амінокислот та антиоксидантів навпаки, є вищими, ніж у продукції, вирощеної традиційним способом [15]. Також овочі та фрукти, які вирощуються відповідно до вимог органічного виробництва, містять у своєму складі більше аскорбінової кислоти, сполук Феруму та Магнію, натомість характеризуються нижчими концентраціями нітратів. Органічні продукти тваринного походження вирізняються вищою концентрацією вищих жирних кислот [16]. І хоча оцінка впливу органічних продуктів на організм людини все ще потребує подальших досліджень для повного розуміння цього питання, загалом вже можна констатувати їх позитивний вплив на здоров'я людини.

Цікаві результати виявили також дослідження щодо зв'язку поведінкових реакцій людей та надання ними переваги продуктам органічного виробництва. Здійснення вибору того чи іншого продукту покупцем обумовлюється не тільки вартісним фактором, але ще й їх мораллю та власними переконаннями. Відповідно до дослідження [17], люди, які надають перевагу органіч-

ній продукції, є більш схильними до виявлення альтруїстичного стилю поведінки. Окрім того, виявилось, що покупці, які обирали органічну продукцію, є більш дружніми та готовими до співпраці, ніж ті, які обирали інші варіанти. Таким чином, можна говорити про те, що органічні продукти та виробництва позитивно впливають на розвиток соціальних цінностей громадян. Вибір органічних продуктів може виступати як свідомий акт, який виражає підтримку екологічної сталості та піклування про загальний добробут суспільства. Це може сприяти створенню позитивного соціального середовища, де споживачі сприймають свій вибір як засіб впливу на світ навколо них.

Матеріал і методи. Аналіз динаміки кількості органічних операторів та площі територій, відведених для органічного виробництва проводили, використовуючи дані оперативного моніторингу Міністерства аграрної політики та продовольства України, що представлені на Органічній карті України. Опитування мешканців Сумської області проводили за допомогою Google форми. Анкетування було анонімним та добровільним і включало 15 питань, у тому числі з варіантами відповідей та можливістю надати свою відповідь. В опитуванні взяли участь 50 респондентів віком від 18 до 50 років.

Результати дослідження. Географічне розташування України ідеально підходить для виробництва органічної продукції. Рослини можуть нарощувати біомасу і досягати значних розмірів без використання пестицидів або мінеральних добрив завдяки ґрунту, рельєфу та погодним умовам, що, загалом, є сприятливим фактором для впровадження та розвитку органічного виробництва.

Аналіз тенденції розвитку органічного виробництва в Україні загалом показав, що з початку 2000-них років кількість виробників органічної продукції постійно збільшувалась, як і площі сертифікованих органічних сільськогосподарських земель [18]. Так, у 2002 р налічувалось лише 31 органічне господарство, у 2010 р. – 142, а у 2016 їх налічувалось вже 421 і Україна займала 11 місце в Європі за площами, відведеними під орга-

нічне виробництво. Проте, слід зазначити, що Сумська область станом на 2016 рік знаходилась в аутсайдерах і мала лише 3 органічні виробництва, в той час, як у Київській області їх налічувалось 36. Загалом же по Україні тенденція наростання зберігалась до 2019 року. Подальше зниження темпів росту органічного виробництва вочевидь обумовлене пандемією COVID-19 та війною на території України з 2022 року.

Аналізуючи дані оперативного моніторингу [19; 20], представлені на рис. 1, можна чітко прослідкувати, що в 2018 та 2021 роках помітне зменшення площ, які мали перехідний або органічний статус.

При чому, у 2022 році можна побачити, що кількість земель, які є сертифікованими за стандартом та знаходяться у перехідному статусі, збільшилася, а території, які мають статус органічних навпаки – зменшилися. Це може бути пов'язане з повномасштабним вторгненням.

Ситуація ж на території Сумської області є досить складною. До початку повномасштабного вторгнення в Україні на території Сумщини органічне виробництво було не таким поширеним, як в більшості областей України [17] (рис. 2).

Можна помітити стабільне збільшення площ органічних сільськогосподарських територій до 2021 року. Після початку повномасштабного вторгнення значна частина Сумської області постраждала від бойових дій та окупації, що й пояснює зменшення площі перехідних та органічних сільськогосподарських земель.

Низькі показники розвитку органічного виробництва на Сумщині вимагають комплексного підходу до вирішення цього питання, який обов'язково має враховувати інтерес і думку споживачів щодо органічних продуктів. Адже знання думки споживачів про органічні продукти дозволяє стежити за їхніми уподобаннями, переконаннями та сприйняттям. Це допомагає розуміти, які аспекти органічних продуктів є важливими для споживачів і як можна вдосконалити продукцію або маркетинг, щоб забезпечити їхню задоволеність. Інформація про те, що саме цікавить споживачів та які міфи або стереотипи потрібно розкрити, може сприяти



Рис. 1. Площа територій органічного виробництва в Україні (2017–2022 рр.)



Рис. 2. Органічне виробництво на Сумщині

підвищенню свідомості та збільшенню зацікавленості у споживанні органічної продукції. Тобто знання думки населення про органічні продукти є важливим фактором у розвитку органічного виробництва, оскільки воно допомагає виробникам адаптуватися до вимог ринку, покращувати якість продукції та стимулювати інновації в цьому напрямку.

Для вивчення поінформованості та ставлення до органічного виробництва та органічних продуктів серед мешканців Сумщини нами було проведено опитування за допомогою Google форми. Отримані результати показали, що 44% опитаних знає, що таке органічне виробництво, і 48% знає про це частково. Лише 8% не знають, що являє собою органічне виробництво. Переважна більшість розуміє, що таке органічні продукти, але 6% не впевнені, що розуміють це правильно. Більшість опитаних (37%) є мешканцями міст Сумської області, а саме: Суми, Охтирка, Путивль, Тростянець, решта мешкає у селах. 50% опитаних зазначили, що в їх місцевості відсутні магазини з даною продукцією. Слід зазначити, що ці опитані мешкають переважно у невеличких містах або селах. Інші 50% зазначили, що у їх містах є магазини, в яких реалізується органічна продукція. Більше половини опитаних вважають, що

органічні продукти все ж є досить популярними серед населення, але при цьому магазинів, які закривають цей попит недостатньо.

Цікавим є те, що більшість (68%) споживачів розуміють різницю між органічними та екологічно чистими продуктами, що говорить про їхні знання в даній тематиці, але 32% її не розуміють, що є досить суттєвим показником (рис. 3). Це може бути пов'язане з новизною та невеликою кількістю органічних виробників на Сумщині.

Як виявилось, найчастіше люди дізнаються про органічне виробництво з соціальних медіа та закладів освіти (школи або університету), меншою мірою – завдяки телебаченню. Більшість (70%) опитаних вважає, що органічні продукти несуть користь організму, адже містять менше небезпечних хімічних речовин.

Цікаво, що думки опитаних розділилися стосовно впливу органічного виробництва на навколишнє середовище (рис. 4), але 50% вважають, що воно має позитивний вплив.

Основними причинами, через які люди не купують органічні продукти виявилися (рис. 5): їх вища вартість (50%), відсутність таких продуктів у торговельних мережах (36%), відсутність достатніх знань і інформації про них у споживачів (14%).

Чи вважаєте Ви, що існує різниця між органічними та екологічно чистими продуктами?
50 ответов

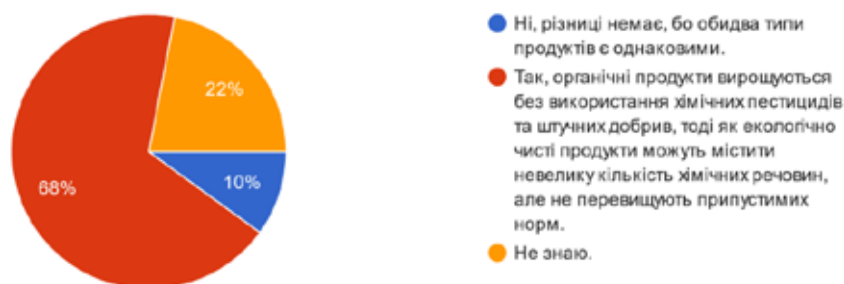


Рис. 3. Відповіді респондентів

Чи відомо Вам, як впливає органічне виробництво на навколишнє середовище?

50 ответов



Рис. 4. Відповіді респондентів

Якщо Ви не купуєте органічні продукти, то чому?

50 ответов

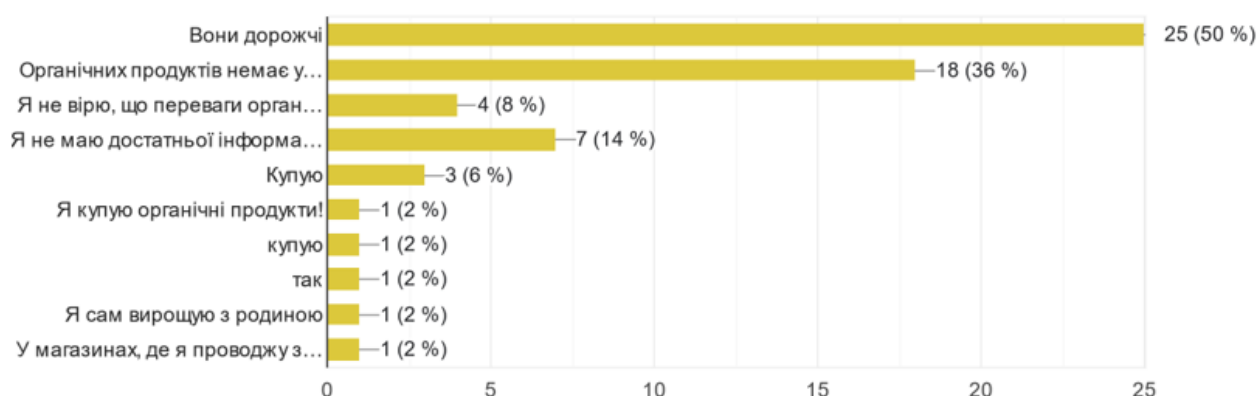


Рис. 5. Відповіді респондентів

Переважає більшість (82%) опитаних вважає, що органічне виробництво в Україні потрібно розвивати і лише 2% вважають, що не потрібно. Водночас 16% у цьому не впевнені, що, на нашу думку, може бути пов'язано з недостатньою поінформованістю про органічне виробництво і продукти.

Висновки. Отже, органічне виробництво виявляє позитивний вплив на здоров'я та добробут споживачів і довкілля загалом. Результати проведеного дослідження та тенденція до збільшення операторів органічного виробництва свідчать про великий потенціал для розвитку органічного виробництва в Сумській області за умови правильної стратегії розвитку, підтримки виробників та інформаційної кампанії щодо переваг органічних продуктів. На основі результатів проведеного опитування можна зробити ряд важливих висновків та запропонувати рекомендації для подальшого розвитку органічного виробництва в Сумській області. Зокрема, оскільки соціальні медіа та заклади освіти виявилися ключовими джерелами інформації про органічні продукти, важливо продовжувати роз-

вивати ці канали для підвищення поінформованості населення щодо переваг органічного виробництва; проводити тренінги, майстер класи, просвітницькі лекції для здобувачів освіти різних рівнів. Враховуючи відсутність магазинів з органічною продукцією в деяких місцевостях, необхідно збільшувати доступність органічних продуктів шляхом розширення мережі торговельних точок.

Як показало наше дослідження, вища вартість виявилася головною перешкодою для споживання органічних продуктів. Тому важливим є вивчення можливостей зниження цін шляхом підтримки органічних виробників чи введення спеціальних програм підтримки.

З огляду на потенціал органічного виробництва в сільському господарстві Сумщини, важливо надати підтримку місцевим виробникам органічних продуктів через навчання, фінансову підтримку та інші механізми.

Загалом, для ефективного розвитку органічного виробництва в регіоні необхідно продовжувати дослідження та моніторинг попиту, споживчих настроїв і розвитку ринку органічних продуктів.

Література:

1. Діагностика ставлення споживачів Львівщини до виробництва і споживання органічних продуктів харчування / Р. І. Тринько та ін. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 3. С. 63–68.
2. Ращенко А.В. До питання дослідження передумов формування потреб населення в органічній продукції. *Збірник наукових праць [Буковинського університету]. Економічні науки*. 2017. № 13. С. 151–158.
3. Милованов Є.В. Історія становлення концепції Organic 3.0 та перспективи її подальшого розвитку в Україні. *Збалансоване природокористування*. 2018. № 3. С. 15–25.
4. IFOAM – organics international. URL: <https://www.ifoam.bio/>.
5. Amons S. State and prospects of development of organic production in ukraine. *Agriculture and forestry*. 2021. № 3. P. 221–236.
6. Про затвердження Порядку сертифікації органічного виробництва та/або обігу органічної продукції та внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 23 жовтня 2019 р. № 970 : Постанова Каб. Міністрів України від 21.10.2020 р. № 1032 : станом на 7 лип. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1032-2020-п#Text>.
7. Карпенко О.О., Муравкіна М.О. Оцінка еколого-економічних наслідків від нераціонального використання пестицидів на регіональному рівні. *Економічні інновації: збірник наукових праць*. Одеса, 2012. Вип. 48. С. 140–149.
8. Naidonova O.E. Dynamics of microflora number and biochemical activity in typical chernozem under pesticides complex application. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. 2020. №. 90. P. 65–75.
9. Милованов Є. Принципи здоров'я як вагомий фактор впливу на розвиток органічного сільського господарства України. *Вісник Тернопільського національного економічного університету*. 2019. Вип. 1. С. 160–176.
10. Алергени, канцерогени та їх вплив на здоров'я людини / О. Колісниченко та ін. *Інноваційні тенденції сьогодення в сфері природничих, гуманітарних та точних наук* : матеріали III Міжнар. наук. конф., м. Рівне, 29 верес. 2023 р. Вінниця, 2023. С. 153–155.
11. Allergic diseases and atopic sensitization in children related to farming and anthroposophic lifestyle – the PARSIFAL study. / Alfven T. et al. *Allergy*. 2006. Vol. 61, №. 4. P. 414–421.
12. Association between organic food consumption and metabolic syndrome: cross-sectional results from the NutriNet-Santé study. / Baudry J. et al. *European journal of nutrition*. 2017. Vol. 57, № 7. P. 2477–2488.
13. The effects of Italian Mediterranean organic diet (IMOD) on health status. / De Lorenzo A. et al. *Current pharmaceutical design*. 2010. Vol. 16, № 7. P. 814–824.
14. Organic food consumption is associated with inflammatory biomarkers among older adults. / Ludwig-Borycz E. et al. *Public health nutrition*. 2020. P. 1–26.
15. Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. / Barański M. et al. *British journal of nutrition*. 2014. Vol. 112, № 5. P. 794–811.
16. Organic food in the diet: exposure and health implications. / Brantsæter A.L. et al. *Annual review of public health*. 2017. Vol. 38, № 1. P. 295–313.
17. Mazar N., Zhong C.-B. Do green products make us better people? *Psychological science*. 2010. Vol. 21, № 4. P. 494–498.
18. Славгородська Ю.В. Виробництво органічної продукції в Україні: стан та перспективи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 4. С. 49–54.
19. Органічна карта України 2021. Organicinfo URL: <https://organicinfo.ua/infographics/organic-map-of-ukraine-2021/>.
20. Ремізов А., Дайнеко О. Аналіз українського органічного сектору. 8 місяців від початку повномасштабної війни в Україні. 2022. 41 с. URL: https://organicinfo.ua/wp-content/uploads/2022/11/Ukrainian-Organic-Sector-Analysis_Oct2022_UA.pdf.

References:

1. Trynko, R. I., Bomba, M. Ya., Ivashkiv, L. Ya., & Vivcharuk, O. M. (2015). Diagnostyka stavlennia spozhyvachiv Lvivshchyny do vyrobnytstva i spozhyvannia orhanichnykh produktiv kharchuvannia. [Diagnostics of the attitude of Lviv Oblast consumers towards the production and consumption of organic food products]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Herald of Agrarian Science]*, 3, Pp. 63–68 [in Ukrainian].
2. Rashchenko, A. V. (2017). Do pytannia doslidzhennia peredumov formuvannia potreb naseleennia v orhanichnii produktsii [To the issue of researching the prerequisites for the formation of the population's needs in organic products]. *Zbirnyk naukovykh prats [Bukovynskoho universytetu]. Ekonomichni nauky [Collection of scientific works [of Bukovyna University]. Economic Sciences*, 13, Pp. 151–158 [in Ukrainian].
3. Mylovanov, E.V. (2018). Istoriia stanovlennia kontseptsii Organic 3.0 ta perspektyvy yii podalshoho rozvytku v Ukraini [The history of the formation of the Organic 3.0 concept and the prospects for its further development in Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia [Balanced nature management]*, 3. Pp. 15–25 [in Ukrainian].
4. IFOAM – organics international. URL: <https://www.ifoam.bio/> [in English].
5. Amons, S. (2021). State and prospects of development of organic production in ukraine. *Agriculture and forestry*, №. 3. Pp. 221–236. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-3-18> [in English].
6. Pro zatverdzhennia Poriadku sertyfikatsii orhanichnoho vyrobnytstva ta/abo obihu orhanichnoi produktsii ta vnesennia zmin do postanovy Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 23 zhovtnia 2019 r. № 970 : Postanova Kab. Ministriv Ukrainy vid 21.10.2020 r. № 1032 : stanom na 7 lyp. 2022 r. [On approval of the Procedure for certification of organic production and/or circulation of organic products and amendments to the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine

dated October 23, 2019 No. 970: Resolution of the Cabinet. of the Ministers of Ukraine dated October 21, 2020 No. 1032: as of July 7 2022]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1032-2020-n#Text> [in Ukrainian].

7. Karpenko, O.O., Muravkina, M.O. (2012). Otsinka ekoloho-ekonomichnykh naslidkiv vid neratsionalnoho vykorystannia pestytsydiv na rehionalnomu rivni [Assessment of ecological and economic consequences of the irrational use of pesticides at the regional level]. *Ekonomichni innovatsii: zbirnyk naukovykh prats [Economic innovations: a collection of scientific papers]*. Odesa, 48. Pp. 140–149 [in Ukrainian].

8. Naidonova, O.E. (2020). Dynamics of microflora number and biochemical activity in typical chernozem under pesticides complex application. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers, 90. Pp. 65–75 [in English].

9. Mylovanov, E. (2019). Pryntsypy zdorov'ia yak vahomyi faktor vplyvu na rozvytok orhanichnoho silskoho hospodarstva Ukrainy [Principles of health as a significant influencing factor on the development of organic agriculture in Ukraine]. *Visnyk Ternopil'skoho natsionalnoho ekonomichnoho universytetu [Bulletin of the Ternopil National Economic University]*, 1. Pp. 160–176 [in Ukrainian].

10. Kolisnychenko, O., Shatalova, V., Mokryakova, M. (2023). Alerheny, kantseroheny ta yikh vplyv na zdorov'ia liudyny [Allergens, carcinogens and their impact on human health]. *Innovatsiini tendentsii sohodennia v sferi pryrodnych, humanitarnykh ta tochnykh nauk : materialy III Mizhnar. nauk. konf. [Today's innovative trends in the field of natural, humanitarian and exact sciences: materials of the III International. of science conference,]* Rivne, September 29. Vinnytsia. Pp. 153–155 [in Ukrainian].

11. Alfven, T., Braun-Fahrlander, C., Brunekreef, B., von Mutius, E., Riedler, J., Scheynius, A., van Hage, M., Wickman, M., Benz, M.R., Budde, J., Michels, K.B., Schram, D., Ublagger, E., Waser, M., Pershagen, G. Allergic diseases and atopic sensitization in children related to farming and anthroposophic lifestyle – the PARSIFAL study. *Allergy*. 2006. Vol. 61, №. 4. Pp. 414–421 [in English].

12. Baudry, J., Lelong, H., Adriouch, S., Julia, C., Allès, B., Hercberg, S., Touvier, M., Lairon, D., Galan, P. & Kesse-Guyot, E. (2017). Association between organic food consumption and metabolic syndrome: cross-sectional results from the NutriNet-Santé study. *European journal of nutrition*, 57, 7. Pp. 2477–2488. <https://doi.org/10.1007/s00394-017-1520-1> [in English].

13. De Lorenzo, A., Noce, A., Bigioni, M., Calabrese, V., Della Rocca, D. G., Di Daniele, N., Tozzo C. & Di Renzo L. (2010). The effects of Italian Mediterranean organic diet (IMOD) on health status. *Current pharmaceutical design*, 16, 7. Pp. 814–824. <https://doi.org/10.2174/138161210790883561> [in English].

14. Ludwig-Borycz, E., Guyer, H.M., Aljhdali, A.A. & Baylin, A. (2020). Organic food consumption is associated with inflammatory biomarkers among older adults. *Public health nutrition*. Pp. 1–26. <https://doi.org/10.1017/s1368980020005236> [in English].

15. Barański, M., Średnicka-Tober, D., Volakakis, N., Seal, C., Sanderson, R., Stewart, G.B., Benbrook, C., Biavati, B., Markellou, E., Giotis, C. & Gromadzka-Ostrowska, J. (2014). Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. *British journal of nutrition*, 112, 5. Pp. 794–811. <https://doi.org/10.1017/S0007114514001366> [in English].

16. Brantsæter, A.L., Ydersbond, T.A., Hoppin, J.A., Haugen, M. & Meltzer, H.M. (2017). Organic food in the diet: exposure and health implications. *Annual review of public health*, 38, 1. Pp. 295–313. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031816-044437> [in English].

17. Mazar, N., Zhong C.-B. (2010). Do green products make us better people? *Psychological science*, 21, 4. Pp. 494–498 [in English].

18. Slavgorodska, Yu.V. (2016). Vyrobnystvo orhanichnoi produktsii v Ukraini: stan ta perspektyvy [Production of organic products in Ukraine: status and prospects]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]*, 4. Pp. 49–54 [in Ukrainian].

19. Orhanichna karta Ukrainy 2021 [Organic map of Ukraine 2021]. Organicinfo. URL: <https://organicinfo.ua/infographics/organic-map-of-ukraine-2021/> [in Ukrainian].

20. Remizov, A., Dayneko, O. (2022). Analiz ukrainskoho orhanichnoho sektoru. 8 misiatsiv vid pochatku povnomasshtabnoi viiny v Ukraini [Analysis of the Ukrainian organic sector. 8 months since the beginning of the full-scale war in Ukraine], 41 p. URL: https://organicinfo.ua/wp-content/uploads/2022/11/Ukrainian-Organic-Sector-Analysis_Oct2022_UA.pdf [in Ukrainian].

3. ГЕОГРАФІЯ

УДК 502.211+502.91(477.87)

DOI <https://doi.org/10.32782/naturalspu/2024.2.9>

ІСТОРІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ВИВЧЕННЯ ПРИРОДНИХ УМОВ ТА ЕКЗОГЕННИХ ПРОЦЕСІВ БАСЕЙНУ РІЧКИ БОРЖАВА (ЗАКАРПАТСЬКА ОБЛАСТЬ)

Вовкунович Михайло Олексійович,

аспірант кафедри екології та охорони навколишнього середовища

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

ORCID ID: 0009-0006-7273-0418

Основною метою наукового дослідження є ретроспективний аналіз екологічного вивчення природних умов та екзогенних процесів у басейні річки Боржава, яка є важливим елементом гідрографічної мережі Закарпатської області. Досліджуваний нами басейн річки характеризується складним поєднанням природних умов та ландшафтів гірського й рівнинного типів, що впливає на різноманіття та інтенсивність розвитку небезпечних екзогенних процесів (ерозія, зсуви, наводки тощо), що підвищує його екологічну вразливість. У статті здійснено систематизацію наукових праць, присвячених екологічним дослідженням басейну річки Боржава з 1990-х років, відколи розпочалися перші ґрунтовні екологічні дослідження природних умов та екзогенних процесів басейну. Однією з ключових проблем регіону є часті наводки, зокрема катастрофічні наводки 1998 та 2001 років, які мали значні екологічні та економічні наслідки. Наукова новизна наукового дослідження полягає у всебічному аналізі літературних даних, що дозволило виявити основні тенденції та прогалини у вивченні екологічного стану басейну річки Боржава. Практична значущість роботи полягає у можливості використання отриманих результатів для розробки заходів зі збереження природних умов басейну та мінімізації негативного впливу антропогенних і природних факторів. У статті підкреслюється необхідність подальших комплексних досліджень з використанням сучасних методів геоінформаційного моделювання для прогнозування та управління екологічними ризиками в басейні річки Боржава. Результати роботи сприятимуть підвищенню ефективності природокористування та збереженню екологічної стабільності регіону, що має важливе значення для сталого розвитку Закарпатської області.

Ключові слова: річковий басейн, екологічний стан, екзогенні процеси, навколишнє середовище, річка Боржава.

Voykunovich Mykhailo. History of ecological study of natural conditions and exogenous processes of the Borzhava river basin (Transcarpathian region)

The main purpose of the research is to retrospectively analyze the ecological study of natural conditions and exogenous processes in the Borzhava river basin, which is an important element of the hydrographic network of the Transcarpathian region. The river basin we study is characterized by a complex combination of natural conditions and landscapes of mountainous and plain types, which affects the diversity and intensity of dangerous exogenous processes (erosion, landslides, floods, etc.), increasing its environmental vulnerability. The article systematizes scientific works devoted to ecological research of the Borzhava river basin since the 1990s, when the first thorough ecological studies of the natural conditions and exogenous processes of the basin began. One of the key problems of the region is frequent floods, in particular the catastrophic floods of 1998 and 2001, which had significant environmental and economic consequences. The scientific novelty of the research is a comprehensive analysis of the literature data, which allowed to identify the main trends and gaps in the study of the ecological state of the Borzhava river basin. The practical significance of the work lies in the possibility of using the obtained results to develop measures to preserve the natural conditions of the basin and minimize the negative impact of anthropogenic and natural factors. The article emphasizes the need for further comprehensive research using modern methods of geoinformation modeling to predict and manage environmental risks in the Borzhava river basin. The results of the work will contribute to improving the efficiency of nature management and preserving the ecological stability of the region, which is important for the sustainable development of the Transcarpathian region.

Key words: river basin, ecological status, exogenous processes, environment, Borzhava river.

Вступ. Збереження природних умов та контроль за розвитком небезпечних екзогенних процесів під впливом природних й антропогенних факторів є важливими завданнями для забезпечення ефективного природокористування в гірських регіонах. У просторовій структурі навколишнього середовища особливою динамічністю характеризуються річкові системи, для яких притаманна інтенсивна міграція речовин, функціональна цілісність між компонентами ландшафту та генетична спорідненість геокомплексів на різних ділянках річкового басейну [22; 27; 34]. Важливим елементом річкової мережі Закарпатської області є річка Боржава, яка бере

свій початок на гірському масиві Полонина Боржава та протікає територією Хустського та Берегівського адміністративних районів [2]. Вона відіграє важливу роль для забезпечення водними ресурсами місцевого населення, а також розвитку сільського господарства та промисловості Довжанської, Іршавської, Білківської, Зарічанської, Кам'янської, Виноградівської, Вилоцької та інших територіальних громад Закарпатської області у межах басейну р. Боржава.

Формування екологічної ситуації в річкових басейнах відбувається під впливом природних та антропогенних факторів, які в сукупності визначають загальні

риси та сучасний стан природних умов, особливості розвитку негативних процесів та функціонування території, розміщення осередків деградації та забруднення елементів довкілля тощо. Тому в сучасній науковій літературі особливу увагу приділено вивченню особливостей природних умов та проявів динаміки річкових систем як первинних факторів формування екологічної ситуації в річкових басейнах в умовах фактичного антропогенного тиску [15; 26; 44]. Значну увагу вітчизняні науковці також приділяють аналізу гідрологічного режиму річок та розвитку комплексу сучасних небезпечних екзогенних (селів, ерозії, зсувів тощо) процесів у їх басейнах, з якими пов'язані основні екологічні загрози природного походження [3; 14; 21; 23].

Проведений нами ретроспективний аналіз наукових досліджень моніторингу якості річкових вод та фізико-хімічного вивчення забруднення елементів довкілля (з урахуванням антропогенних факторів) басейну р. Боржава свідчить про актуальність систематизації наявних опублікованих матеріалів та даних, а також значну увагу наукової спільноти до екологічних проблем річкового басейну [8]. Для цілісного розуміння екологічної вивченості та сучасного стану басейну досліджуваної річки також необхідно проаналізувати наукові праці, які присвячені результатам дослідження елементів річкової мережі, екологічного стану довкілля, інтенсивності та територіального поширення гідрологічних, лісопатологічних та інших небезпечних процесів. Тому основною метою нашого аналізу є опрацювання літературних даних та структуризація наукових праць за основними напрямками досліджень екологічного стану й розвитку екзогенних процесів у басейні р. Боржава.

Матеріали і методи. Інтенсивне та тривале використання земельних, лісових, водних та інших ресурсів басейну річки Боржава суттєво вплинуло на екологічну ситуацію та сучасний стан природного середовища басейну, межі якого представлені на рис. 1. Застосування басейнового підходу дозволяє оцінити цілісно екологічну стабільність річкової системи та процеси функціонування басейну на основі оцінки первинних факторів формування екологічної стабільності території – природних умов та проявів сучасних процесів [8; 34]. Ретроспективний аналіз історії екологічних досліджень ґрунтується на опрацюванні наукових праць та структуризації отриманих даних, що присвячені результатам екологічних досліджень природних умов та розвитку екзогенних процесів на території басейну р. Боржава.

З метою визначення наукового доробку дослідників та етапності екологічного вивчення басейну р. Боржава застосовано хронологічний підхід для аналізу наукових праць, які також були систематизовані за типом наукової публікації та основним предметом дослідження. Для пошуку літератури головно використано пошукову систему вільного доступу Google Scholar, а також традиційні та сучасні бібліотечні онлайн-сервіси. У результаті пошуку наукової літератури за тематикою екологічного дослідження природних умов та процесів басейну р. Боржава і прилеглих територій нами архіво-

вано та опрацьовано понад 30 наукових статей та публікацій, а також низку матеріалів науково-практичних конференцій, монографій та ін. На основі опрацювання літературних даних й опублікованих матеріалів систематизовано інформацію про екологічний стан елементів довкілля та розвитку сучасних процесів на території басейну р. Боржава, які визначають первинні умови формування екологічної ситуації на території.

Результати та обговорення. Перші ґрунтовні дослідження природних умов та сучасних екзогенних процесів басейну р. Боржава в екологічному контексті розпочалися у 90-х рр. ХХ ст. Вони головно були реалізовані у рамках регіональних досліджень в Закарпатті та Українських Карпатах загалом. Зокрема, у 1992 році опубліковано результати дослідження Р. Сливки, що присвячені вивченню особливостей прояву ерозійних процесів на південно-західних схилах Українських Карпат [33]. До цього макросхилу гірської системи цілісно приурочений басейн річки Боржава, який характеризується інтенсивним розвитком ерозійних процесів на ділянках залягання пластів аргілітового флішу у складі гірських порід. Основний акцент наукового дослідження був спрямований на обґрунтування протиерозійних заходів у річкових системах Закарпатської області, до основних з яких належить річка Боржава [33]. Вона також стала одним з основних об'єктів екологічного дослідження річкових басейнів Закарпатської області для Л. Дубіс з метою обґрунтування нових методичних прийомів та підходів до вивчення сучасного екологічного стану річкових систем регіонального рівня [16].

Характерною рисою річкових систем Закарпатської області є висока інтенсивність розвитку небезпечних гідрологічних процесів, зокрема – паводків та повеней. Річка Боржава також належить до основних осередків прояву цих процесів, які негативно впливають на екологічну ситуацію та функціонування господарського сектору. З 1998 року зростає увага науковців щодо вивчення особливостей виникнення та поширення паводків та повеней на Боржаві, Латориці та інших річках басейну Тиси [6; 25; 17]. Наприклад, В. Комендар проаналізував причини виникнення та можливі заходи їх попередження на річках Закарпатської області, в тому числі й р. Боржава [25]. У 1999 році опубліковано результати аналізу передумов та особливостей формування паводків на вище вказаних річках у вигляді двох наукових статей двох авторських колективів – В. Дячук та М. Сусідко [17] і В. Бойко, М. Кульбіда та М. Сусідко [6]. Зростання цікавості наукової спільноти до гідрологічних небезпек у басейну р. Боржава та інших річках в регіоні безпосередньо пов'язано із катастрофічним паводком у гірській та повинню на рівнинній частині Закарпаття, що відбулися осінню 1998 року. Він супроводжувався критичним підняттям рівнів води у річках, що спричинило знищення доріг, мостів, інфраструктури, затоплення будинків і дворів та ін. За рівнем завданих збитків та через наявність людських жертв цей паводок на річках Закарпатської області визнаний стихійним лихом загальнонаціонального рівня [2].

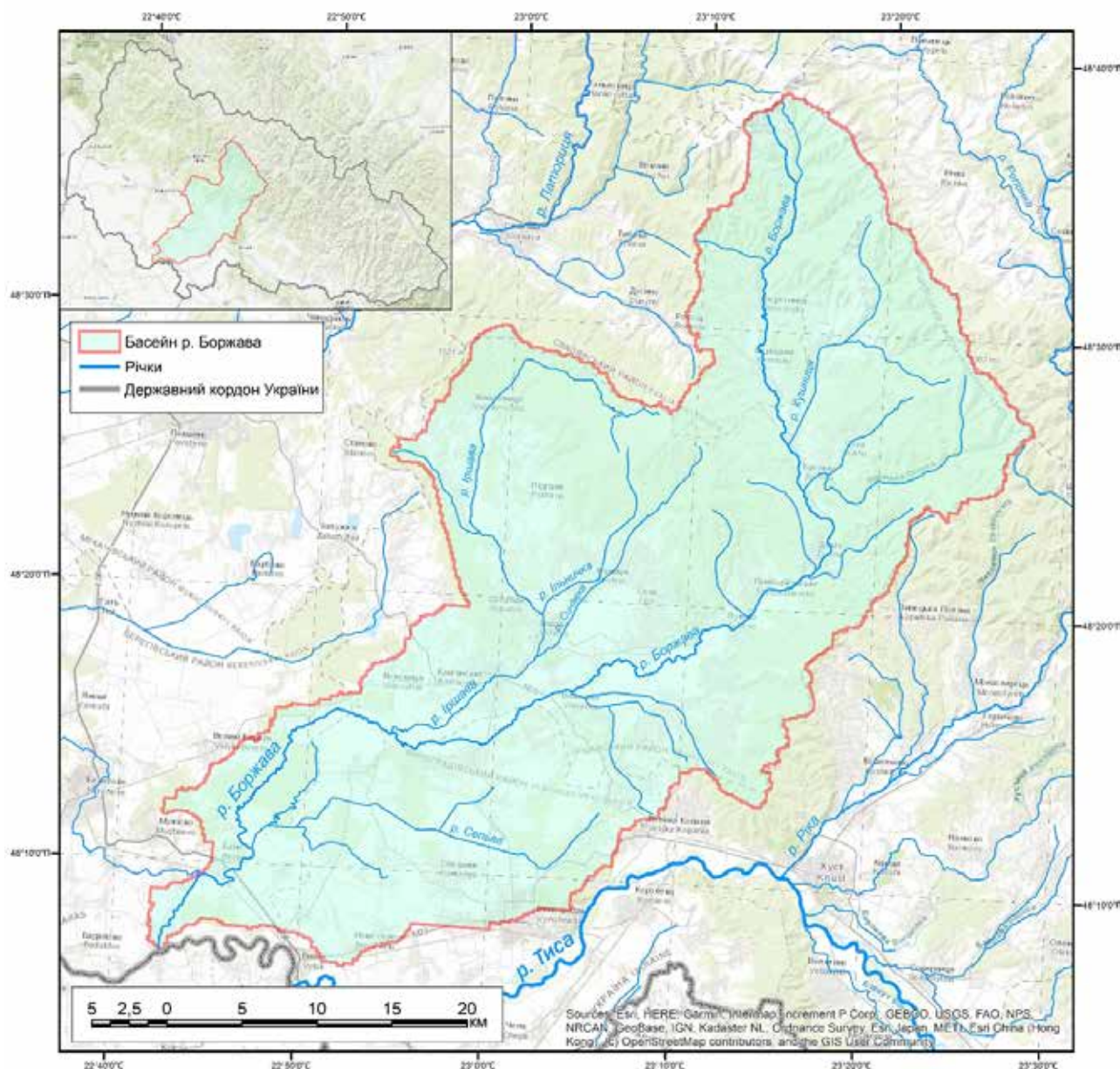


Рис. 1. Карта розміщення водозбірного басейну річки Боржава

У період 1997–1998 рр. розпочались наукові дослідження приполонинних букових пралісів та їхнього впливу на процеси ґрунтоутворення басейну р. Боржава під керівництвом М. Чернявського [39; 40; 41]. На основі натурних обстежень дослідниками було проаналізовано особливості місцезростання та структуру букових пралісів найвищих гіпсометричних рівнів річкового басейну, які розміщені на відрогах гірського масиву Боржава [1; 39]. Також описано особливості формування, різновиди та просторову диференціацію ґрунтового покриву лісового ярусу масиву Боржава, а також визначено їх основні фізико-хімічні властивості та екологічний стан [40]. Ці екологічні дослідження приполонинних букових лісів були продовжені у 2010 році [41].

Важливим напрямком екологічних досліджень басейну р. Боржава є вивчення різноманітних гравітаці-

йних процесів – осипів, зсувів, обвалів тощо. У 2003 році І. Ковальчук опублікував наукову статтю, що присвячена ґрунтовному аналізу просторових закономірностей та розвитку геолого-геоморфологічних процесів на території Карпатського регіону, в тому числі на південно-західному макросхилі гірської системи та басейні р. Боржава [24]. Дослідник проаналізував основні фактори та різноманітня екзогенних процесів, їх значення для розвитку рельєфу та становлення екологічної ситуації на території дослідження [24]. Особливості проявів руслових процесів та гідроecологічні проблеми річкової системи Закарпатської області вивчала Н. Габчак [9; 10]. Вона також якісно проаналізувала екологічні проблеми потужних паводків 1998 та 2001 років та їхні наслідки для деформації річкової системи, а також детально проаналізувала заходи боротьби небезпечним гідрологічним процесам на прикладі допливів річки Тиса [9].

У 2007 році опубліковано низку наукових праць О. Іванік, що присвячені результатам дослідження особливостей розвитку водно-гравітаційних та селевих процесів на території колишнього Свалявського та Воловецького районів Закарпатської області [18]. Особливу увагу дослідниця приділила аналізу літогенних факторів розвитку процесів, їх поширення та впливу на формування геоекологічної ситуації у верхів'ї басейну р. Боржава у межах колишнього Свалявського району. О. Іванік у співавторстві з О. Лісовою проаналізували динаміку небезпечних екзогенних процесів та вивчили механізми їхнього розвитку у верхній частині басейну р. Боржава, яка характеризується гірським рельєфом із строкатою геологічною та тектонічною будовами [20].

Вагомий внесок у вивчення гідроекологічного стану басейну та особливостей розвитку гідрологічних процесів річки Боржава зробила Т. Мельник [28; 29; 30]. У своїх дослідженнях вона удосконалила методи розрахунку зон затоплення на ділянці річки Боржава, що є особливо важливим для зменшення ризиків повеней на критичних відрізках річкової долини із підвищеним інфраструктурним навантаженням [30]. До проблемних зон системного підтоплення належить ділянка автодороги Заріччя-Вільхівка, яка періодично потерпає від руйнівних ерозійних процесів та затоплення у періоди підвищення рівнів води в р. Боржава, що завдає значних збитків і негативно впливає на логістичну систему регіону та його екологічний стан. А. Мельник також виконала комплексний аналіз паводків у басейнах річок Тиса та Боржава зокрема, які головню пов'язані із надходженням вод талого снігу та надмірними опадами [28]. На основі аналізу факторів розвитку та особливостей гідрологічного режиму допливів р. Тиса вона обґрунтувала шляхи та перспективні засоби для їх вирішення, що має велике значення для регіону Закарпаття, схильного до частих паводків.

На особливу увагу заслуговують результати наукового дослідження гідроекологічної ситуації басейну річки Боржава Т. Мельник, що ґрунтувалися на детальному вивченні гідрологічних особливостей річки та проявів небезпечних процесів річки, які негативно впливають на сільське господарство, розвиток інфраструктури, приватне господарювання та ін. У результаті дослідження вона виявила основні екологічні проблеми та запропонувала шляхи їх оптимізації, зокрема – щодо покращення якості води та управління водними ресурсами. Дослідниця також проаналізувала морфологічні особливості русла р. Боржава та найбільших її допливів, визначила їх взаємозв'язок із динамікою проходження паводків та їх потужністю [29]. Т. Мельник значну увагу акцентувала на необхідності оптимізації протипаводкової системи та гідротехнічних заходів для зниження антропогенного навантаження на річкову екосистему Боржави, а також розробки науково-обґрунтованих підходів до використання геоконкомплексів прируслових територій і періодично затоплювальних угідь головню в умовах ведення сільського господарства [29].

У 2010 році опублікована праця Т. Ісаака, що присвячена вивченню екологічної ситуації та процесів в річці

Боржава під впливом дамбування русла та антропогенного тиску на різні компоненти довкілля басейну [45]. Особливу увагу дослідник звернув на зміну морфології русла та особливості прояву гідрологічних процесів в умовах сучасного регулювання річки, які часто супроводжуються критичним підняттям рівнів води та активізацією ерозії на ділянках вразливих до підмивання. З метою визначення факторів формування потужних паводків 1998 та 2001 років, а також їхнього впливу на морфологію річкової системи у пригірловій частині р. Боржава було відібрано проби намулів та проаналізовано територіальні особливості їхнього приросту на різних елементах річкової долини, проаналізовано прояви ерозійних процесів у річковому басейні та ін. На думку Т. Ісаака значний вплив на формування паводків у басейну р. Боржава кінця ХХ – початку ХХІ ст. відіграло інтенсивне ведення лісового господарства та лісозаготівля на значних площах водозбору, що підкреслює необхідність детального аналізу структури та особливостей природокористування для визначення екологічної ситуації в басейні [45].

Складна геологічна будова та розчленованість рельєфу басейну р. Боржава сприяють інтенсивному розвитку сучасних небезпечних екзогенних процесів, які є проявом динаміки геоконкомплексів та невід'ємним фактором формування екологічної ситуації. Тому значна кількість науковців в більшій чи меншій мірі приділяли увагу вивченню проявів цих процесів на різних ділянках річкового басейну. Зокрема, у 2011 році опубліковано наукову працю авторів О. Іванік та О. Гуди, що присвячена аналізу геолого-геоморфологічних чинників розвитку та динаміки проявів гравітаційних процесів у центральній частині басейну р. Боржава у межах колишнього Іршавського району [19]. Його особливістю є поєднання у геологічній основі флішових товщ осадових відкладів в основі гірського масиву Боржава та його відрогів, а також вулканічних (частково метаморфічних) порід у межах Вигорлат-Гутинського хребта. Тому результати дослідження О. Іванік та О. Гуди розкривають особливості територіальної диференціації розвитку осипів, зсувів та інших гравітаційних процесів на гірських схилах басейну р. Боржава. Вони підтверджують важливість літологічних факторів для формування екологічної ситуації в басейні р. Боржава, який знаходить на контакті різних структурно-літологічних одиниць Карпатської гірської системи та Закарпатського прогину [19].

Наступного 2012 року опубліковано наукову статтю авторів Л. Горбачової та В. Бібік, що присвячена аналізу часової однорідності характеристик водного стоку в басейні річки Боржава [13]. На основі моніторингових даних гідрологічних спостережень у селищі Довге, місті Іршава та с. Шаланки, а також відновлених рядів витрат води за допомогою методу парної регресії дослідники проаналізували низку показників водного режиму річок басейну р. Боржава. Особливу увагу Л. Горбачова та В. Бібік приділили вивченню динаміки середньорічних витрат води у р. Боржава, яка свідчить про змінність багатоводних та маловодних

фаз. У результаті було визначено періодичність високої та низької водності досліджуваної річки та її допливів, що відіграє важливу роль для розуміння її гідрологічного режиму та прогнозування екологічних небезпек через формування катастрофічних паводків [13].

Цього ж 2012 року результати своїх досліджень фізико-хімічних властивостей ґрунтів букових пралісів гірського масиву Боржава опублікував Я. Генік [12]. Основну увагу дослідник приділив аналізу морфологічної будови та фізико-хімічних властивостей бурих гірсько-лісових ґрунтів гіпсометрично найвищих ділянок поширення приполонинних букових пралісів на крутих відрогах масиву Боржава. За допомогою експериментальних методів дослідження на 7 стаціонарних пробних площах Я. Генік визначив вміст гумусу, кислотність, гідролітичну кислотність, ступінь насичення та інші фізико-хімічні властивості кожного генетичного горизонту закладених ґрунтових профілів бурих гірсько-лісових ґрунтів на ділянках із різними фазами розвитку екосистеми букових пралісів (оптимальна, старіння, розпаду, відновлення, молодого лісу, жердняку та вибіркового лісу). У результаті дослідження він охарактеризував взаємозв'язок морфологічних рис ґрунтів із фазами розвитку пралісових екосистем, що також виражається змінами фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунтового тіла [12].

Важливим орографічним елементом басейну р. Боржава та Закарпатської області загалом є Вигорлат-Гутинських вулканічних хребет, який суттєво відрізняється за геологічною будовою від інших структурно-фаціальних одиниць гірської системи Українських Карпат та розвитком екзогенних процесів. Тому основним об'єктом регіонального наукового дослідження М. Микити та М. Салюк були чинники формування та закономірності поширення комплексу сучасних екзогенних процесів (площинного та лінійного змиву, зсувів, обвалів, осипів тощо) на території вулканічного гірського пасма. В опублікованій у 2012 році науковій праці дослідники значну увагу приділили аналізу особливостей розвитку та динаміці сучасних екзогенних процесів на гірському хребті вулканічного походження Великий Діл, який знаходиться у центральній частині Вигорлат-Гутинського вулканічного хребта й формує межиріччя річок Боржава та Латориця [31]. У результаті дослідження М. Микита та М. Салюк встановили, що найпоширенішими екзогенними процесами тут є ерозія (площинний змив та лінійний розмив), на інтенсифікацію якої також впливає тривала господарська діяльність та деградація біотичних компонентів довкілля [31].

Верхів'я басейну р. Боржава приурочено до південного макросхилу однойменного гірського масиву, який характеризується наявністю високогірного ландшафтного ярусу із притаманним інтенсивним розвитком сніголавинних процесів. З метою вивчення територіального поширення та особливостей динаміки сніголавинних процесів В. Біланюк та Є. Тиханович провели детальне ландшафтне ландшафтно-екологічне дослідження на основі моніторингових даних сніголавинної станції «Плай» та результатів власних польових досліджень [4, 36].

Основним завданням науковців була ідентифікація та вивчення динаміки лавинних осередків (лавиновищ), які характеризуються особливими умовами функціонування та визначаються щорічним сходженням лавин. У процесі аналізу факторів формування сніголавинних процесів вище названими дослідниками було проаналізовано кліматичні, біотичні, літологічні та ландшафтні передумови формування і розвитку лавинних геоконкомплексів у високогір'ї масиву Боржава. Також було проаналізовано динаміку сходження лавин за період з 2008 по 2012 рр. та визначено структуру генетичних типів лавин, серед яких найбільш поширеними для гірського масиву є сухі лавини хуртовинного снігу головно на схилах північно-східної експозиції [4, 36]. Пізніше у 2020 році група науковців під керівництвом Є. Тихановича продовжила дослідження лавинних процесів з метою типологізації та параметризації морфологічних рис лавинних осередків на території масиву Боржава [35]. У результаті у високогір'ї Боржави було ідентифіковано 30 лавинних геоконкомплексів, геоінформаційний аналіз яких дозволив укласти відповідну карту, а також визначити їх основні полігональні й лінійні параметри. На південному макросхилі гірського масиву у верхів'ї басейну р. Боржава дослідники ідентифікували 5 лавинних геоконкомплексів, найбільший з яких закладений на східних схилах г. Стій (1681 м) із загальною площею 1,67 км² [35].

У 2014 році опубліковано результати наукового дослідження сучасного стану лісової екосистеми заповідного урочища «Боржава» з домінуванням вологої заплавно-ясеневі дуброви на основі екосистемного підходу О. Блінкової з метою визначення ступеня дигресії екосистеми та окремих її компонентів під впливом рекреаційного навантаження [5]. Воно відіграє важливе значення для стабілізації екологічної ситуації в нижчій течії річки Боржава, оскільки знаходиться безпосередньо у річковій долині між селами Нижні Ремети та Квасово та займає загальну площу 153 га. На основі польових досліджень урочища на прикладі екологічного профілю з трьох пробних площ О. Блінкова дослідила основні прояви порушення структури та зміни лісової рослинності, визначила особливості механічних пошкоджень деревостанів та загальний санітарний стан лісів на ключових ділянках, а також поширення забруднень та сучасний стан поверхневого шару ґрунту та ін. Кінцевою метою дослідниці було визначення стадії рекреаційної дигресії заповідного урочища «Боржава», яка спричиняє порушення цілісності структури рослинного покриву та зниження екологічної ролі лісу в заплаві р. Боржава [5].

Важливий внесок у вивчення руслових деформацій та динаміки наносів у р. Боржава та її допливів зробив Я. Хомин. У 2014 році він опублікував результати дослідження просторово-часової динаміки та інтенсивності сумарного стоку наносів у різнопорядкових річкових системах басейну р. Боржава [38]. На основі багаторічних моніторингових даних дослідник проаналізував річну динаміку річкового стоку та вплив гідрологічного режиму і різних гідрологічних процесів на перемі-

щення річкових наносів, в тому числі – паводків. За підрахунками Я. Хомина для р. Боржава близько 70–75% стоку зважених наносів припадає на весняно-осінній період, який також характеризується 62–65% витрат води. За період весняного сніготанення та під впливом літніх паводків спостерігається максимальний виніс матеріалу (до 60–70%). На основі понад 150 проб води дослідник також проаналізував особливості хімічного стоку та визначив його зв'язок із процесами хімічної денудації у водозборах досліджуваної річки, що коливається від 0,0176 до 0,2846 мм/рік [38].

На основі ландшафтного підходу А. Байцар та І. Байцар дослідили особливості та сучасну структуру верхньої межі лісу на контакті середньогір'я та високогір'я масиву Боржава [1]. У результаті їхнього дослідження було проаналізовано сучасний стан, видову структуру рослинного покриву та загалом різновиди верхньої межі лісу на гірському масиві, що засвідчило відсутність її природного (первинного) типу у басейні р. Боржава. Також вони обґрунтували перспективні шляхи оптимізації та охорони верхньої межі, що є актуальним в умовах змін клімату, зростання антропогенного тиску та необхідності забезпечення екологічної стабільності в досліджуваному басейні. У своїх дослідженнях А. Байцар та І. Байцар особливу увагу звернули на потенційні можливості відновлення природної верхньої межі лісу на Боржаві завдяки процесам самосіву на ділянках контакту лісу із вторинною лучною рослинністю [1].

У 2016 році Я. Генік опублікував результати своїх досліджень трансформаційних процесів у пралісових екосистемах масиву Боржава, які розміщені на території Березниківського лісництва [11]. На основі лісотаксаційного дослідження ключових ділянок в околицях полонин Боржава та Іволова поблизу г. Стій він визначив видовий склад рослинності для букових лісостанів різних фаз розвитку та обґрунтував особливості впливу абіотичних (вітровали, буреломи, снігові лавини, зливи тощо) та біотичних (інвазії ентомошкідників, епіфітотії збудників фітохвороб тощо) на активізацію трансформаційних процесів в досліджуваних екосистемах. У результаті Я. Генік описав особливості впливу цих процесів на зміну видового складу, структури та характеру розвитку, а також трансформацію компонентів фітоценозу пралісових екосистем Березниківського лісництва [11].

Найбільшою правою притокою р. Боржава є р. Іршава, яка бере початок на схилах г. Бужора у межах НПП «Зачарований край» [2]. У 2019 році С. Велико та О. Дупляк, з метою апробації методики визначення гідрологічних витрат в умовах відсутності даних спостережень, опрацювали дані багаторічного гідрологічного моніторингу у басейні р. Боржава та охарактеризували особливості формування й параметри стоку р. Іршава [7]. Основним завдання їхнього дослідження було визначення залежності між параметрами модуля стоку та висотним діапазоном розміщення створу на р. Іршава. На основі математико-статистичних методів аналізу рядів даних гідрологічного моніторингу та син-

хронізації із даними інших створів басейну р. Боржава С. Велико та О. Дупляк визначили статистичні параметри річкового стоку та його річний розподіл для на р. Іршава [7].

Група дослідників Національного природного парку (НПП) «Зачарований край» у складі І. Шишканиця, В. Лутака та В. Феннича вивчали сучасний санітарний стан та особливості зміни лісівничо-таксаційних показників похідних ялинових насаджень центральної частини басейну р. Боржава головню в умовах прогресування процесів всихання деревини [42]. Натурні обстеження лісостанів були проведені на 9 кругових пробних площах (площа – 1000 м²), що дозволило встановити структуру та видовий склад насаджень із подальшим визначенням індексів їхнього санітарного стану. Особливу увагу дослідники звернули на проблеми всихання ялини європейської (*Picea abies* (L.) Н. Karst.), проявів дефоліації та характеру переважаючих пошкоджень цих насаджень (короїд, витік живиці та механічні пошкодження) на території НПП «Зачарований край». У результаті дослідження І. Шишканець та ін. зафіксували негативну тенденцію погіршення санітарного стану лісів та зростання інтенсивності поширення просу всихання ялини, що призводить до формування категорій середньо та сильно ушкоджених деревостанів (за ступенем деградації фотосинтетичного апарату) із осередками під дією короїдів, вітровалів, буреломів та ін. Вони визначали, що середня частка сухостійної деревини в загальному запасі на території НПП «Зачарований край» за 10-річний період збільшилася від 2,9 до 37,8% [42].

У 2021 році була опублікована наукова праця Л. Фельбаби-Клушиної, що присвячена созологічному, синфітосозологічному та біотопічному аналізу раритетної флори і рослинності гірського масиву Боржава [37]. Її дослідження ґрунтувалися на результатах польового обстеження високогірного масиву з метою обґрунтування подальшої необхідності впровадження заходів охорони рідкісних та цінних видів флори на території масиву. У результаті сформовано список видів рослин (32 види) масиву Боржава, що потребують охорони, а також проаналізовано структуру та особливості низки раритетних фітоценозів. На думку авторки, їхнє збереження та впровадження природоохоронного режиму позитивно вплине на екологічну ситуацію в регіоні та басейну р. Боржава, верхів'я якої охоплює південні схили гірського масиву [37].

Весняні сніготанення та літньо-осінні зливи на території Закарпатської області зумовлюють формування у річкових системах щорічні потужні паводки та повені. Тому для вивчення особливостей їхнього формування та негативних екологічних впливів на навколишнє середовище на сьогодні активно використовують сучасні геоінформаційні технології та окремі інструменти моделювання. У 2023 р. на міжнародній науково-практичній конференції «Нові технології в геодезії, землепорядкуванні та природокористуванні» у м. Ужгород А. Шлінські та І. Радиш представили результати геоінформаційного модулювання зон затоплення сіл Бене,

Боржава та Вари, що знаходяться у нижній, гирловій частині басейну р. Боржава [43]. На основі сучасних геоінформаційних інструментів авторами розроблено растрову модель для симуляції поширення затоплення водою територій при піднятті рівнів річкових вод, яка дозволила окреслити найпроблемніші ділянки з точки зору затоплення. Згідно отриманих даних, найбільші загрози затоплення на досліджуваній території загрожують сільськогосподарським угіддям в околицях с. Бене, що негативно впливає на екологічну ситуацію та спричиняє змивання родючого шару ґрунту, потрапляння мінеральних добрив, пестицидів та інших забруднень у води р. Боржава [43].

Група дослідників у складі А. Назаревича, Г. Байрак та Л. Назаревич вивчали сучасні особливості формування та розвитку рельєфу басейну Боржава, а також морфологічні риси та морфометричні параметри її річкової долини в умовах активних процесів руслової трансформації [32]. Основним завданням їхнього наукового дослідження було визначення впливу геодинаміки та сейсмотектоніки на розвиток форм рельєфу річкового басейну, який сформувався на різних фаціально-структурних одиницях складчасто-покровної гірської системи Українських Карпат та Закарпатської низовини [32]. Особливу увагу дослідники також приділили вивченню генезису та сучасним процесам трансформації форм рельєфу на різних гіпсометричних рівнях басейну й елементах річкової системи. З метою якісного морфологічного аналізу основної долини р. Боржава А. Назаревич та ін. розробили 6 поперечних профілів на різних відрізках річки (с. Березники, с. Кушниця, с. Довге та ін.), які підтвердили суттєві зміни ерозійно-аккумулятивних руслових процесів у річковій системі головно у гірській та передгірній місцевостях [32].

Таким чином, систематизація наукових праць й аналіз основних результатів дослідження природних умов та екзогенних процесів у басейні р. Боржава свідчать про можливість виокремлення двох рівнів наукового вивчення території за їх деталізацією та охопленням – *регіонального* та *локального*. Із початку 90-х років ХХ ст. річка Боржава, будучи однією із ключових елементів річкової мережі басейну річки Тиса, неодноразово була об'єктом різних за тематикою регіональних досліджень в Закарпатській. Основним напрямком регіональних досліджень було вивчення гідроекологічного стану річково-басейнових систем та особливостей розвитку сучасних гідрологічних процесів на річках області, серед яких найнебезпечнішими є паводки, повені та селі [6; 14; 17; 25; 28 та ін.]. У рамках регіональних досліджень також було проаналізовано загальні риси рельєфу та прояви геолого-геоморфологічних процесів на території басейну р. Боржава [24; 31; 33]. Однак, на особливу увагу заслуговують результати локальних екологічних досліджень басейну р. Боржава, що присвячені детальному вивченню природних умов та диференціації сучасних екзогенних процесів на території всього басейну або окремих його частин.

У галузевій структурі локальних екологічних досліджень басейну річки Боржава можна виокремити

8 основних напрямків, серед яких за найбільшою кількістю наукових праць виокремлюються три, а саме: вивчення гідрологічного режиму та процесів [7; 13; 30; 43], розвитку ерозійних та водно-гравітаційних процесів [18–20; 38], а також структури та динаміки лісової рослинності [1, 37; 39, 41] (рис. 2). Значну увагу науковці також приділяють локальним дослідженням особливостей розвитку сніголавинних процесів та їх екологічним наслідкам [4; 35; 36], а також вивченню процесів трансформації та сучасного екологічного стану рослинного покриву головно верхів'я басейну р. Боржава [5; 11; 42]. Це пов'язано із розміщенням тут гірського ландшафту Боржава із своєрідними природними умовами та найбільшою у межах басейну природоохоронною територією – Національного природного парку «Зачарований край», які виступають основними об'єктами для галузевих екологічних досліджень. Інші напрямки локальних наукових досліджень басейну р. Боржава у загальній структурі є підпорядкованими та представлені найменшою кількістю наукових праць (див. рис. 2). Однак, вони відіграють важливу роль для комплексного вивчення природних умов та визначення різноманіття й особливостей розвитку екзогенних процесів на території басейну [12; 29; 40; 45 та ін.].

Висновки. У результаті нашого ретроспективного аналізу історії екологічного вивчення природних умов та екзогенних процесів басейну р. Боржава було опрацьовано понад 40 наукових праць, які містять важливу інформацію про властивості та сучасний стан природного середовища, динаміку та прояви сучасних гідрологічних, геолого-геоморфологічних та інших процесів. Перші ґрунтовні екологічні дослідження природних умов та екзогенних процесів басейну річки Боржава розпочалися в 1990-х роках і були частиною регіональних досліджень Закарпаття та Українських Карпат. Вони були присвячені вивченню широкого спектру проблем гідроекологічного стану річково-басейнових систем та небезпек головно з боку сучасних окремих гідрологічних процесів (паводків та повеней). Цьому сприяли розвиток на річках Закарпатської області потужних паводків у 1998 та 2001 роках, катастрофічні наслідки яких загострили екологічну ситуацію в регіоні та басейні р. Боржава зокрема.

Згодом сформувалися різні напрямки екологічних досліджень басейну р. Боржава, які вирізнялися локальним характером, оскільки фокусувалися на детальному вивченні специфічних екологічних проблем і трансформаційних процесів різних елементів природного середовища цілісного басейну або окремих його частин. У структурі локальних екологічних досліджень басейну на сьогодні виокремилися декілька основних напрямків, до яких належать аналіз гідрологічного режиму річки та особливостей гідрологічних процесів, вивчення розвитку ерозійних та водно-гравітаційних процесів на прикладі різних ділянок річкової системи, а також дослідження структури та динаміки лісової рослинності головно верхів'я річкового басейну. Також важливим напрямком досліджень стало вивчення трансформаційних процесів



Рис. 2. Галузева структура локальних екологічних досліджень басейну річки Боржава

у лісових екосистемах та впливу антропогенних і природних факторів на формування екологічної ситуації в басейні р. Боржава. Аналіз найновіших наукових праць також свідчить про зростання уваги з боку нау-

ковців до використання сучасних геоінформаційних технологій для моделювання зон затоплення та оцінки їхнього впливу на екологічну ситуацію різних ділянок досліджуваного басейну.

Література:

- Байцар А., Байцар І. Верхня межа лісу в ландшафті полонина Боржава, її охорона та оптимізація. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*. 2016. Вип. 1. С. 32–38.
- Басейнове управління водних ресурсів річки Тиса. Офіційний сайт. URL: <https://buvrtysa.gov.ua> (дата звернення: 22.05.2024 р.).
- Берьозкіна Л. Седиментаційні процеси в гирлах малих річок. *Грааль науки*. 2023. № 33. С. 461–464. DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.10.11.2023.77>
- Біланюк В., Тиханович Є. Лавинопроєви у природних територіальних комплексах ландшафту Боржава. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2013. Вип. 46. С. 37–46.
- Блінкова О.І. Синфітоіндикація рекреаційних змін екологічних умов заповідного урочища «Боржава» (Закарпатська низовинна область). *Вісник Одеського національного університету. Біологія*. 2014. Вип. 2 (35), т. 19, С. 21–33. DOI: [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2014.2\(35\).43634](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2014.2(35).43634)
- Бойко В.М., Кульбіда М.І., Сусідко М.М. Визначний дощовий паводок на річках Закарпаття в листопаді 1998 р. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 1999. Вип. 247. С. 91–101.
- Величко С., Дупляк О. Визначення параметрів стоку р. Іршава за відсутності спостережень в розрахунковому створі. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки*. 2019. Вип. 31. С. 1–10.
- Вовкунович М.О. Ретроспектива досліджень екологічного стану басейну річки Боржава (Закарпатська область). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2024. № 30. С. 49–62. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-30-04>
- Габчак Н.Ф. Еколого-геоморфологічні та гідроекологічні проблеми річкових систем Закарпаття. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2004. Вип. 30. С. 40–45.
- Габчак Н.Ф. Сучасний прояв руслових процесів та специфіка протипаводкового захисту господарських об'єктів у басейні Тиси в межах Закарпатської області. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Географія*. 2004. № 3. С. 36–42.

11. Генік Я.В. Трансформаційні процеси в букових пралісових екосистемах Боржави Українських Карпат. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26 (4). С. 9–14. DOI: <https://doi.org/10.15421/40260401>
12. Генік Я.В. Фізико-хімічні властивості ґрунтів приполонинних букових пралісів Боржави Українських Карпат. *Біологічні системи*. 2012. Вип. 1, т. 4. С. 20–23.
13. Горбачова Л.О., Бібік В.В. Часова однорідність характеристик водного стоку в басейні річки Боржава. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2012. Вип. 262. С. 177–188.
14. Гуда О.В. Класифікація селевих тіл, басейнів та потоків для складчастих Карпат (басейн р. Тиса). *Тектоніка і стратиграфія*. 2012. Вип. 39. С. 151–159. DOI: <https://doi.org/10.30836/igs.0375-7773.2012.93181>
15. Данильченко О.С., Басов А.О. Зміна водності річки Ворскли за даними гідрологічного поста Чернеччина у період з 1979 по 2019 роки. *Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки*. 2023. № 1. С. 20–26. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturalspu/2023.1.4>
16. Дубіс Л.Ф. Методика та основні результати екологічних досліджень річкових басейнів території Закарпатської області. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр.* 1994. Вип. 19. С. 70–79.
17. Дячук В.А., Сусідко М.М. Паводки в Закарпатті та причини їх виникнення. *Український географічний журнал*. 1999. № 1. С. 48–51.
18. Іванік О.М. Структурно-тектонічний контроль розвитку водно-гравітаційних процесів у межах Свалявського та Воловецького районів Закарпатської області. *Геологічний журнал*. 2007. № 3. С. 81–86.
19. Іванік О.М., Гуда О.В. Динаміка формування та геолого-геоморфологічні чинники активізації гравітаційних процесів у межах Іршавського району Закарпатської області. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2011. № 54. С. 4–7.
20. Іванік О.М., Лісова О.М. Режим сучасних водно-гравітаційних та селевих процесів у Свалявському та Воловецькому районах Закарпатської області. *Вісник Київського університету. Геологія*. 2007. Вип. 40. С. 24–26.
21. Калько А.Д., Басюк Т.О. Географічні аспекти моніторингу басейну річки Західний Буг. *Природнича освіта та наука*. 2023. Вип. 1. С. 82–86. DOI: <https://doi.org/10.32782/NSER/2023-1-12>
22. Карабінюк М.М., Костів Л.Я., Мельник А.В., Сенічак Д.В., Яськів Б.В. Чинники формування ландшафтної структури верхів'я басейну річки Лазещина в межах Чорногори. *Фізична географія та геоморфологія*. 2017. Вип. 87 (3). С. 47–67. DOI: <https://doi.org/10.17721/phgg.2017.3.07>
23. Карабінюк М.М., Гнатяк І.С., Бурянник О.О., Гостюк З.В., Карабінюк Я.В. Сучасна динаміка рівнів вод та їх паводкових підйомів у верхів'ї річки Прут у межах ландшафту Чорногора (Українські Карпати). *Фізична географія та геоморфологія*. 2021. Вип. 1-3 (105-107). С. 7–17. DOI: <https://doi.org/10.17721/phgg.2021.1-3.01>
24. Ковальчук І. Геолого-геоморфологічні процеси в Карпатському регіоні України. *Праці Наукового товариства ім. Шевченка*. 2003. Т. XII. С. 101–125.
25. Комендар В. Катастрофічні повені в Закарпатті: причини виникнення і заходи по запобіганню. *Рідна природа*. 1998. № 4–6. С. 7–11.
26. Кузик І., Мельник Ю. Водокористування як чинник формування екологічної безпеки басейну річки Нічлава. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія*. 2023. № 1, т. 54. С. 240–247. DOI: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.23.1.26>
27. Мельник А.В., Карабінюк М.М., Костів Л.Я., Сенічак Д.В., Яськів Б. В. Природні територіальні комплекси верхів'я басейну річки Лазещина в межах Чорногори. *Фізична географія та геоморфологія*. 2018. Вип. 90 (2). С. 5–24. DOI: <https://doi.org/10.17721/phgg.2018.2.01>
28. Мельник Т.П. Загальний аналіз, шляхи та засоби розв'язання проблеми тало-дощових паводків території басейну р. Тиса. *Гідравліка і гідротехніка*. 2009. Вип. 63. С. 16–25.
29. Мельник Т.П. Гідроекологічна ситуація басейну р. Боржава (проблеми та шляхи оптимізації). *Фізична географія та геоморфологія*. 2011. Вип. 3 (64). С. 56–63.
30. Мельник Т.П. Удосконалення розрахунку зон затоплення території заплави р. Боржави на ділянці автодороги Заріччя-Вільхівка. *Водне господарство України*. 2009. Вип. 6. С. 82–98.
31. Микита М.М., Салюк М.Р. Аналіз сучасних геоморфологічних процесів вулканічних гір Закарпаття. *Науковий вісник Ужгородського університету : Серія: Географія. Землеустрій. Природокористування*. 2013. Вип. 1. С. 16–22.
32. Назаревич А., Байрак Г., Назаревич Л. Особливості рельєфу району середньої течії річки Боржави та їхній зв'язок із геодинамікою та сейсмотектонікою. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*. 2023. Вип. 1 (15). С. 78–103. DOI: <https://doi.org/10.30970/gpc.2023.1.3949>
33. Сливка Р.О. Протигрозійні заходи на ріках південно-західних схилів Українських Карпат. *Вісн. Львів. ун-ту. Серія географічна*. 1992. Вип. 18. С. 23–27.
34. Сухий П.О., Скрипник Я.П., Березка І.С. Оцінювання антропогенного впливу на басейнові системи. *Науковий вісник Чернівецького університету. Серія: Географія*. 2012. Вип. 612–613. С. 166–168.
35. Тиханович Є., Біланюк В., Іванов Є., Папіш І. Типологія та морфометричні параметри лавинних геокомплексів масиву Боржава. *Конструктивна географія і картографія: стан, проблеми, перспективи* : мат. між-нар. наук.-практ. онлайн-конф., присв. 20-річчю кафедри конструктивної географії і картографії ЛНУ імені Івана Франка (Львів, 1–3 жовтня 2020 р.). Львів: Простір-М, 2020. С. 110–113.
36. Тиханович Є.Є., Біланюк В.І. Лавини Українських Карпат: поширення і динаміка: монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2017, 196 с.

37. Фельбаба-Клушина Л.М., Гукливська А.В. Раритетна флора і рослинність Боржавського гірського масиву Українських Карпат та перспективи їх охорони. *Біологія та екологія*. 2021. Том 7. № 1. С. 96–104. DOI: <https://doi.org/10.33989/2021.7.1.243457>
38. Хомин Я. Величина та динаміка сумарного стоку наносів у різнопорядкових річкових системах басейну р. Боржава. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*. 2014. С. 165–172.
39. Чернявський М.В., Генік Я.В., Ванджурак П.І. Приполюнінні букові праліси Боржави та Іволіви. *Лісовий комплекс Закарпаття: сучасний стан, проблеми стабілізації та перспективи розвитку* : матер. регіон. наук.-прак. конф. (Ужгород, 16 грудня 1997 р.). Ужгород : Патент, 1998. С. 189–195.
40. Чернявський М.В., Генік Я.В., Марискевич О.Г. Ґрунти приполюнінних букових пралісів Боржави. *Значення та перспективи стаціонарних досліджень для збереження біорізноманіття* : матер. наук. конф., присвяч. 40-річчю функціон. високогірного біологічного стаціонару на г. Пожижевська (Львів, 23 грудня 1997 р.). Львів : Простір-М, 1998. С. 171–173.
41. Чернявський М.В., Генік Я.В., Хміль І.В., Ванджурак П.І. Приполюнінні букові праліси Боржави. *Основні причини знеліснення та деградації лісів в Україні* : матер. міжнар. наук.-прак. конф. (Косів, 20–22 вересня 2009 р.). Косів-Львів: Друкарські куншти, 2010. С. 142–147.
42. Шишканинець І.Ф., Лутак В.В., Фенніч В.С. Санітарний стан похідних ялинових насаджень Національного природного парку «Зачарований край». *Науковий вісник НЛТУ України*. 2021. № 31(4). С. 54–58.
43. Шлініскі А.В., Радиш І.П. Створення моделі зон затоплення ділянки сіл Бене, Боржава, Вари як базова складова при плануванні населеного пункту. *Нові технології в геодезії, землепорядкуванні та природокористуванні*: матер. XI міжнар. наук.-практ. конф. (Ужгород, 26-28 жовтня 2023 р.). Ужгород: ФОП Сабов А.М., 2023. С. 95–100.
44. Ющенко Ю., Пасічник М., Бурбак О., Вудвуд М., Закревський О. Природний і антропогенно змінений стан ландшафту річки прут в межах урбоєкосистеми Чернівців та проблеми оптимізації управління ним. *Věda a perspektivy*. 2023. № 8 (27). С. 1–13. DOI: [https://doi.org/10.52058/2695-1592-2023-8\(27\)-295-307](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2023-8(27)-295-307)
45. Izsák T. The effect of human work on the environment in the delta of river Borzsa, the right-side branch of the Tisza. *Acta Beregsasiensis*. 2010. №1. P. 233–240.

References:

1. Baytsar, A., & Baytsar, I. (2016). Verkhnia mezha lisu v landshafti polonyna Borzhava, yii okhorona ta optymizatsiia [Upper limit of forest in the landscape meadow of Borzhava: protection and optimization]. *Problems of Geomorphological and Paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent areas: Scientific Journal*, 1, 32–38 [in Ukrainian].
2. Baseinove upravlinnia vodnykh resursiv richky Tysa. Ofitsiynyi sait [Tisa River Basin Water Resources Management. Official website]. URL: <https://buvrtysa.gov.ua> (Accessed: 22.05.2024) [in Ukrainian].
3. Berozkina, L. (2023). Sedymentatsiini protsesy v hyrlakh malykh richok [Sedimentation processes in the mouths of small rivers]. *Grail of Science*, 33, 461–464. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.10.11.2023.77> [in Ukrainian].
4. Bilaniuk, V., & Tykhanovych, Ye. (2013). Lavynoproiavy u pryrodnykh terytorialnykh kompleksakh landshaftu Borzhava [Avalanche activity in the landscape Borzhava natural terrain complexes]. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*, 46, 37–46 [in Ukrainian].
5. Blinkova, O. (2014). Synphytoindication rekreativno-ekologicheskikh umov formirovaniia rastitel'nogo pokrova v zakhysnykh oblastiakh «Borzhava» (Zakarpatska lowland). *Odesa National University Herald. Biology*, 19, 2(35), 21–33. [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2014.2\(35\).43634](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2014.2(35).43634) [in Ukrainian].
6. Boiko, V.M., Kulbida, M.I., & Susidko, M.M. (1999). Vyznachnyi doshchovy pavodok na richkakh Zakarpattia v lystopadi 1998 r. [A remarkable rain flood on the rivers of Zakarpattia in November 1998]. *Scientific papers of the Ukrainian Research Hydrometeorological Institute*, 247, 91–101 [in Ukrainian].
7. Velychko, S., & Dupliak, O. Vyznachennia parametriv stoku r. Irshava za vidsutnosti sposterezhen v rozrakhunkovomu stvori [Determination of the Irshava River flow parameters in the absence of observations in the design reach]. *Problems of water supply, sewage and hydraulics*, 31, 1–10 [in Ukrainian].
8. Vovkunovych, M. O. (2024). Retrospektyva doslidzen ekolohichnoho stanu baseinu richky Borzhava (Zakarpatska oblast) [Research retrospective on the ecological state of Borzhava river basin (Transcarpathian region)]. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series Ecology*, 30, 49–62. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-30-04> [in Ukrainian].
9. Habchak, N.F. (2004). Ekoloho-heomorfologichni ta hidroekolohichni problemy richkovykh system Zakarpattia [Ecological, geomorphological and hydroecological problems of river systems in Zakarpattia]. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*, 30, 40–45 [in Ukrainian].
10. Habchak, N.F. (2004). Suchasnyi proiav ruslovykh protsesiv ta spetsyfika protypavodkovoho zakhystu hospodarskykh ob'ektiv u baseini Tysy v mezhakh Zakarpatskoi oblasti [The modern manifestation of channel processes and the specifics of flood protection of economic facilities in the Tisza basin within the Transcarpathian region]. *The Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Geography*, 3, 36–42 [in Ukrainian].
11. Henyk, Y. (2016). Transformatsiini protsesy v bukovykh pralisovykh ekosystemakh Borzhavy Ukrainykh Karpat [Transformation Processes in Beech Wildwood Ecosystems of Borzhava in the Ukrainian Carpathians]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 26(4), 9–14. <https://doi.org/10.15421/40260401> [in Ukrainian].
12. Henyk, Y. (2012). Fyzyko-khimichni vlastyvy gruntiv pryponynnykh bukovykh pralisiv Borzhavy Ukrainykh Karpat [Physicochemical properties of soils in the Borzhava beech forests of the Ukrainian Carpathians]. *Biological systems*, 1(4), 20–23 [in Ukrainian].

13. Horbachova, L.O., & Bibik, V.V. (2012). Chasova odnorodnist kharakterystyk vodnoho stoku v baseini richky Borzhava [Temporal homogeneity of water flow characteristics in the Borzhava river basin.]. *Scientific papers of the Ukrainian Research Hydrometeorological Institute*, 262, 177–188 [in Ukrainian].
14. Huda O.V. (2012). Klasifikatsiia selevykh til, baseiniv ta potokiv dlia skladchastykh Karpat (basein r. Tysa) [Classification of mudflow bodies, basins and streams for the folded Carpathians (Tisa River basin)]. *Tectonics and stratigraphy*, 39, 151–159. <https://doi.org/10.30836/igs.0375-7773.2012.93181> [in Ukrainian].
15. Danylchenko, O.S., & Basov, A.O. (2023). Zmina vodnosti richky Vorskly za danymy hidrolohiichnoho posta Chernychyna u period z 1979 po 2019 roky [Changes in the water content of the Vorskla River according to the Chernychyna hydrological station from 1979 to 2019.]. *Slobozhansky scientific herald. Series: Natural Sciences*, 1, 20–26. <https://doi.org/10.32782/naturalspu/2023.1.4> [in Ukrainian].
16. Dubis, L.F. (1994). Metodyka ta osnovni rezultaty ekolohichnykh doslidzhen richkovykh baseiniv terytorii Zakarpatskoi oblasti [Methodology and main results of environmental studies of river basins in the Transcarpathian region]. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*, 19, 70–79 [in Ukrainian].
17. Diachuk, V.A., & Susidko, M.M. (1999). Pavodky v Zakarpatti ta prychny yikh vynykennia [Floods in Zakarpattia and their causes]. *Ukrainian Geographical Journal*, 1, 48–51 [in Ukrainian].
18. Ivanik, O.M. (2007). Strukturno-tektonichni kontrol rozvytku vodno-hravitatsiinykh protsesiv u mezhakh Svaliavskoho ta Volovetskoho raioniv Zakarpatskoi oblasti [Structural and tectonic control of the development of water-gravity processes within Svalyava and Volovets districts of Transcarpathian region]. *Geological Journal*, 3, 81–86 [in Ukrainian].
19. Ivanik, O.M., & Huda, O.V. (2011). Dynamika formuvannia ta heoloho-heomorfolohichni chynnyky aktyvizatsii hravitatsiinykh protsesiv u mezhakh Irshavskoho raionu Zakarpatskoi oblasti [Dynamics of formation and geological and geomorphological factors of activation of gravitational processes within Irshava district of Transcarpathian region]. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*, 54, 4–7 [in Ukrainian].
20. Ivanik, O.M., & Lisova, O.M. (2007). Rezhym suchasnykh vodno-hravitatsiinykh ta selevykh protsesiv u Svaliavskomu ta Volovetskomu raionakh Zakarpatskoi oblasti [The regime of modern water-gravity and mudflow processes in Svalyava and Volovets districts of Transcarpathian region]. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*, 40, 24–26 [in Ukrainian].
21. Kalko, A.D., & Basiuk, T.O. (2023). Heohrafichni aspekty monitorynhu baseinu richky Zakhidnyi Buh [Geographical aspects of monitoring the Western Bug River basin]. *Natural Sciences Education and Research*, 1, 82–86. <https://doi.org/10.32782/NSER/2023-1-12> [in Ukrainian].
22. Karabiniuk, M.M., Kostiv, L.Ya., Melnyk, A.V., Senychak, D.V., & Yaskiv, B.V. (2017). Chynnyky formuvannia landsaftnoi struktury verkhivya baseinu richky Lazeshchyna v mezhakh Chornohory [Factors of the formation of the landscape structure of the upper reaches of the Lazeshchena river basin within the limits of Chornogora]. *Physical geography and geomorphology*, 3(87), 47–67. <https://doi.org/10.17721/phgg.2017.3.07> [in Ukrainian].
23. Karabiniuk, M.M., Hnatiak I.S., Burianyk O.O., Hostiuk Z.V., & Karabiniuk Y.V. (2021). Suchasna dynamika rivniv vod ta yikh pavodkovykh pidiomiv u verkhivi richky Prut u mezhakh landsaftu Chornohora (Ukrainski Karpaty) [Modern dynamics of water levels and their flood rises in the upper reaches of the Prut River within the Chornohora Landscape (Ukrainian Carpathian)]. *Physical geography and geomorphology*, 1–3 (105–107), 7–17. <https://doi.org/10.17721/phgg.2021.1-3.01> [in Ukrainian].
24. Kovalchuk, I. (2003). Heoloho-heomorfolohichni protsesy v Karpatskomu rehioni Ukrainy [Geological and geomorphological processes in the Carpathian region of Ukraine]. *Proceedings of the Shevchenko Scientific Society*, 12, 101–125 [in Ukrainian].
25. Komendar, V. (1998). Katastrofichni poveni v Zakarpatti: prychny vynykennia i zakhody po zapobihanniu [Catastrophic floods in Zakarpattia: causes and prevention measures]. *Native Nature*, 4–6, 7–11 [in Ukrainian].
26. Kuzyk, I., & Melnyk, Yu. (2023). Vodokorystuvannia yak chynnyk formuvannia ekolohichnoi bezpeky baseinu richky Nichlava [Water use as a factor in the formation of environmental safety of the Nichlava River basin]. *The Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Geography*, 1(54), 240–247. <https://doi.org/10.25128/2519-4577.23.1.26> [in Ukrainian].
27. Melnyk, A.V., Karabiniuk, M.M., Kostiv, L.Ya., Senychak, D.V., & Yaskiv, B.V. (2018). Natural territorial complexes of the Lazeshchena river basin within the limits of Chornohora. *Physical geography and geomorphology*, 2 (90), 5–24. <https://doi.org/10.17721/phgg.2018.2.01> [in Ukrainian].
28. Melnyk, T.P. (2009). Zahalnyi analiz, shliakhy ta zasoby rozviazannia problemy talo-doshchovykh pavodkiv terytorii baseinu r. Tysa [General analysis, ways and means of solving the problem of melt-rain floods in the Tysa River basin]. *Hydraulics and Hydraulic Engineering*, 63, 16–25 [in Ukrainian].
29. Melnyk, T.P. (2011). Hidroekolohichna sytuatsiia baseinu r. Borzhava (problemy ta shliakhy optymizatsii) [Hydroecological situation of the Borzhava river basin (problems and ways of optimization)]. *Physical geography and geomorphology*, 3(64), 56–63 [in Ukrainian].
30. Melnyk, T.P. (2009). Udoskonalennia rozrakhunku zon zatoplennia terytorii zaplavy r. Borzhavy na diliantsi avtodorohy Zarichchia-Vilkhivka [Improving the calculation of flood zones on the Borzhava River floodplain along the Zarichchia-Vilkhivka highway]. *Water Management in Ukraine*, 6, 82–98 [in Ukrainian].
31. Mykyta, M.M., & Saliuk, M.R. (2013). Analiz suchasnykh heomorfolohichnykh protsesiv vulkanichnykh hir Zakarpattia [Analysis of modern geomorphological processes in the volcanic mountains of Zakarpattia]. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: Geography. Land management. Nature management*, 1, 16–22 [in Ukrainian].

32. Nazarevych, A., Bayrak, G., & Nazarevych, L. (2023). Osoblyvosti reliefu raionu serednoi techii richky Borzhavy ta yikhonii zviazok iz heodynamikoii ta seismotektonikoii [Features of relief of the Borzhava River middle flow area and their connection with geodynamics and seismotectonics]. *Problems of Geomorphological and Paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent areas: Scientific Journal*, 1(15), 78–103. <https://doi.org/10.30970/gpc.2023.1.3949> [in Ukrainian].
33. Slyvka, R.O. (1992). Protjeroziini zakhody na rikakh pivdenno-zakhidnykh skhyliv Ukrainskykh Karpat [Erosion control measures on the rivers of the southwestern slopes of the Ukrainian Carpathians]. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*, 18, 23–27 [in Ukrainian].
34. Sukhyi, P.O., Skrypnyk, Ya.P., & Berezka, I.S. (2012). Otsiniuvannia antropohennoho vplyvu na baseinovi systemy [Assessment of anthropogenic impact on basin systems]. *Scientific Herald of Chernivtsi University: Geography*, 612–613, 166–168 [in Ukrainian].
35. Tykhanovych, Ye., Bilaniuk, V., Ivanov, Ye., & Papish, I. (2020). Typolohiia ta morfometrychni parametry lavynnykh heokompleksiv masyvu Borzhava [Typology and morphometric parameters of avalanche geocomplexes of the Borzhava massif]. In *Constructive geography and cartography: state, problems, prospects: proceedings of the international scientific and practical online conference* (pp. 110–113). Lviv: Prostir-M [in Ukrainian].
36. Bilaniuk, V., & Tykhanovych, Ye. (2017). *Lavyny Ukrainskykh Karpat: poshyrennia i dynamika: monohrafiia* [Avalanches of the Ukrainian Carpathians: Distribution and Dynamics: monograph]. Lviv: LNU of Ivan Franko [in Ukrainian].
37. Felbaba-Klushyna, L.M., & Huklyvska, A.V. (2021). Raryetna flora i roslynnistiu Borzhavskoho hirsokoho masyvu Ukrainskykh Karpat ta perspektyvy yikh okhorony [Rare flora and vegetation of the Borzhava mountain range of the Ukrainian Carpathians and prospects for their protection]. *Biology and Ecology*, 7(1), 96–104. <https://doi.org/10.33989/2021.7.1.243457> [in Ukrainian].
38. Khomyn, Ya. (2014). Velychyna ta dynamika sumarnoho stoku nanosiv u riznoporiadkovykh richkovykh systemakh baseinu r. Borzhava [The magnitude and dynamics of total sediment runoff in different river systems of the Borzhava River basin]. *Problems of Geomorphological and Paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent areas: Scientific Journal*, 165–172 [in Ukrainian].
39. Cherniavskiy, M.V., Henyk, Ya.V., & Vandzhurak, P.I. (1998). Prypolonynni bukovi pralisy Borzhavy ta Ivolyvy [Beech forests of Borzhava and Ivolyvy]. In *The agricultural complex of Transcarpathia: current state, problems of stabilization and prospects for development: materials of the regional scientific and practical conference* (pp. 189–195). Uzhhorod: Patent [in Ukrainian].
40. Cherniavskiy, M.V., Henyk, Ya.V., & Maryskevych, O.H. (1997). Grunty prypolonynnykh bukovykh pralisiv Borzhavy [The soils of Borzhava's beech forests near the valley floor]. In *The importance and prospects of stationary research for biodiversity conservation: materials of the scientific conference* (pp. 171–173). Lviv: Prostir-M [in Ukrainian].
41. Cherniavskiy, M.V., Henyk, Ya.V., Khmil, I.V., & Vandzhurak, P.I. (2010). Prypolonynni bukovi pralisy Borzhavy [Borzhava's beech forests near the valley floor]. In *The main causes of deforestation and forest degradation in Ukraine: materials of the international scientific and practical conference* (pp. 142–147). Kosiv-Lviv: Drukarski kunshty [in Ukrainian].
42. Shyshkanynets, I.F., Lutak, V.V., & Fennych, V.S. (2021). Sanitarnyi stan pokhidnykh yalynovykh nasadzen Natsionalnoho pryrodnoho parku «Zacharovanyi kraj» [Sanitary condition of spruce plantations of the National Nature Park «Zacharovanyi Kraj»]. *Scientific bulletin of UNFU*, 31(4), 54–58 [in Ukrainian].
43. Shlinski, A.V., & Radysh, I.P. (2023). Stvorennia modeli zon zatoplennia dilianky sil Bene, Borzhava, Vary yak bazova skladova pry planuvanni naselenoho punktu [Creation of a model of flood zones in the villages of Bene, Borzhava, Vary as a basic component in the planning of the settlement]. In *New technologies in geodesy, land management and nature management: materials XI international scientific and practical conference* (pp. 95–100). Uzhhorod: FOP Sabov A.M. [in Ukrainian].
44. Iushchenko, Yu., Pasichnyk, M., Burbak, O., Vudvud, M., & Zakrevskiy, O. (2023). Pryrodnyi i antropohenno zminenyi stan landshaftu richky prut v mezhakh urboekosystemy Chernivtsiv ta problemy optymizatsii upravlinnia nym [The natural and anthropogenically altered state of the Prut River landscape within the Chernivtsi urban ecosystem and the problems of optimizing its management]. *Věda a perspektivy*, 8(27), 1–13. [https://doi.org/10.52058/2695-1592-2023-8\(27\)-295-307](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2023-8(27)-295-307) [in Ukrainian].
45. Izsák, T. (2010). The effect of human work on the environment in the delta of river Borzsa, the right-side branch of the Tisza. *Acta Beregsasiensis*, 1, 233–240 [in English].

ГЕОСОФІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Кисельов Юрій Олександрович,

доктор географічних наук, професор,
завідувач кафедри геодезії, картографії і кадастру
Уманського національного університету садівництва
ORCID ID: 0000-0003-0530-1892

Актуальність дослідження: сучасна російсько-українська війна, в ході якої держава-агресор анексує тимчасово окуповані території України як нібито «одвіку російські», з особливою гостротою ставить питання про українські етнічні межі та кордони українських державних утворень, які існували в минулому. **Предметом дослідження** є процес формування української національної території як у контексті поширення українців у Євразії, так і закріплення державних кордонів на різних етапах українського державотворення. **Мета дослідження:** окреслити геософічні аспекти процесу формування української національної території як в етнічному, так і державному контекстах. **Методологія дослідження:** геософічний підхід, діалектика, системний підхід, ландшафтний підхід, історичний метод, картографічний метод, методи аналізу, синтезу, порівняння, узагальнення. **Результати дослідження:** з геософічних позицій в історичному контексті окреслено шляхи формування української національної території, проведено диференціацію еволюції українських етнічних меж і державних кордонів та зазначено перспективи можливого зростання території України. **Практичне значення:** отримані результати можуть бути використані в процесі повоєнної організації території Східної Європи в ході ймовірного розпаду російської федерації. **Висновки:** еволюція української етнічної території характеризується її зростанням від початку історії державності (IX ст.) до кінця XIX – початку XX ст.; кордони українських державних утворень як у давні часи, так і в XX ст., формувалися як відповідно до етнічних меж, так і залежно від зовнішніх обставин. **Перспективи подальших досліджень** полягають у застосуванні геософічного підходу для аналізу еволюції національних територій інших держав, особливо тих, що межують із російською федерацією, а також тих, що в майбутньому можуть утворитися на її руїнах.

Ключові слова: українська національна територія, українська етнічна територія, українська державна територія, геософічний підхід, ландшафт, фронтір.

Kyselov Yurii. Geosophysical aspects of shaping territory of Ukraine

Relevance of the research. The modern Russian-Ukrainian war, during that the state-aggressor annexes temporally occupied Ukrainian territories so as they were as if “Russian” from ages, with an especial acuteness enhances the question about Ukrainian ethnical boundaries and boundaries of the Ukrainian state formations that were existing in the past time. **The subject of the research** is the process of shaping Ukrainian national territory in the context of enlarging Ukrainians in Eurasia, so as in the context of securing state boundaries on different stages of the Ukrainian state shaping. **The purpose of the study** is to line geosophysical aspects of the process of shaping Ukrainian national territory in the ethnical context, so as in the aspect of the state organization of this territory. **Research methodology:** geosophysical approach, dialectics, systemic approach, landscape approach, historical method, cartographical method, the methods of analysis, synthesis, comparing, generalization. **Research results.** The ways of shaping Ukrainian national territory from geosophysical positions in the historical context are lined, the differentiation of evolution of the Ukrainian ethnical and state boundaries is realized, and perspectives of the potential growing of the territory of Ukraine are marked. **Practical significance:** accepted results may be used in the process of the after-war organization of the territory of Eastern Europe during potential disintegration of the Russian Federation. **Conclusions.** The evolution of the Ukrainian ethnical territory is characterized by its growing from the beginning of the history of statehood (the IX-th century) to the end of the XIX-th – beginning of the XX-th century; the boundaries of Ukrainian state formations in the ancient times, so as in the XX-th century, were shaped with relation to ethnical boundaries, so as with dependence from outer circumstances. **Further studies** of this issue should be aimed at using geosophysical approach for the analysis of evolution of the national territories of other states, especially those that have boundaries with the Russian Federation, and also those that can be founded on its ruins in future.

Key words: Ukrainian national territory, Ukrainian ethnical territory, Ukrainian state territory, geosophysical approach, landscape, frontier.

Вступ. Воєнна агресія російської федерації проти України зумовила потужний опір української нації з виразним наміром визволити від кремлівських окупантів всю територію Української держави в міжнародно визнаних кордонах. Проте, неможливим є механічне повернення до стану, що існував раніше; згідно з логікою історичного процесу, всі імперії розпадалися, й сучасна російська квазіімперія винятком бути не може. Тому постає питання майбутньої державної організації людського простору на руїнах сьогоденної росії. Засади проведення таких організаційних заходів мають корі-

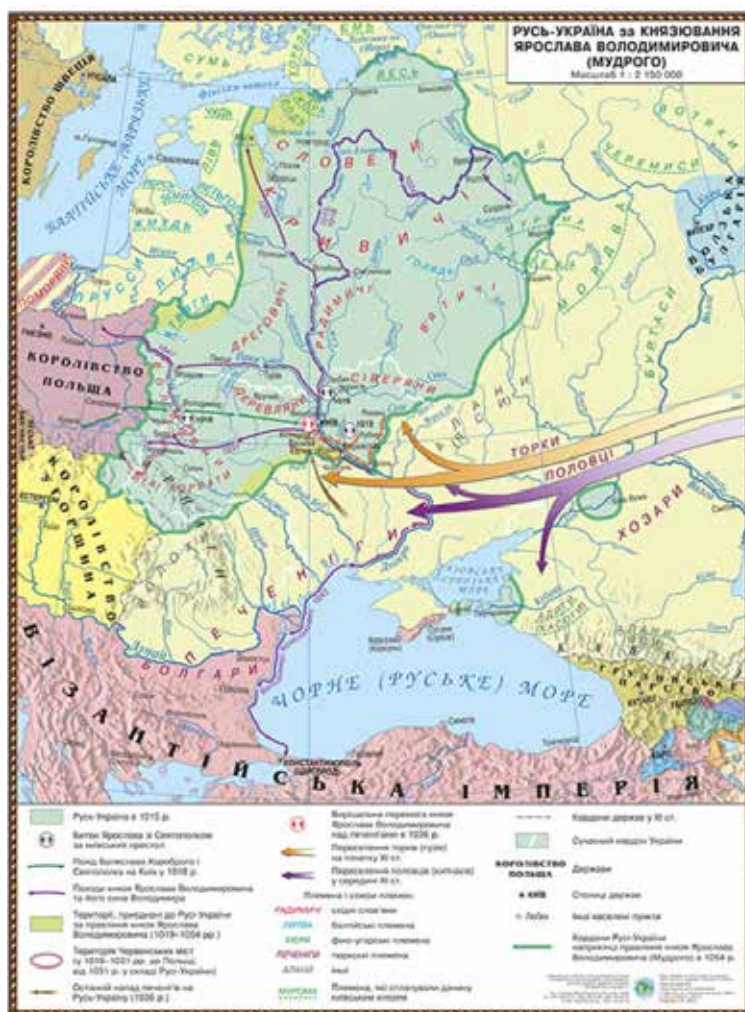
нитися в позитивних прикладах з історичного минулого України, з урахуванням обрисів її території в різні епохи.

Для забезпечення оптимального повоєнного територіального устрою Центрально-Східної Європи важливим є застосування геософічного підходу до просторового аналізу, суть якого полягає у визначенні ролі, яку відіграє кожна конкретна територія, відповідно до її географічного положення й характеру ландшафту, в людському просторі.

Матеріал та методи. Матеріалом для нашої послугували праці українських і зарубіжних учених, які з гео-

Результати. Формування території України є довготривалим і складним процесом. Впродовж більш ніж тисячі років (якщо брати до уваги добре задокументовану вітчизняну історію, починаючи від князювання

Характерною особливістю формування кордонів Старокіївської Української держави було залучення до її території слабоосвоєних земель на північний схід від Києва (в тому числі розташованих досить далеко від столиці) із населенням, що перебувало на дуже низькому рівні суспільного розвитку (рис. 1). Через подальший розпад Русі, що стався в XII ст., та відсутність надійних шляхів сполучення між Києвом, Переяславом, Черніговом, з одного боку, та зайнятим лісами й болотами Володимиро-Суздальським краєм, з іншого, останній під час монголо-татарського вторгнення до Східної Європи швидко перейшов під їхню владу. Найтривкішим осередком української державності в XIII ст. стало Галицько-Волинське князівство (згодом – королівство); отже, тоді відбулося виразне переміщення центру тяжіння української державної території на захід Східно-Європейської (Руської) рівнини (рис. 2).



**Рис. 1. Етнографічна карта Київської Русі-України та суміжних територій
(з відкритих Інтернет-джерел)**

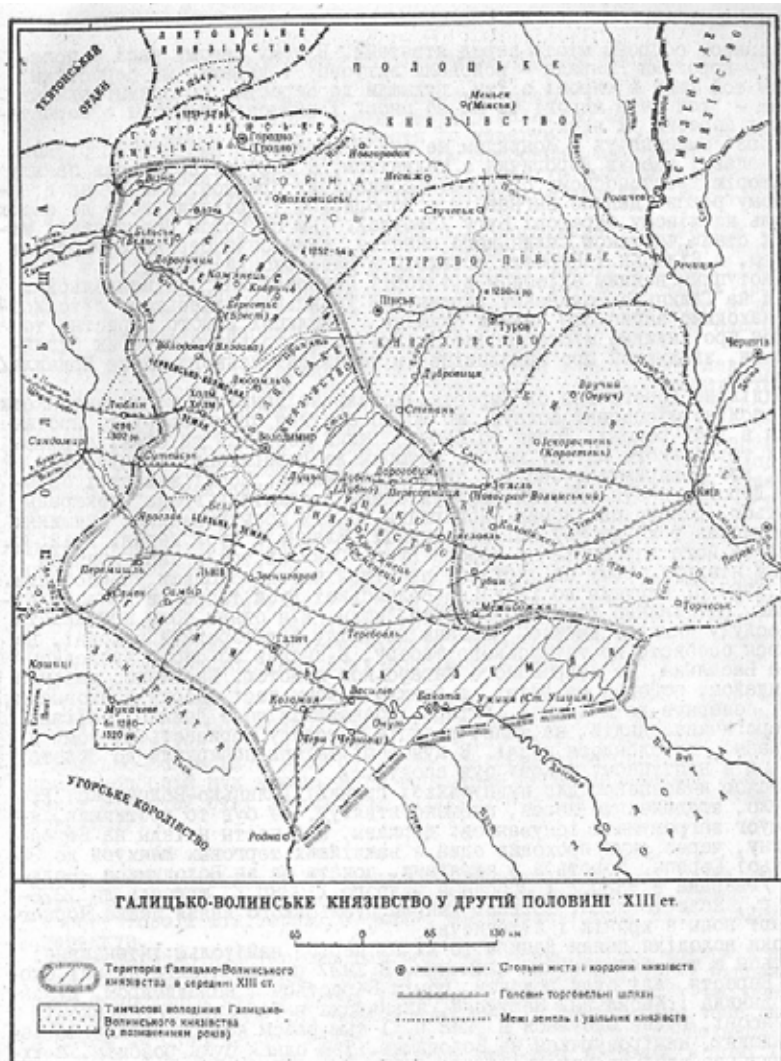


Рис. 2. Українські землі у складі Галицько-Волинської держави (XIII ст.) [3]

Якщо ранній (доби класичного Середньовіччя) етап формування української державної території розглядати з позицій геософічного підходу, то слід наголосити на північно-східному векторі експансії за старокиївських часів та зосередженості на захід-південно-західному напрямі за Галицько-Волинської держави. Сама по собі орієнтованість на схід характеризує експансію як таку, тоді як відсунуте на захід положення є, на нашу думку, ознакою деякої звуженості українського простору.

Після занепаду й остаточного припинення існування Галицько-Волинського королівства елементи давньоукраїнської державності зберігалися в суспільному житті Великого Князівства Литовського (рис. 3). Важливо відзначити зорієнтованість його території на заході Руської рівнини, причому протяжність її була майже однаковою як із півночі на південь (від Вільнюса майже до сучасної Одеси), так і із заходу на схід (від Володимира до Полтави). Таку досить компактну конфігурацію можна розглядати як певну ознаку європейської держави з осілим населенням.

Починаючи з Люблінської унії, коли внаслідок об'єднання Польщі та Литви українське населення

фактично втратило суб'єктність у новоствореній Речі Посполитій та водночас увиразнився процес творення української нації в новоєвропейському розумінні цього поняття, доводиться вести мову не про державну, а про етнічну українську територію. Вона стала вужчою порівняно з добою Великого Князівства Литовського, оскільки на півночі так само активізувалися процеси формування литовської та білоруської націй (у випадку останньої він, на нашу думку, так і не був завершений). Тобто, відбулося зосередження українців на частині їхньої сучасної етнічної території в межах Полісся та Лісостепу (рис. 4).

Істотні зміни української етнічної території пов'язані з початком козацької доби, тобто активним освоєнням українцями Степу (рис. 5). Саме тоді, з XVI ст., ареал розселення українців став набувати основних сучасних рис. На нашу думку, Степ став діалектичною антитезою Полісся, яке було регіоном української експансії на початку II тис. по Хр., і де українська присутність від середини цього ж тисячоліття стала поступово зменшуватися. Опанування степом мало для українців велике значення. По-перше, степові терени явили для



Рис. 3. Велике Князівство Литовське на тлі сучасних державних кордонів (з відкритих Інтернет-джерел)

українців деяку противагу втраченим північно-східним територіям, які контролювала Давня Русь. По-друге, українська колонізація степових ландшафтів змінила самий характер Степу як людського простору – він став значно краще організованим, з кочівного перетворився на селянсько-козацький (служив у певному поєднанні потребам ведення господарства та оборони). Родючі ґрунти – чорноземи звичайні, поширені в північно-степовій підзоні, стали в пригоді для хлібороба.

Слід відзначити, що навіть після скасування Першого Гетьманату й ліквідації автономії України у складі російської імперії українська етнічна територія не звужувалась. Тимчасово позбувшись державно-політичної самоорганізації, українці не лише успішно зберігали себе як етнічна спільнота, поступово стаючи нацією. Вони також поширювали ареал своєї присутності на нові землі, включаючи Кубань, Жовтий (Поволжя), Сірий (Південний Сибір) та Зелений (Далекий Схід Євразії) Клин (рис. 6). Ніде вони не піддавалися асиміляції ні з боку корінних етносів, ні з боку московитських «попутників» у дорозі на Схід. Таким чином, українці брали активну роль у формуванні євразійського фронтиру – мігруючої умовної межі поширення осілих наро-

дів європейського походження у східному напрямі, або, за Ф. Тернером, – «укріплена межева лінія, що простягається через густозаселені території», «межа території з щільністю поселень у дві квадратні милі й більше» (переклад наш – Ю. К.) [12, р. 4]. Даючи два різних визначення поняття «фронтір», вищезгаданий американський науковець брав до уваги відповідно європейський і американський фронтири, кожному з яких власна своя специфіка.

Важливо наголосити, що український фронтір поступово наближався до Тихого океану, кінець-кінцем підійшовши впритул до нього (отже, кількісні зміни в розширенні української етнічної території перешли в якісні, виражені у фактичному опануванні етнічними українцями тихоокеанського узбережжя). Таку еволюцію східного пограниччя української етнічної території ми вважаємо закономірною, позаяк південь Сибіру, яким переважно просувався фронтір, зайнятий степовими ландшафтами, морфологічно подібними до степів Південно-Східної Європи. Тому, на нашу думку, доречно стверджувати про більшу подібність українського фронтиру до американського, ніж до європейського. І шлях розвитку сільського господарства українців після осво-



Рис. 4. Річ Посполита напередодні Хмельниччини на тлі сучасних державних кордонів (з відкритих Інтернет-джерел)

Цифрами позначені: 1 – власне Польща, 2 – Пруссія (ленні землі Польщі), 3 – Литва, 4 – Лівонія (ленні землі Польщі та Литви), 5 – Курляндія (ленні землі Польщі та Литви)

ення ними «клинів» більшою мірою нагадував американський – фермерський, ніж прусський – юнкерський.

Попри можливість відтворення на територіях нового поселення традиційного способу життя й господарювання українців, все ж питання збереження національної свідомості виявилось проблематичним – якщо в умовах царату відсоток населення Далекого Сходу, що ідентифікувало себе як українці («малороси»), лишався високим, то за советських часів він послідовно знижувався й у сучасній росії є мінімальним.

І все ж головним результатом освоєння українцями Південного Сибіру й Далекого Сходу, яке можна порівняти із заселенням американцями Дикого Заходу, стало максимальне розширення української етнічної території, навіть попри відсутність власної державності.

XX сторіччя, на відміну від попереднього йому, в аспекті формування території України позначилося відновленням її державної території. Попри поступове звуження етнічної території, викликане, передовсім, значною асиміляцією українців на теренах російської федерації, починаючи з 1930-х рр., наявність державної території в 1991 р. стала остаточною реальністю. При цьому необхідно відзначити, що ця територія стала приблизно в півтора рази вужчою порівняно з територією Української держави 1918 р. [9]. Документальним свідченням тому є низка карт, створених упродовж



Рис. 5. Територія Вольностей Запорозьких [5]

1918–1920 рр., зокрема найвідоміша з них поза межами України мапа, представлена на Паризькій мирній конференції 1919 р. [8].

Не зважаючи на відзначену вище істотну асимілюваність етнічних українців на теренах рф, навіть тепер, у XXI ст., площа української етнічної території, окрес-

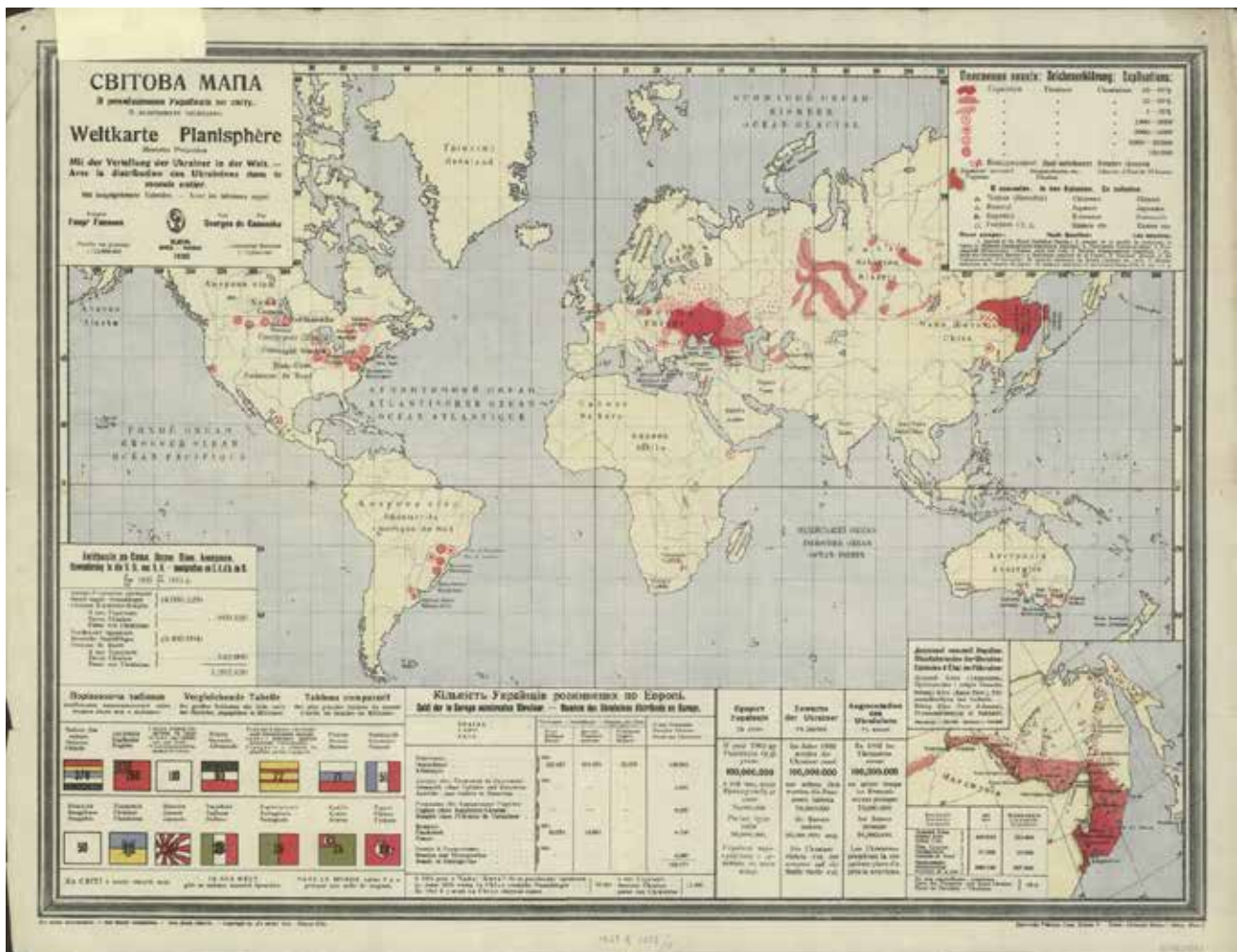


Рис. 6. Український євразійський фронтір на карті світу (за Ю. Гасенком) [11]

лена С. Л. Рудницьким [10], істотно перевищує площу території державної. Важливим завданням Української держави є і буде відродження й підтримка українського національного життя на всіх теренах, заселених етнічними українцями.

Висновки. Формування української державної території доречно вкладати в контекст IX–XIV ст. (Старокиївська, Галицько-Волинська й – частково – Литовсько-Руська держави) та, починаючи з XX ст. (УНР, Українська держава 1918 р. та сучасна Україна). При цьому помітною є тенденція до звуження території українських державних утворень упродовж кожного із зазначених циклів державотворення, що ми пов'язуємо з наслідками боротьби з агресив-

ними сусідами. Водночас українська етнічна територія мала стійку тенденцію до зростання аж до 1930-х рр. – часу початку посиленої асиміляції українців на теренах росії. Перспективи виникнення нової тенденції до збільшення площі української національної території (як етнічної, так і державної) можуть бути зумовлені можливим майбутнім розпадом російської федерації.

Подальші дослідження порушеної нами проблеми можуть бути пов'язані з вивченням геософічних особливостей формування територій інших держав, особливо тих, що межують з рф і, отже, так само, як і Україна, матимуть потенціал до зростання своєї площі.

Література:

1. Байцар А. Л. Україна та українці та європейських етнографічних картах. Львів: ЗУКЦ, 2022. 328 с.
2. Байцар А. Л. Географія та картографія українських історико-етнографічних земель (XII – початок XX ст.). Львів – Вінники, 2023. 295 с.
3. Гай-Нижник П. П. Особистий сайт // URL: <https://hai-nyzhnyk.in.ua/doc2/map.galytsko-volynske.php>
4. Дністрянський М. С. Загострення геополітичних взаємин у період постмодерну та становище України. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 154 с.

5. Енциклопедія українського козацтва // URL: [esource.history.org.ua/cgi-bin/eiu/history.exe?&I21DBN=INAV&P21DBN=INAV&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=inav_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=IDI=&S21COLORTERMS=0&S21STR=1261
6. Заставний Ф. Д. Географія України: в 2-х кн. Львів: Світ, 1994. 472 с.
7. Кисельов Ю. О. Український фронтір як геософічна проблема. *Часопис соціально-економічної географії*, вип. 10(1). Х., 2011. С. 65–68.
8. Кисельов Ю. О., Кисельова О. О. Українська етнічна та державна територія на картах 1915–1922 років. Сьомі Сумські наукові географічні читання: збірник матеріалів Всеукраїнської наукової конференції (Суми, 14–16 жовтня 2022р.) / [упорядник Корнус А.О.]. Суми. 2022. С. 162–164.
9. Мапи України різних років // URL: <https://zabytki.in.ua/community/d/289-мапи-ukrayini-raznikh-rokiv>
10. Рудницький С. Л. Українська справа зі становища політичної географії // Чому ми хочемо самостійної України? / упор., передмова О.І. Шаблія. Львів: Світ, 1994. С. 93–208.
11. Світова мапа з розміщенням українців по світу // URL: https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BC%D0%B0%D0%BF%D0%B0_%D0%B7_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%BC%D1%96%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%D0%BC_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%86%D1%96%D0%B2_%D0%BF%D0%BE_%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%83.jpg
12. Turner, F. J. (1920). The Significance of the Frontier in American History. *The Frontier in American History*. 293 p.

References:

1. Baitsar, A. L. (2022). Ukraina ta ukraiintsi na yevropeiskyykh etnografichnykh kartakh [Ukraine and Ukrainians on European ethnographical maps]. Lviv: ZUKTS.
2. Baitsar, A. L. (2023). Heohrafiia ta kartohrafiia ukraiinskykh istoryko-etnografichnykh zemel (XII – pochatok XX st.) [Geography and cartography of the Ukrainian historical and ethnographical lands (XII – beginning of XX century)]. Lviv – Vynnyky.
3. Hai-Nyzhnyk, P. P. A private site // URL: <https://hai-nyzhnyk.in.ua/doc2/map.galytsko-volynske.php>
4. Dnistrianskyi, M. S. (2021). Zahostrennia heopolitychnykh vzaiemyn u period postmodernu ta stanovyshe Ukrainy [Acuting of geopolitical connections in the postmodern period and the state of Ukraine]. Lviv: Ivan Franko LNU.
5. Entsyklopediia ukraiinskoho kozatstva [The Encyclopedia of the Ukrainian Cossackship] // URL: [esource.history.org.ua/cgi-bin/eiu/history.exe?&I21DBN=INAV&P21DBN=INAV&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=inav_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=IDI=&S21COLORTERMS=0&S21STR=1261
6. Zastavnyi, F. D. (1994). Heohrafiia Ukrainy [Geography of Ukraine]: in two books. Lviv: Svit.
7. Kyselov, Yu. O. (2011). Ukrainyskyi frontyr yak heosofichna problema [The Ukrainian frontier as a geosophysical issue]. *Chasopys sotsialno-ekonomichnoii heohrafi, ed. 10(1)*. Kharkiv. P. 65–68.
8. Kyselov, Yu. O.; Kyseliova, O. O. (2022). Ukrainiska etnichna ta derzhavna terytoriia na kartakh 1915–1922 rokiv [Ukrainian ethnical and state territory on the maps edited in 1915–1922]. *The seventh Sumy scientific geographical readings: A collection of materials of an All-Ukrainian scientific conference (Sumy, October 14–16, 2022)* [editor Kornus A. O.]. Sumy. P. 162–164.
9. Mapy Uktaiiny riznykh rokiv [The maps of Ukraine of different years] // URL: <https://zabytki.in.ua/community/d/289-mapi-ukrayini-raznikh-rokiv>
10. Rudnytskyi, S. L. (1994). Ukrainiska sprava zi stanovyssha politychnoi heohrafi // Chomi my khochemo samostiinoii Ukrainy? [The Ukrainian affair from the point of view of the political geography // Why we want the independent Ukraine?] / foreword, composition by O. I. Shablii. Lviv: Svit. P. 93–208.
11. Svitova karta z rozmishchenniam ukraiintsiiv po svitu [A world map with the expansion of Ukrainians around the world] // URL: https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BC%D0%B0%D0%BF%D0%B0_%D0%B7_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%BC%D1%96%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%D0%BC_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%86%D1%96%D0%B2_%D0%BF%D0%BE_%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%83.jpg
12. Turner, F. J. (1920). The Significance of the Frontier in American History. *The Frontier in American History*. 293 p.

ІНДУСТРІАЛЬНА СПАДЩИНА: КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО ВИДІЛЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ

Пацюк Вікторія Сергіївна,

кандидат географічних наук, доцент, докторант, доцент кафедри туризму та економіки
Криворізького державного педагогічного університету

ORCID ID: 0000-0002-0401-2573

Scopus Author ID: 57817675900

Web of Science Researcher ID: E-4220-2019

Стрімкий технологічний розвиток спровокував докорінну трансформацію традиційної промисловості. Як наслідок, багато історичних промислових об'єктів та пов'язаної з ними інфраструктури вже не використовуються. Щоб врятувати їх від занедбання чи знесення необхідно тотально порушувати питання збереження індустріальної спадщини як це робиться в європейських країнах. Адже індустріальна спадщина є важливим надбанням промислових регіонів. Маючи вагоме історичне, наукове, соціально-економічне і естетичне значення, вона дозволяє зберегти пам'ять про минуле й поповнити досвід теперішнього покоління.

Індустріальна спадщина сьогодні серйозно сприймається академічною наукою і є предметом вивчення в закордонних університетах. В Україні лише підіймається проблематика охорони та збереження даної спадщини та її дослідження в контексті пошукових робіт географічного, містопланувального, культурологічного та пам'яткоохоронного формату. Ключовою міжнародною інституцією, що займається даним питанням є ТІССІН – Міжнародний комітет зі збереження індустріальної спадщини. Її метою є вивчення, захист, збереження та пояснення залишків індустріалізації.

В дослідженні докладно було проаналізовано напрацювання як закордонних, так і вітчизняних фахівців, що висвітлювали проблематику індустріальної спадщини та різні підходи щодо її класифікації. На основі аналізу наявних схем класифікації індустріальної спадщини запропоновано авторське бачення, яке акцентує увагу на класифікації індустріальних об'єктів за генезисом, значенням, формою територіальної локалізації, туристичним потенціалом тощо.

Як результат проведеного дослідження запропоновано алгоритм подальшого використання даної спадщини, що включає оцінку та інвентаризацію об'єктів індустріальної спадщини; аналіз можливостей для повторного використання; розробку концепції подальшого використання індустріальної спадщини; трансформацію спадщини на принципах сталості за найбільш прийнятним та затребуваним сценарієм; популяризацію даної спадщини та залучення її до туристичної діяльності; моніторинг та оцінку ефективності використання спадщини.

Ключові слова: індустріальна спадщина, класифікація об'єктів індустріальної спадщини, сталий розвиток, ревіталізація та трансформація спадщини.

Patsiuk Viktoriia. Industrial heritage: conceptual approaches to the identification and classification of objects

Rapid technological development has provoked a radical transformation of traditional industry. As a result, many historical industrial sites and related infrastructure are no longer in use. To save them from neglect or demolition, it is necessary to address the issue of preserving industrial heritage comprehensively, as is done in European countries. After all, industrial heritage is an important asset of industrial regions. With significant historical, scientific, socio-economic, and aesthetic value, it allows us to preserve the memory of the past and enrich the experience of the present generation.

Industrial heritage is now taken seriously by academia and is a subject of study in foreign universities. In Ukraine, the issue of protecting and preserving this heritage and its research in the context of geographical, urban planning, cultural, and heritage studies is only now being raised. The key international institution dealing with this issue is TICCIN – the International Committee for the Conservation of Industrial Heritage. Its aim is to study, protect, preserve, and interpret the remains of industrialization.

The study thoroughly analyzed the work of both foreign and domestic experts who highlighted the issues of industrial heritage and various approaches to its classification. Based on the analysis of existing classification schemes for industrial heritage, the author's vision is proposed, which focuses on the classification of industrial objects by genesis, significance, form of territorial location, tourist potential, etc.

As a result of the study, an algorithm for the further use of this heritage is proposed, which includes the assessment and inventory of industrial heritage objects; analysis of opportunities for reuse; development of a concept for the further use of industrial heritage; transformation of heritage on the principles of sustainability according to the most acceptable and demanded scenario; popularization of this heritage and its involvement in tourism; monitoring and evaluation of the effectiveness of heritage use.

Key words: industrial heritage, classification of industrial heritage objects, sustainable development, revitalization and transformation of heritage.

Вступ. Масштабна індустріалізація, яка мала місце в XIX–XX століттях привела до бурхливого зростання виробничих потужностей, створення численних підприємств, кардинальної зміни ландшафтів в місцях активної гірничодобувної діяльності. Для більшо-

сті населених пунктів саме промислові підприємства мали містоформуюче значення. Поступовий технічний та технологічний прогрес призвів до скорочення масштабів виробничих просторів та до зміщення промислового виробництва у країни, що розвивались. Це

обумовило появу закинутих будівель та депресивних просторів у містах та, відповідно, загострення питання щодо подальшої долі цих територій. І якщо в європейських країнах вже давно нагальною є необхідність докладного вивчення всіх відпрацьованих об'єктів з метою усвідомлення можливих напрямків їх подальшого використання, то в нашій країні зазвичай сталість в рішеннях не прослідковувалась: все, що було можливим здавалось на метал, а потім зрівнювалось із землею. В той же час, велика частина знищених та нині закинутих об'єктів цілком резонно може розглядатись як індустріальна спадщина.

Індустріальна спадщина є дуже вразливою та часто піддається ризику, часто втрачається через відсутність обізнаності, документації, визнання чи захисту, а також через зміну економічних тенденцій, негативне сприйняття, екологічні проблеми або через сам розмір і складність. Проте, подовжуючи життєвий цикл існуючих структур і втілену в них енергію, збереження промислової спадщини може сприяти досягненню цілей сталого розвитку на місцевому, національному та міжнародному рівнях. Він торкається як соціальних, так і фізичних та екологічних аспектів розвитку, і його слід визнати таким [1].

Індустріальна спадщина є важливим елементом культурного ландшафту, що відображає історичний розвиток суспільства та його економічні досягнення. Збереження та використання індустріальних об'єктів становить значний інтерес не лише для дослідників, але й для місцевих громад, туристичної галузі та органів управління культурною спадщиною. Однак, незважаючи на зростаючу увагу до індустріальної спадщини, її виділення та класифікація залишаються складними завданнями, що потребують комплексного підходу. Саме в проблематиці класифікації індустріальної спадщини була спроба розібратися в цій статті.

Матеріали та методи. Матеріалами даного дослідження стали керівні принципи та угоди ТІССІН (Міжнародного комітету зі збереження промислової спадщини): Нижньотагільська Хартія індустріальної спадщини [2], в якій сформульовані концептуальні засади індустріальної спадщини, затверджена у липні 2003 року, а також Дублінські принципи [1] – спільні принципи ІСОМОС – ТІССІН щодо збереження об'єктів промислової спадщини, споруд, територій і ландшафтів, ратифіковані в 2011 році. Також базисне значення для розуміння цінності та ролі індустріальної спадщини, розуміння доказів її існування, усвідомлення потенціалу має Посібник ТІССІН зі збереження промислової спадщини [3].

Метою дослідження є обґрунтування концептуальних підходів щодо виділення індустріальної спадщини шляхом докладного аналізу підходів вітчизняних та закордонних авторів щодо трактування даного поняття та підходів щодо її класифікації. Мета дослідження реалізовувалась за допомогою використання методів аналізу та синтезу, індукції та дедукції, систематичного огляду літератури. Проведене дослідження дозволило шляхом структурування даних сформулю-

вати авторську класифікацію індустріальної спадщини. Це загалом дозволило запропонувати алгоритм сталого використання індустріальної спадщини в нашій державі.

Результати дослідження. Поняття «індустріальна спадщина» з'явилося в Англії лише в середині ХХ століття, в період, коли було зруйновано декілька застарілих промислових будівель та ландшафтів. Остаточним сформованим дане поняття стало в одному з ключових документів організації ТІССІН – Нижньотагільський Хартії індустріальної спадщини. Відповідно до трактування, представленого в цій Хартії, індустріальна спадщина складається із залишків індустріальної культури, які мають історичну, технологічну, соціальну, архітектурну або наукову цінність. Ці залишки складаються з будівель і машин, майстерень, млинів і заводів, шахт і об'єктів переробки та збагачення, складів і магазинів, місць, де виробляється, передається і використовується енергія, транспорту і всієї його інфраструктури, а також місць, що використовуються для соціальної діяльності, пов'язаної з промисловістю, наприклад, житла, релігійних обрядів або освіти [2]. Окрім цього, у Хартії зазначено, що промислова спадщина має соціальну цінність як частина історії життя, і як така вона забезпечує важливе відчуття ідентичності. Вона має технологічну та наукову цінність в історії виробництва, інженерії, будівництва, і може мати значну естетичну цінність для якості своєї архітектури, дизайну чи планування.

Польські дослідниці А. Коньйор та В. Покойська, окреслюють індустріальну спадщину як дуже специфічний тип спадщини, який складається із залишків індустріальної культури, які мають історичну, технологічну, соціальну, архітектурну або наукову цінність. Вона може включати будівлі, обладнання, майстерні, фабрики, склади, шахти, транспортну інфраструктуру та місця соціальної активності, опосередковано пов'язані з промисловістю: житлова архітектура, місця релігійного поклоніння або освіти. Індустріальна спадщина може мати різні розміри та форми. Однак вона рідко обмежується одним об'єктом чи територією; один верстат є лише частиною більшого процесу. Часто прояв індустріальної спадщини – це серія з кількох просторово пов'язаних місць, які разом формують індустріальний ландшафт [4].

Німецькі дослідники П. Ітцен та К. Мюллер зазначають, що індустріальна спадщина включає в себе багато форм, об'єктів, наративів і питань про місце індустріалізації в пізньоіндустріальних суспільствах без чіткого визначення її природи в загальному дискурсі про спадщину. Вчені зазначають, що індустріальна спадщина включає різноманітні явища, які об'єднані єдиною домінантою: музеї промисловості; збереження старих промислових будівель та їх повторне використання для культурних цілей таких як концерти, художні виставки та постійні галереї; наукові дискусії про промислові залишки та їх інтерпретації як свідків минулого (часто називають «промисловою археологією»); представлення уявної індустріальної епохи в кіно, музиці та популярній культурі; спроби компаній розвивати

свою корпоративну ідентичність з культивуванням свого минулого; надія колишніх промислових регіонів скористатися своїм промисловим минулим [5].

Серед багатьох науковців, які працюють над тематикою індустріальної спадщини існує широкий консенсус щодо того, що індустріальна спадщина включає в себе більше, ніж просто «великі речі», але також багато більш тонких, нематеріальних форм спадщини, які не мають прямого зв'язку з матеріальною культурою [6].

В Україні на законодавчому рівні традиційно замість дефініції «індустріальна спадщина» використовується «об'єкти науки і техніки» – унікальні промислові, виробничі, науково-виробничі, інженерні, інженерно-транспортні, видобувні об'єкти, що визначають рівень розвитку науки і техніки певної епохи, певних наукових напрямів або промислових галузей [7].

К. Горб досліджуючи індустріальну спадщину в системі національної спадщини пропонує виділяти такі рівні її розгляду: 1) як історичні об'єкти та явища – артефакти промисловості (початково «індустрія» змістовно означає саме промислове виробництво); 2) як артефакти виробництва взагалі, не лише індустрії; 3) як артефакти господарства в цілому, включаючи історичні споруди й технології промислової, транспортної, будівельної, торгівельної та інших галузей насамперед вторинної та третинної сфер економіки; 4) як загалом спадщина індустріальної епохи, своєрідна пам'ятка науково-технічному прогресу, що кардинально змінила характер і ритм життя світового співтовариства [8].

С. Дичковський індустріальну спадщину міста розуміє як елемент культурного простору, що відображає в собі традиційні ознаки промислового ландшафту, за допомогою якого у людини формуються образи, які виступають в якості індустріальної ментальності місця [9].

Г. Рудько та І. Суматохіна розглядають підвид індустріальної – гірничопромислової спадщину, під якою розуміють сукупність техногенних і природно-техногенних об'єктів і явищ, яка демонструє або певним чином відбиває історію гірничої справи, форм експлуатації ресурсів геологічного середовища, зокрема технологій видобутку, збагачення і переробки мінеральної сировини та наслідків їх застосування [10].

Більш категоричну дефініцію до поняття «індустріальна спадщина» використовує Є. Цвєлих, називаючи її мертвою промисловістю [11]. В той же час, індустріальна спадщина, як правило, більш «схильна до ризику», ніж інші види спадщини, хоча вона може втілювати важливі аспекти нематеріальної спадщини та ідентичності місця, такі як культура праці та пов'язані з нею соціальні традиції [12].

Сучасні підходи до ідентифікації та класифікації об'єктів індустріальної спадщини враховують різні аспекти, включаючи історичну, архітектурну, технологічну та соціокультурну цінність. Водночас, існує потреба в розробці чітких критеріїв для виділення таких об'єктів, а також у створенні класифікаційної системи, яка б відображала різноманітність і специфіку індустріальної спадщини.

У більшості європейських країн існує регуляторна система у сфері збереження планування та управління спадщиною, що складається з комбінації субнаціональних, національних і наднаціональних керівних принципів, політик, кодексів і законів. Незалежно від того, чи політика і закони, які застосовуються, є дуже жорсткими, більш індикативними або здебільшого відсутні, вони мають вплив на історичне забудоване середовище, збереження історичної спадщини та її сприйняття. Вони не лише встановлюють межі допустимих змін, але й фактично визначають, що вважати спадщиною: офіційно і, ширше, з точки зору сприйняття. Однак, оскільки спадщина є культурною практикою, практики відіграють значну роль у визначенні та розвитку її функціонування і діяльності. Це також означає, що практики можуть суттєво відрізнятися, навіть у межах тієї самої правової бази. Практики управління спадщиною постійно розвиваються, а ідеї щодо спадщини змінюються; на це, зокрема, впливають зміни у міському управлінні, на додаток до тиску (або його відсутності) міського розвитку [13].

Класифікація об'єктів індустріальної спадщини – це процес систематизації та категоризації історичних об'єктів, пов'язаних з промисловими процесами та технологіями минулих епох. Ця класифікація може включати різноманітні види об'єктів, такі як фабрики, заводи, машини, обладнання, технічні споруди, магістралі, а також виробничі пам'ятки, які мають історичну, культурну або архітектурну цінність. Вона важлива для їх збереження, реставрації та використання як історичних, культурних та освітніх ресурсів.

М. Фальсер та М. Янг у своєму дослідженні посиляється на дуже детальну систему класифікації індустріальної спадщини, розроблену Історичним американським інженерним реєстром (Historic American Engineering Record (HAER), підрозділом Служби національних парків США.

Система класифікації промислових споруд складається з 10 підкатегорій:

0. Видобувна промисловість (наприклад, видобуток руди або золота)

1. Галузі, що виробляють сипучі продукти (наприклад, первинна металургія)

2. Переробна промисловість (наприклад, машинобудування)

3. Комунальні послуги (наприклад, водопостачання, електроенергетика)

4. Джерела енергії та рушійні сили (наприклад, водяні колеса, парові турбіни)

5. Транспорт (наприклад, залізниці, канали, порти)

6. Зв'язок (наприклад, радіо, телефон)

7. Мости, естакади, акведуки

8. Будівельні технології (покрівельні системи, огородження)

9. Спеціалізовані споруди / об'єкти (наприклад, дамби, тунелі, гідротехнічні споруди) [14].

Одним із перших, хто у вітчизняному науковому дискурсі почав вивчати індустріальну спадщину є Ю. Тютюнник. Щоправда, він більш активно вико-

ристовує дотичне поняття «об'єкт індустріальної культури» як збірне поняття, що об'єднує різні артефакти, знаряддя праці та результати промислового виробництва і транспорту, інколи агропромислового сектору та комунального господарства, які розглядаються як феномен культури. Об'єкти індустріальної культури науковець розділяє на наступні групи:

1) пам'ятки науки та техніки, включно з пам'ятками виробничої історії, інженерної справи, транспорту та будівництва;

2) пам'ятки промислової архітектури, а також архітектури на транспорті, в агропромисловому секторі та комунальному господарстві;

3) форми рельєфу, геологічні утворення, водойми та водотоки з гідротехнічними спорудами, створені в результаті промислового виробництва та транспортного будівництва, що мають історичну та естетичну цінність;

4) індустріальні/транспортні об'єкти, що використовуються в дизайні, інтегровані в область сучасних субкультур та контркультури [15].

При цьому до об'єктів індустріальної спадщини вчений відносив лише перші дві групи об'єктів. Щоправда, в своїй праці 2007 р. «Об'єкти індустріальної культури і ландшафт» він робить ремарку, що останнім часом до індустріальної спадщини включають і об'єкти 3 групи.

Г. Підгрушний пропонує розподіляти індустріальну спадщину на п'ять ключових типів:

1. Енергетичні об'єкти (тепло-і гідроелектростанції, лінії електропередач і т. п.).

2. Виробничі об'єкти (шахти, кар'єри, заводи, фабрики, окремі технологічні лінії, обладнання тощо).

3. Об'єкти складського господарства (склади, сховища, погребі і т.п.).

4. Об'єкти транспортної інфраструктури (залізничні вокзали, портові комплекси, ангари для транспортних засобів, окремі залізничні гілки тощо);

5. Об'єкти соціальної інфраструктури (житлові будинки для інженерно-технічного персоналу і робітників, клуби, лікарні, школи, училища та ін.) [16].

В. Казаков, аналізуючи індустріальну спадщину Криворіжжя, виділяє шість категорій об'єктів:

1) **фабрично-заводські** – заводи, шахти, фабрики, електростанції, млини, вітряки, системи рудопідйомників і рудовідкатки та ін.;

2) **гірничопромислові** (відвали, кар'єри, старі шахтні провали і мульди осідання, розвідні шурфи тощо);

3) **селитебні** – території робітничих селищ старих рудників і заводів, є носіями особливих стилів архітектури та містобудування – що окремі споруди, які характеризуються ознаками певної культури, епохи, певних стилів, традицій; архітектурні ансамблі історичних центрів, вулиць, кварталів, площ, парканів; рудничні парки і сквери; будинки проживання власників підприємств; селищні цвинтарі, окремі поховання та некрополі промисловців; визначні місця, пов'язані з важливими історичними подіями розвитку промисловості (території рудників), з життям та діяльністю

відомих осіб, які працювали на тих чи інших підприємствах;

4) **транспортні** – старі дороги (відкотні рудничні залізниці з штучними насипами і без них), бруківки, старі залізниці, будівлі вокзалів, мости, стічні арки (труби) на місці перетинання дорогами балок, ярів, невеликих водотоків тощо;

5) **обслуговуючі** – адміністративні контори рудників, церкви в робітничих селищах, рудничні або заводські бані, клуби, амбулаторії, їдальні;

6) **водогосподарські** – старі ставки у балках, відвідні дренажні канали на схилах вододілів і вододілах, підземні дериваційні тунелі, що будувались з метою дренажу території і відведення дощових і річкових вод від гірничих розробок» [17].

Фундаментальну схему систематизації національної спадщини держави та місця в ній індустріальної спадщини запропонував К. Горб у 2008 році [8]. Співзвучно з даною схемою є класифікація об'єктів індустріальної спадщини, яку здійснили Н. Дук та І. Суматохіна у 2015 році [18]. Вчені комплексно підійшли до питання, класифікуючи об'єкти індустріальної спадщини України до уваги взяли різні ознаки. За походженням науковиці розрізняють історичну й археологічну, архітектурну, технологічну та комплексну спадщину. За формою територіальної локалізації пропонують розрізняти площадну, лінійну та точкову спадщину. За історичними ознаками та відповідності певній стадії розвитку виокремлюють доіндустріальну, індустріальну та постіндустріальну спадщину. Відповідно до природності середовища розташування об'єктів спадщини розрізняють об'єкти, розташовані в своєму історичному середовищі та поза межами свого виникнення й розвитку. За первинним призначенням об'єктів виділяють 5 груп: 1) заводи, фабрики; 2) свердловини; 3) кар'єри, копальні; 4) інженерні споруди; 5) музеї, музеї-заводи. За ступенем збереженості індустріальна спадщина виділяється збережена, частково збережена, зруйнована, значена, відновлена. Також дослідниці пропонують поділяти індустріальну спадщину відповідно до провідної суспільної функції на господарську, рекреаційну, освітню і науково-інформаційну.

Проаналізувавши різноманітні класифікації, подані як різними організаціями, так і конкретними авторами, автор вирішила запропонувати свій підхід щодо класифікації індустріальної спадщини. Ключове місце в даній класифікації займає градація об'єктів за їх генезисом і змістом (рис. 1).

Іншою ознакою для класифікації індустріальної спадщини є її значимість. Відповідно, виділяються місцеві пам'ятки, що мають виключно локальну цінність; пам'ятки регіонального значення, які є знаковими для того чи іншого регіону; пам'ятки національного значення – внесені в національний реєстр пам'яток науки і техніки (потребує доопрацювання в нашій країні); пам'ятки міжнародного значення – представлені об'єктами, що визнані організаціями ТІССІН або ЕРІН (Європейський маршрут індустріальної спадщини) [19]; пам'ятки всесвітнього значення – індустріальна

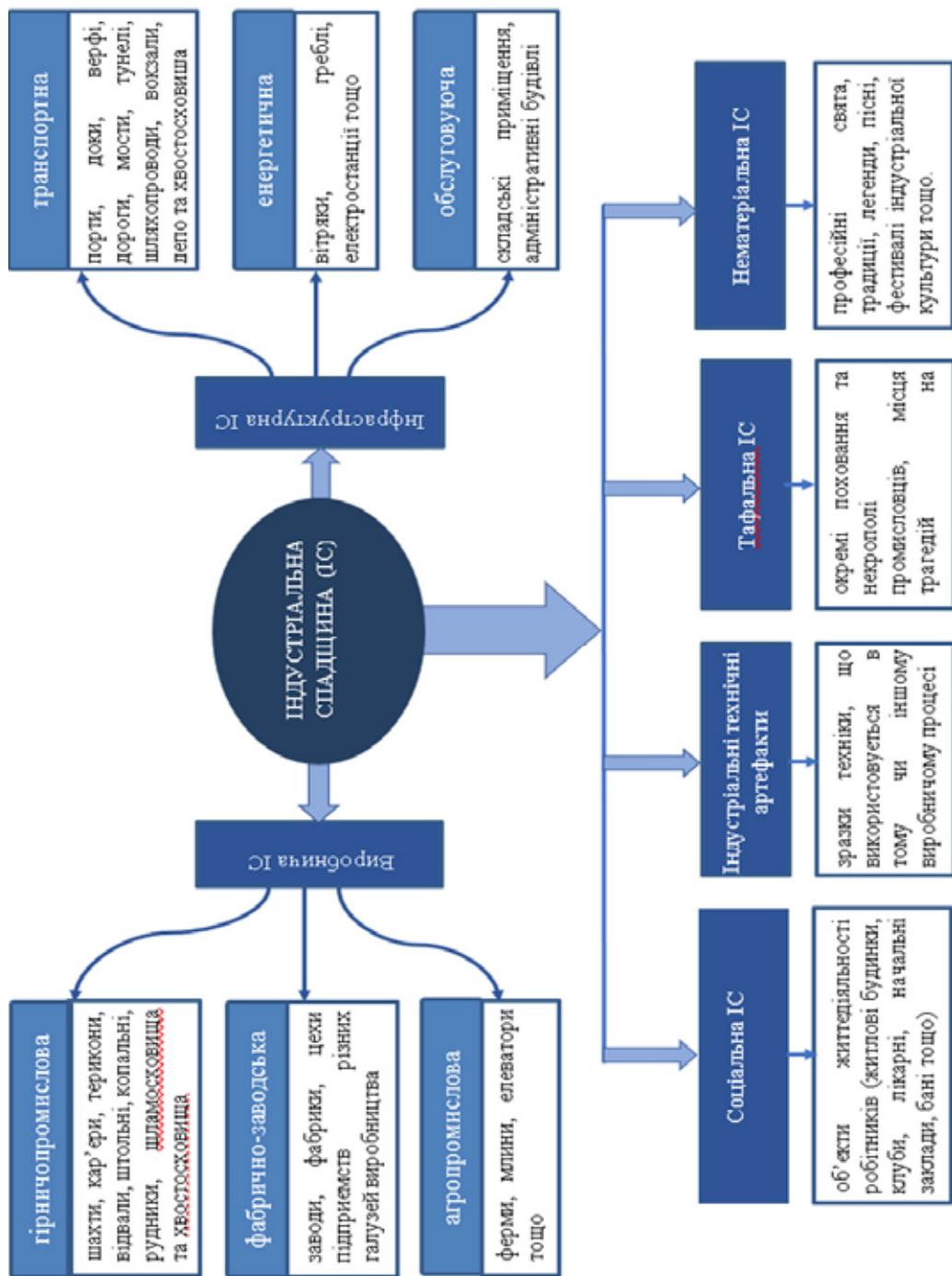


Рис. 1. Класифікація індустріальної спадщини за змістом і генезисом
(розроблено автором)

спадщина, що включена до Списку Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО.

Доповнюючи класифікації К. Горб, Н. Дук та І. Суматохіної, можна зазначити, що за формою територіальної локалізації, окрім площадної, лінійної та точкової спадщини, можна виділити ще кластерну спадщину. За історичними ознаками до об'єктів доіндустріальної спадщини відносяться різноманітні промисли (солеварні, гуральні, броварні, кузні, гончарні майстерні тощо); до власне індустріальної спадщини належать об'єкти, що прямо або опосередковано пов'язані з виробничим процесом; до постіндустріальної спадщини належать об'єкти, що зазнали ревіталізації і були перетворені

чи то в музеї, чи то в заклади різного функціонального призначення.

Також наявні класифікації індустріальної спадщини можна доповнити градацією за туристичним потенціалом: спадщина, цікава лише для вузькопрофільних спеціалістів; спадщина, що має звужений спектр можливих напрямів використання; спадщина, що має потенціал для перетворення в багатофункціональні туристичні комплекси та використання для різних видів туристичних активностей.

В результаті проведеного дослідження можна запропонувати алгоритм використання індустріальної спадщини, графічно представлений на рис. 2.

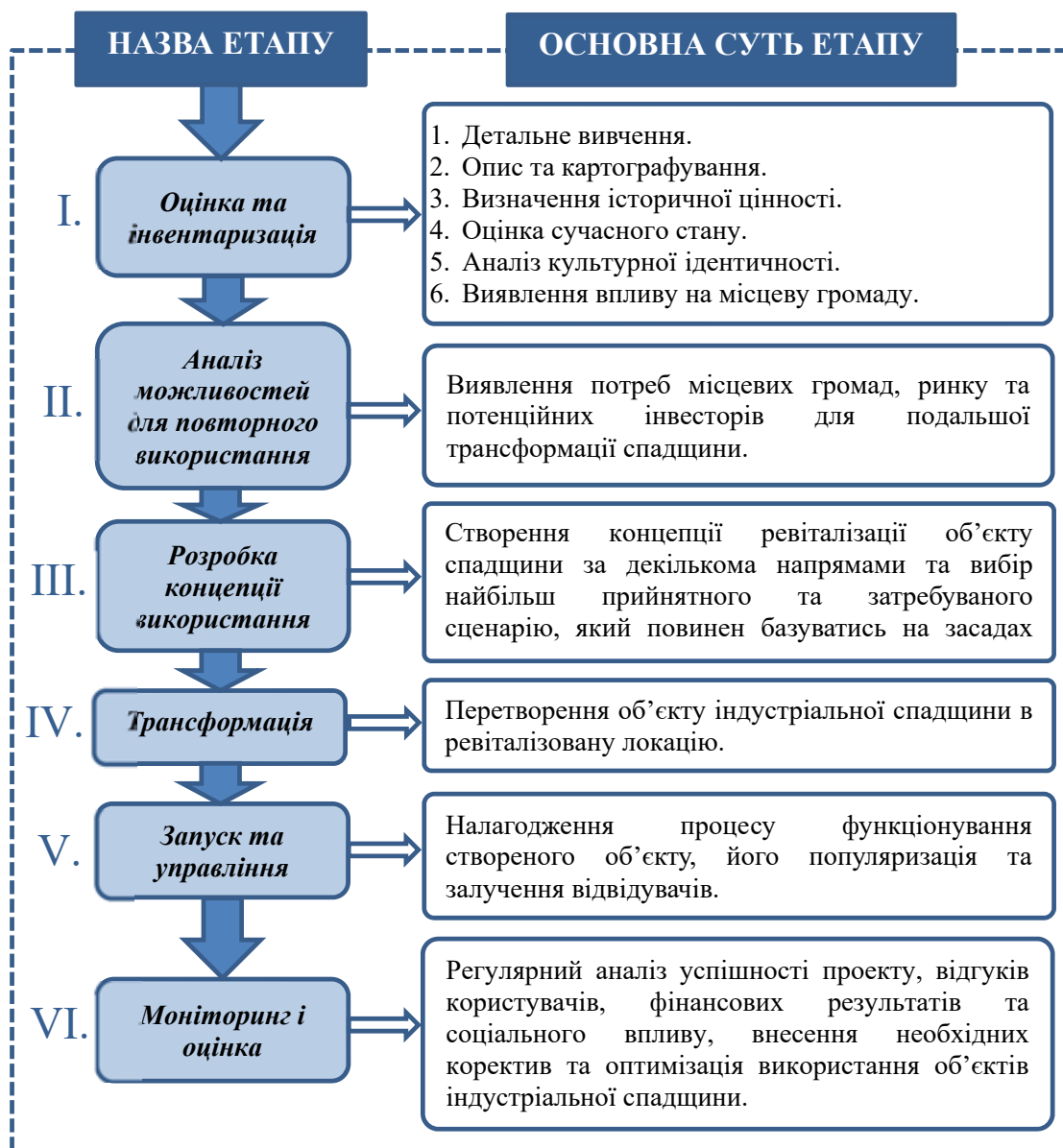


Рис. 2. Алгоритм сталого використання індустріальної спадщини (розроблено автором)

*Розробка концепції ревіталізації індустріальної спадщини може здійснюватись за одним із напрямів: 1) створення закладів харчування; 2) створення закладів розміщення (як тимчасового, так і постійного); 3) створення освітнього та наукового простору; 4) створення об'єктів дозвілля та відпочинку (в тому числі і активного); 5) створення спортивних об'єктів; 6) створення ділових осередків; 7) поліфункціональні проекти (що поєднують усі або декілька із вищезазначених типів) [20].

Висновки. Дослідження присвячено аналізу напрацювань як зарубіжних, так і вітчизняних експертів, що досліджували питання індустріальної спадщини та різні підходи до її класифікації. На основі аналізу існуючих схем класифікації індустріальної спадщини представлено авторське бачення, яке робить акцент на класифікації індустріальної спадщини за змістом і генезисом. Окрім цього, запропоновано класифікації за значенням, територіальною локалізацією, туристичним потенціалом тощо.

Використання індустріальної спадщини може бути надзвичайно корисним для розвитку територій, збереження історії та створення нових можливостей для економічного зростання. Як підсумок дослідження, було розроблено алгоритм використання індустріальної спадщини.

Одним із напрямів сталого розвитку індустріальної спадщини України може стати поєднання об'єктів в туристичні маршрути, позитивний досвід чого представлений в організації ERIH. В Україні про-

понуємо розробити наступні тематичні маршрути: залізний (Горішні Плавні – Петрове – Кривий Ріг); бурштиновий шлях (Волинська – Рівненська обл.); нафтовий шлях (Передкарпаття); сольовий шлях (Дрогобич – Калуш – Солотвине); буровугільний шлях (Ватутіне – Олександрія); урановий (Смоліне – Кропивницький – Жовті Води – Терни – Кам'янське); гранітний (Правобережжя Придніпров'я); карбоновий (Червоноград – Сокаль; Західний Донбас); титановий (Вільногірськ – Іршава); сірки (Львівщина: Яворів – Новий Розділ); марганцевий (Покров – Марганець); базальтовий шлях (Рівненщина – Закарпаття); гіпсовий шлях (Поділля) [21].

Цілеспрямоване збереження та трансформація індустріальної спадщини сприятимуть зменшенню депресивності та формуванню культури мешканців промислових регіонів з одного боку, а з іншого покращать їх імідж та підвищать туристичну привабливість. Тож дана проблематика потребує деталізованого розгляду та подальшої розробки практичних рекомендацій.

Література:

1. Dublin Principles. 2011. URL: <https://ticcih.org/about/about-ticcih/dublin-principles/>
2. The Nizhny Tagil Charter For The Industrial Heritage. 2003. URL: <https://ticcih.org/about/charter/>
3. Douet J. Industrial heritage re-tooled: The TICCIH guide to industrial heritage conservation. Routledge. 2016. 26 p.
4. Konior A., Pokojka W. Management of postindustrial heritage in urban revitalization processes. Sustainability, 2020. 12(12), 5034. doi:10.3390/su12125034
5. Itzen P., Müller C. Industrial Heritage in Late Modern Industrial Societies – Britain and Germany in a comparative perspective // The Invention of Industrial Pasts: Heritage, Political Culture and Economic Debates in Great Britain and Germany, 1850–2010. Eds. Itzen, Peter; Müller, Christian. Augsburg: Wißner. 2013, 3–13. Beiträge zur England-Forschung 69.
6. Wicke C., Berger S., Golombek J., Routledge G. Industrial heritage and regional identities. London: Routledge. 2018.
7. Закон України «Про охорону культурної спадщини». *Відомості Верховної Ради України*, 2000, № 39, ст. 333. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1805-14#Text>
8. Горб К.М. Індустріальна спадщина в системі національної спадщини держави // Індустріальна спадщина в культурі і ландшафті: Матеріали III Міжнародної наукової конференції (м. Кривий Ріг, 1–4 жовтня 2008 р.): у 2 ч. / редкол.: В.Л. Казаков (відп. ред.) та ін. Ч. 1. Кривий Ріг: Видавничий дім, 2008. С. 11–17.
9. Дичковський С.І. Індустріальна спадщина в сучасних парадигмах інформаційного суспільства // Українська культура: минуле, сучасне, шляхи розвитку (Напрямок: Культурологія). 2020. Том 35, С. 180–187. DOI: <https://doi.org/10.35619/ucpmk.v35i0.382>
10. Рудько Г.І., Суматохіна І.М. Досвід збереження гірничопромислових ландшафтів як об'єктів індустріальної спадщини в світі та Україні // *Наукові записки Вінницького педуніверситету. Сер. Географія*. 2010. Вип. 21. С. 204–211.
11. Цвєлих Є. М. Промислова спадщина Києва: стан та перспективи освоєння як туристичних об'єктів. Географія та туризм. 2017. Випуск 37
12. Nadin V., Van der Toorn Vrijthoff W., Kermani A. et al. Cultural Heritage: A Challenge for Europe. The Impact of Urban Planning and Governance Reform the Historic Built Environment and Intangible Cultural Heritage (PICH), Delft: TU Delft, retrieved from <https://planningandheritage.files.wordpress.com/2018/04/pich-final-report-060418.pdf>
13. Veldpaus L., Wacogne R. Industrial heritage and conservation planning, changing governance practices, examples from Europe. In A Research Agenda for Heritage Planning. 2021, pp. 75–85. Edward Elgar Publishing.
14. Falser M., Yang M. Industrial heritage analysis. *World heritage list and tentative list. Is industrial heritage under-represented on the world heritage list*. 2001.
15. Тютюнник Ю.Г. Объекты индустриальной культуры и ландшафт. К.: Издательско-печатный комплекс университета «Украина», 2007. 152 с.
16. Підгрушний Г.П. Особливості формування та проблеми збереження індустріальної спадщини України // *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія Географічні науки*. 2016. Вип. 3. С. 24–28.
17. Казаков В.Л. Критерії хронологічної ідентифікації об'єктів індустріальної спадщини (на прикладі Кривбасу) // Матеріали Міжнародної наукової конференції «Методичні проблеми пам'ятоохоронних досліджень», Київ, 2010 р. С. 382–391.
18. Дук Н., Суматохіна І. Індустріальна спадщина як ресурс розвитку молодіжного туризму в промислових регіонах // *Галицький економічний вісник*, 2015. №2 (49). С. 22–28.
19. European route of industrial heritage. URL: <https://www.erih.net/>

20. Пацюк В.С., Герасімова С. Ревіталізація промислових об'єктів: сучасний стан та перспективи в Україні // Соціально-географічні процеси в Східно-Центральній Європі: проблеми, тенденції, напрями. Міжнародна наукова географічна конференція. Берегове, 2020. Том. 2. С. 557–564.
21. Казаков В., Пацюк В. Тематичні маршрути індустріальної спадщини розробок корисних копалин України // Геотуризм: практика і досвід. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (25–28 квітня 2024, Львів). Львів: Каменяр, 2024. С. 12–13.

References:

1. Dublin Principles (2011). URL: <https://ticcih.org/about/about-ticcih/dublin-principles/>
2. The Nizhny Tagil Charter For The Industrial Heritage (2003). URL: <https://ticcih.org/about/charter/>
3. Douet J. (2016). Industrial heritage re-tooled: The TICCIH guide to industrial heritage conservation. Routledge. 26 p.
4. Konior, A., & Pokojaska, W. (2020). Management of postindustrial heritage in urban revitalization processes. *Sustainability*, 12(12), 5034. doi:10.3390/su12125034
5. Itzen, Peter; Müller, Christian (2013). Industrial Heritage in Late Modern Industrial Societies – Britain and Germany in a comparative perspective. *The Invention of Industrial Pasts: Heritage, Political Culture and Economic Debates in Great Britain and Germany, 1850–2010*. Eds. Itzen, Peter; Müller, Christian. Augsburg: Wißner. 3–13. Beiträge zur England-Forschung 69.
6. Wicke, C., Berger, S., Golombek, J., & Routledge, G. (Eds.). (2018). Industrial heritage and regional identities. London: Routledge.
7. Law of Ukraine 'On Protection of Cultural Heritage'. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy, 2000, No. 39, p. 333. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1805-14#Text>
8. Gorb, K.M. (2008). Industrial Heritage in the System of National Heritage of the State. *Industrial Heritage in Culture and Landscape: Proceedings of the III International Scientific Conference* (Kryvyi Rih, 1–4 October 2008): in 2 parts / editors: V.L. Kazakov (ed.) and others. V. 1. Pp. 11–17.
9. Dychkovskyy, S. (2020). Industrial heritage in modern information society paradigms. *Ukrainian Culture: Past, Present, and Ways of Development* (Major: Cultural Studies). 2020. Vol. 35, pp. 180–187. DOI: <https://doi.org/10.35619/ucpmk.v35i0.382>
10. Rudko, H.I., Sumatokhina, I.N. (2010). Experience of maintainance of mining landscapes as objects of industrial heritage in the world and to Ukraine *Scientific Notes of Vinnytsia Pedagogical University. Geography Series*. Issue 21. Pp. 204–211.
11. Tsvelikh, Ye. (2017). Industrial heritage of Kyiv: state and prospects of development of tourist facilities *Geography and Tourism*. Issue 37.
12. Nadin, V., W. van der Toorn Vrijthoff, A.A. Kermani et al. (2018), Cultural Heritage: A Challenge for Europe. The Impact of Urban Planning and Governance Reform the Historic Built Environment and Intangible Cultural Heritage (PICH), Delft: TU Delft, retrieved from <https://planningandheritage.files.wordpress.com/2018/04/pich-final-report-060418.pdf>
13. Veldpaus, L., & Wacogne, R. (2021). Industrial heritage and conservation planning, changing governance practices, examples from Europe. *In A Research Agenda for Heritage Planning* (pp. 75–85). Edward Elgar Publishing.
14. Falser, M., & Yang, M. (2001). Industrial heritage analysis. *World heritage list and tentative list. Is industrial heritage under-represented on the world heritage list*.
15. Tyutyunnik, Yu.G. (2007). Objects of industrial culture and landscape. K.: Publishing and printing complex of the University 'Ukraine', 152 p.
16. Pidgrushnyi, H.P. (2016). Features of formation and the conservation of the industrial heritage of Ukraine. *Scientific Bulletin of Kherson State University. Series Geographical Sciences*. 2016. Issue 3. Pp. 24–28.
17. Kazakov, V.L. (2010). Criteria for the chronological identification of industrial heritage objects (on the example of Kryvbas) // *Proceedings of the International Scientific Conference 'Methodological Problems of Monument Protection Research'*, Kyiv, Pp. 382–391.
18. Duk, N., Sumatokhina, I. (2015). Industrial heritage as a resource of youth tourism development in industrial regions // *Galician Economic Herald*, 2015. №2 (49). С 22–28.
19. European route of industrial heritage. URL: <https://www.erih.net/>
20. Patsiuk, V. S. & Herasimova, S. V. (2020) Revitalisation of industrial facilities: current state and prospects in Ukraine. *Socio-geographical processes in East-Central Europe: problems, trends, directions. International scientific geographical conference*. Berehove, Vol. 2. Pp. 557–564.
21. Kazakov, V.L., Patsiuk, V.S. (2024). Thematic routes of the industrial heritage of ukrainian mineral development. *Geotourism: Practice and Experience*. Lviv, Pp. 12–13.

4. НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

УДК 556.114(477.52)

DOI <https://doi.org/10.32782/naturalspu/2024.2.12>

ГІДРОХІМІЧНИЙ СКЛАД ПРИРОДНИХ ДЖЕРЕЛ М. СУМИ ТА С. СТЕПАНІВКА

Вакал Юлія Сергіївна,

доктор філософії,

старший викладач кафедри біології людини, хімії та методики навчання хімії

Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка

ORCID ID: 0000-0002-8722-7683

Web of Science Researcher ID: JHU-2265-2023

Мацак Станіслав Вячеславович,

здобувач вищої освіти спеціальності 014 Середня освіта (Хімія)

Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка

ORCID ID: 0000-0002-5658-0433

У статті представлено результати дослідження гідрохімічного складу природних джерел м. Суми та с. Степанівка, а також проведено порівняльний аналіз отриманих даних із діючими санітарно-гігієнічними нормами. Актуальність проведеного дослідження полягає у тому, що зростаюче антропогенне навантаження на довкілля, зміна клімату та інші фактори призводять до погіршення якості водних ресурсів. Даний процес в свою чергу веде до появи значних ризиків для здоров'я живих організмів, а також посилює дисбаланс у довкіллі загалом. Зважаючи на зазначені екологічні проблеми, надзвичайно важливим є дослідження якості водних ресурсів. Однією з основних груп забруднювачів питної води є неорганічні сполуки (нітрати, нітрити, сульфати, хлориди, флуориди, йони важких металів тощо). Їхнє надмірне накопичення у воді може призвести до розвитку різних захворювань та негативно вплинути на здоров'я населення. Нами проаналізовано низку важливих показників гідрохімічного складу природних джерел м. Суми та с. Степанівка. У 2023 році було проведено визначення водневого показника (рН) та вмісту таких йонів: нітриту (NO_2^-), нітрату (NO_3^-), флуориду (F^-), хлориду (Cl^-), сульфату (SO_4^{2-}). У 2024 році окрім зазначених вище показників здійснено визначення вмісту йону амонію (NH_4^+), поліфосфатів (за PO_4^{3-}), важких металів (Купруму, Цинку та Феруму). За результатами дослідження нами було виявлено перевищення допустимих концентрацій нітратів та підвищений вміст флуоридів. Ці забруднювачі можуть спричинити серйозні захворювання. Відповідно вживання даної води, особливо тривалий період часу, становить суттєві ризики для здоров'я населення. Решта показників, що визначались, зафіксовані у кількостях, які не перевищують гранично допустимих концентрацій. На нашу думку, факторами, що призвели до забруднення джерельної питної води на досліджуваних територіях є стоки з комунальних і промислових об'єктів, а також активна сільськогосподарська діяльність людини. Одержані результати можуть бути використані для розробки рекомендацій щодо подальшого використання та охорони водних ресурсів досліджуваних територій.

Ключові слова: гідрохімічний склад, кількісний аналіз, моніторинг якості питної води, питна вода, природні джерела, хімічне забруднення.

Vakal Yuliia, Matsak Stanislav. Hydrochemical composition of natural springs in the city of Sumy and the village of Stepanivka

The article presents the results of the study of the hydrochemical composition of natural springs in the city of Sumy and the village of Stepanivka, as well as a comparative analysis of the received data with current sanitary and hygienic standards. The relevance of the conducted research lies in the fact that the growing anthropogenic load on the environment, climate change and other factors lead to the deterioration of the quality of water resources. This process, in turn, leads to the appearance of significant risks for the health of living organisms, and also increases the imbalance in the environment in general. Considering the mentioned ecological problems, the study of the quality of water resources is extremely important. One of the main groups of drinking water pollutants are inorganic compounds (nitrates, nitrites, sulfates, chlorides, fluorides, heavy metal ions, etc.). Their excessive accumulation in water can lead to the development of various diseases and negatively affect the health of the population. We have analyzed a number of important indicators of the hydrochemical composition of natural springs in the city of Sumy and the village of Stepanivka. In 2023, the hydrogen index (pH) and the content of the following ions were determined: nitrites (NO_2^-), nitrates (NO_3^-), fluorides (F^-), chlorides (Cl^-), sulfates (SO_4^{2-}). In 2024, in addition to the above indicators, the content of ammonium ion (NH_4^+), polyphosphates (according to PO_4^{3-}), and heavy metals (copper, zinc, and ferrum) was determined. Based on the results of the research, we found an excess of permissible concentrations of nitrates and an increased content of fluorides. These pollutants can cause serious illness. Accordingly, the use of this water, especially for a long period of time, poses significant risks to the health of the population. The rest of the parameters that were determined were recorded in quantities that did not exceed the maximum permissible concentrations. In our opinion, the factors that led to the contamination of spring drinking water in the studied territories are effluents from communal and industrial facilities, as well

as active human agricultural activity. The obtained results can be used to develop recommendations for the further use and protection of water resources of the studied territories.

Key words: hydrochemical composition, quantitative analysis, drinking water quality monitoring, drinking water, natural sources, chemical pollution.

Вступ. В умовах сучасної взаємодії людини і довкілля особливої актуальності набули проблеми раціонального використання і охорони природних ресурсів. Найбільш напружена ситуація складається в зоні інтенсивного навантаження на водні ресурси, тобто в межах міст з розвинутою промисловістю, які є значними споживачами води та джерелом господарсько-побутових стоків, а також на територіях, що активно залучені до процесів аграрного виробництва [11].

Ці проблеми не обминули і нашого регіону. Значення та динаміка основних гідрохімічних показників свідчать про складну екологічну ситуацію навколо водних ресурсів Сумської області [9; 10; 16]. Забруднення джерел питної води є основним фактором ризику для здоров'я населення, спричиняючи широкий спектр захворювань та знижуючи якість життя [3; 19].

За даними статистичного дослідження Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ, англ. World Health Organization) (2018) щороку 4,2 млн. людей передчасно помирають від хвороб, спричинених техногенним забрудненням навколишнього середовища [23; 24].

Щодо статистики захворювань по Україні протягом останніх п'яти років спостерігається значне зростання захворюваності (за всіма основними класами хвороб) як серед дитячого, так і серед дорослого населення. Така ситуація спричинена погіршенням екологічної ситуації в Україні, а саме – підвищенням рівня забруднення природних об'єктів, зокрема водних ресурсів [7; 19].

Серед основних забруднювачів водних ресурсів – важкі метали, сполуки хлору, фтору, азоту, фосфору, пестициди, нафтопродукти, стічні води. На території України суттєвим фактором забруднення є тривале ведення бойових дій [1; 5; 13], оскільки це призводить до потрапляння у водні об'єкти низки небезпечних хімічних елементів та сполук, особливо нафтопродуктів та важких металів. Внаслідок обстрілів промислових підприємств відбувається викид неконтрольованих об'ємів азотної кислоти, хлору та аміаку, що призводить до значного забруднення навколишнього середовища [7]. Однією з масштабних екологічних катастроф у 2024 році, що вплинула на стан водних об'єктів України став об'ємний викид неочищених промислових стоків, що відбувся внаслідок ведення бойових дій. Це призвело до масового мору риби та інших водних організмів, забруднення ґрунтових вод та підземних джерел, погіршення якості питної води, зниження біорізноманіття [6; 15].

Моніторинг якості питної води є критично важливим для забезпечення здоров'я населення. Якість води визначається комплексом природних та антропогенних факторів, а її забруднення різноманітними речовинами, зокрема нітратами, нітридами, сульфатами, хлоридами та флуоридами, становить серйозну загрозу [22]. Регулярний аналіз дозволяє своєчасно виявляти відхилення

від санітарних норм та вживати необхідних заходів для покращення якості питної води [4; 14].

Регулярний моніторинг фізико-хімічного складу питної води, включаючи визначення вмісту нітратів, нітритів та інших забруднювачів, є необхідною умовою для забезпечення належної якості питної води та збереження здоров'я населення.

Мета дослідження – визначення гідрохімічного складу природних джерел міста Суми та селища Степанівка.

Матеріали та методи. Вибір методик відбору проб та проведення аналізу є надзвичайно важливим етапом дослідження, оскільки безпосередньо впливає на його результати.

При проведенні дослідження, відбір проб, їх транспортування та зберігання здійснювалась згідно зі стандартними методиками [4; 17; 18].

Підбір методик для аналізу показників якості води здійснено в першу чергу спираючись на точність визначення показників складу води конкретними методами, а також із врахуванням швидкості та оптимальності аналізу.

Для аналізу гідрохімічних показників у зразках джерельної води нами обрано такі методи: потенціометричний метод (*pH* показник, *вміст нітратів, хлоридів, флуоридів, йонів амонію*); фотоколориметричний метод (визначення *нітритів, фосфатів, загального Феруму*); турбідиметричний метод (визначення *сульфатів*); атомно-абсорбційний метод (визначення *Цинку та Купруму*).

З метою оцінки динаміки хімічного складу водних об'єктів було проведено комплексні дослідження у 2023 та 2024 роках. В ході дослідження в 2023 році було проаналізовано показники вмісту сульфатів, нітритів, нітратів, хлоридів, флуоридів та значення показника pH. В 2024 р було здійснено повторний аналіз зазначених вище параметрів, а також додатково було виміряно концентрацію важких металів (Феруму, Купруму, Цинку), йону амонію та поліфосфатів у відповідних пробах.

Результати. Для дослідження гідрохімічного складу нами були обрані природні джерела питної води на території м. Суми та с. Степанівка. Вибір джерел обумовлений їх активним використанням місцевим населенням. В таблиці 1 наведено перелік досліджуваних джерел, їх стислий опис, географічні координати, а також шифр відповідно до якого далі будуть наводитись усі результати вимірювань.

Дослідження проводилось в період з жовтня 2023 року по жовтень 2024. В ході дослідження було відібрано 2 серії проб з кожного джерела (у жовтні 2023 та у жовтні 2024 відповідно). У зразках води вимірювались такі гідрохімічні показники: вміст нітратів, нітритів, флуоридів, сульфатів, хлоридів, а також показник pH. Результати відповідних вимірювань у 2023 році наведено нижче в таблиці 2.

Таблиця 1

Характеристика проб джерельної води

Шифр проби	Опис місця відбору	Географічні координати
1	с. Степанівка, Джерело 1	50°57'29.3"/34°36'39.8"
2	с. Степанівка, Джерело 2	50°57'25.6"/34°36'45.2"
3	с. Степанівка, Джерело 3	50°57'23.3"/34°36'49.4"
4	м. Суми, Веретенівський парк, джерело	50°56'20.8"/34°45'03.7"
5	м. Суми, джерело біля Сумської біофабрики	50°52'44.7"/34°47'36.6"

Таблиця 2

Показники гідрохімічного складу зразків джерельної води у 2023 р.

Показник	Одиниці виміру	ГДК [4]	Шифр проби				
			1	2	3	4	5
pH	Одиниці pH	6,5–8,5	7,62	7,42	7,40	7,26	7,31
NO ₂ -	мг/л	3,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
NO ₃ -	мг/л	50	86,9	54,0	27,5	80,3	164
F-	мг/л	1,5	0,7	1,1	0,9	0,9	1,0
Cl-	мг/л	350	44,2	39,5	24,4	119,8	155,1
SO ₄ 2-	мг/л	500	62,9	≤50	≤50	85,1	≤50

З таблиці 2 бачимо, що *водневий показник* в усіх зразках води знаходиться в межах нормального діапазону, всі зразки води є слабколужними за середовищем. В жодній із проб не було виявлено *нітритів*, їх вміст є меншим за нижню межу визначення ($\leq 0,1$ мг/л). Вміст *хлоридів*, *флуоридів* та *сульфатів* також знаходиться в межах норми. Водночас в 4-х з 5-ти проб спостерігається перевищення вмісту *нітратів* у діапазоні 1,1–3,2 ГДК (єдина проба, в якій вміст у нормі – № 3). Таке перевищення допустимої норми вмісту нітратів у джерельній воді, на нашу думку, спричинене антропогенними факторами: неочищені промислові та комунальні викиди, активна сільськогосподарська діяльність людини тощо [2; 12; 21].

Аналогічні показники (*pH*, вміст NO_2^- , NO_3^- , F^- , Cl^- , SO_4^{2-}) в досліджуваних джерелах повторно визначались

у жовтні 2024. Окрім цього, додатково було виміряно вміст деяких важких металів (*Ферум*, *Цинк*, *Купрум*), а також поліфосфатів (за PO_4^{3-}) та йону амонію (NH_4^+). Результати даних вимірювань подано в таблиці 3.

За даними таблиці 3 спостерігаємо, що в 2024 році показник *pH води* у всіх відібраних пробах зберігається слабколужним та знаходиться в межах допустимого діапазону. Аналогічно із даними 2023 року *нітрити* присутні лише в слідових кількостях, їх вміст знаходиться за нижньою межею визначення. Вміст *хлоридів*, *сульфатів*, *фосфатів* та *йону амонію* є невисоким та не перевищує норми ГДК. Перевищень вмісту важких металів (*Феруму*, *Купруму*, *Цинку*) зафіксовано не було.

Кількість *флуоридів* в джерелах не перевищує ГДК, проте є відносно високою і перебуває в діапазоні 0,7–0,9 ГДК. Попередні дослідження ґрунтів даного

Таблиця 3

Показники гідрохімічного складу зразків джерельної води у 2024 р.

Показник	Одиниці виміру	ГДК [4]	Шифр проби				
			1	2	3	4	5
pH	Одиниці pH	6,5–8,5	7,88	7,81	7,7	7,36	7,51
NO ₂ ⁻	мг/л	≤ 3,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
NO ₃ ⁻	мг/л	≤ 50	65,8	60,5	16,4	65,8	113,5
F ⁻	мг/л	≤ 1,5	1,23	1,23	1,01	1,39	1,23
Cl ⁻	мг/л	≤ 350	18,36	23,18	11,52	83,58	54,51
SO ₄ ²⁻	мг/л	≤ 500	82,58	<50	<50	<50	<50
PO ₄ ³⁻	мг/л	≤ 3,5*	0,22	0,30	0,19	0,44	2,28
NH ₄ ⁺	мг/л	≤ 2,6	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Fe	мг/л	≤ 1,0	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Zn	мг/л	≤ 1,0*	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cu	мг/л	≤ 1,0*	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

Примітка: * – для порівняння наведено норму для питної води водопровідної, оскільки вміст даного показника не нормується для питної води з джерел та колодязів згідно з (ДСанПіН 2.2.4-171-10) [4].

регіону показали його забрудненість сполуками *Флуору*. Враховуючи вразливість досліджуваної території до забруднення даним поллютантом (Флуором) важливим є подальший контроль за його вмістом у джерелах питної води, з метою вчасної фіксації можливих перевищень [8; 20; 25].

Відносно вмісту *нітратів* було виявлено перевищення в 4-х з 5-ти проб в діапазоні 1,2–2,3 ГДК (вміст *нітратів* у пробі № 3 залишився в межах норми).

Оскільки в ході досліджень було зафіксовано перевищення допустимого вмісту *нітратів* в зразках

джерельної води в 2023 та 2024 році, на рисунку 1 наводимо динаміку змін їх концентрації у джерельній воді.

З рисунку 1 бачимо, що в більшості джерел вміст *нітратів* дещо знизився у 2024 р. порівняно з 2023 р. (зменшення в діапазоні 18–40%), за винятком джерела № 2, де є невелике підвищення вмісту *нітратів* (збільшення на 12%). Попри такі зміни зберігається перевищення ГДК у пробах № 1, 2, 4, 5, а відповідно й загроза для здоров'я населення від споживання води з цих джерел.

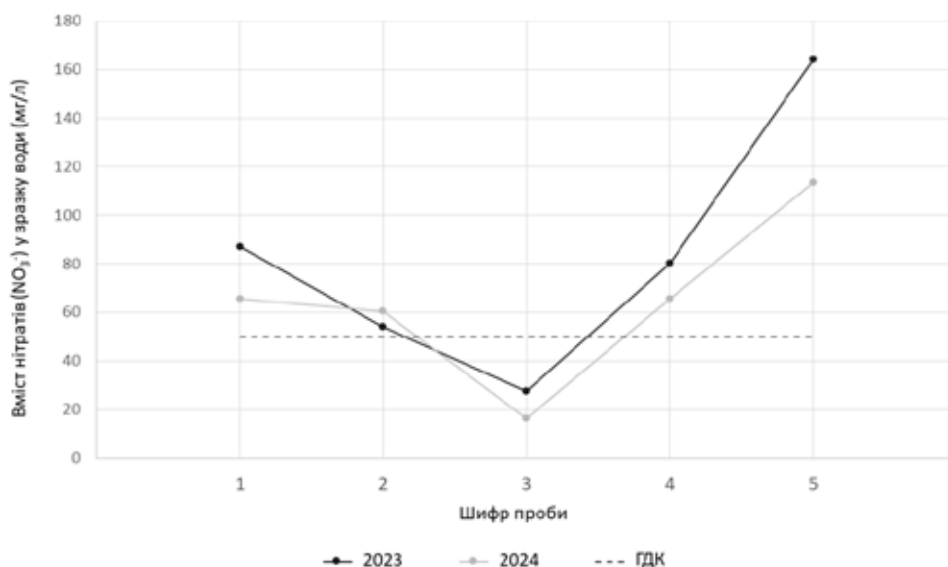


Рис. 1. Динаміка змін вмісту нітратів у зразках води з природних джерел у 2023–2024 рр.

Висновки. В ході дослідження гіdroхімічного складу природних джерел м. Суми та с. Степанівка в 2023 році нами проаналізовано низку важливих показників (водневий показник, вміст нітратів, хлоридів, флуоридів, сульфатів, нітритів). Порівняльний аналіз за тими ж показниками було проведено в 2024 році, з додатковим визначенням вмісту йону амонію, поліфосфатів, важких металів (Феруму, Купруму, Цинку).

Серед вимірюваних показників не було виявлено перевищень норми за вмістом флуоридів, хлоридів, сульфатів, нітритів та рівнем рН в жодній пробі. При цьому встановлено серйозні перевищення допустимого вмісту нітратів у пробах № 1, 2, 4, 5 (у 4-х з 5-ти проб). Враховуючи такі результати, вживання води з джерел

№ 1, 2, 4, 5 є небажаним, оскільки становить значні ризики для здоров'я, особливо у разі регулярного вживання такої води, через надмірний вміст нітратів у них. Водночас джерело № 3, розміщене на території с. Степанівка, за всіма досліджуваними показникам відповідає вимогам, що встановлені для джерел чистої питної води.

Природні джерела станом на сьогодні зазнають негативного впливу з боку промисловості, аграрного виробництва, ведення військових дій на прилеглих територіях, що погіршує екологічну ситуацію в регіоні та Україні в цілому. Для вирішення проблеми, на нашу думку, необхідно вживати термінові комплексні заходи на державному та місцевому рівнях.

Література:

1. Ангурець О., Хазан П., Колесникова К., Куш М., Чернохова М., Гавранек М. Наслідки для довкілля війни росії проти України. Електронне науково-популярне видання. 2022. URL: <http://surl.li/kgblr> (дата звернення: 17.06.2024).
2. Верголяс М. Р. Оцінка токсичності нітратів у воді з використанням цитоморфологічних показників тест-організмів. *Екологічні науки*. 2020. 3 (30). С. 129–132.
3. Вплив хімічного складу та мікроелементів води питної на організм людини. Чернігівський обласний центр контролю та профілактики хвороб. 2022. URL: <http://surl.li/smrm> (дата звернення: 19.08.2024).
4. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10). К., 2010. URL: <http://surl.li/hhckgt>
5. Держводагентство: вплив війни на водні ресурси проникає в усі сектори економіки і вже давно перетнув національні кордони. URL: <http://surl.li/ehvgzn>

6. Зміна якісного стану води в р. Сейм. Державне агентство водних ресурсів України. Регіональний офіс водних ресурсів у Сумській області. UBL: <http://surl.li/crlikm>
7. Карнаушенко Д., Вакал Ю. Зміна гематологічних показників крові під впливом техногенного забруднення. *Наукові записки. Біологічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя)*. № 1-2, 2024. С. 52–64, doi:10.31654/2786-8478-2024-BN-1-2-52-64.
8. Мацак С., Вакал Ю., Касьяненко Г.Я. Дослідження явища міграції рухомих сполук флуору в ґрунтах прибережної зони р. Гуска. *Український журнал природничих наук*. № 3, 2023. С. 144–154 doi: 10.35433/naturaljournal.3.2023.144-154.
9. Мацак С.В., Вакал Ю.С. Аналіз питної води: оцінка якості та впливу хімічних забруднень. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Екологія і раціональне природокористування: освіта, наука і практика». 15 листопада 2023 р., MANS w Łomży, Польща. 2023. pp. 145–149.
10. Мацак С.В., Вакал Ю.С. Вимірювання вмісту рухомих сполук Фосфору в ґрунтах на сільськогосподарських територіях вздовж р. Гуска. Актуальні проблеми дослідження довкілля: Матеріали X Міжнародної наукової конференції (Суми-Тростянець, 25–27 травня 2023 р.,) Суми, 2023. С. 224–227.
11. Мацак С.В., Вакал Ю.С. Вплив сільськогосподарської діяльності на стан водних ресурсів. Матеріали VI Всеукраїнської студентської наукової конференції «Експериментальні та теоретичні дослідження в контексті сучасної науки». 21 червня 2024, м. Рівне. С. 154–155.
12. Мацак С.В., Вакал Ю.С. Неорганічні сполуки Нітрогену в природних водах та особливості їх визначення. Дев'яті Сумські наукові географічні читання: збірник матеріалів Всеукраїнської наукової конференції. 4–5 жовтня 2024 р., м. Суми. С. 80083.
13. Мацак С.В., Вакал Ю.С. Оцінка впливу військових дій на ґрунти та водойми Сумської області. Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція «Нові педагогічні виміри професійного розвитку майбутніх учителів: сучасні реалії та виклики» (15 листопада 2023 р.). м. Бердянськ, Україна. 2023
14. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України №2697-VIII від 28.02.2019. URL: <http://surl.li/akoef> (дата звернення: 20.09.2024).
15. Реагування на надзвичайну подію на річках Сейм та Десна. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Київ. 2024. URL: <http://surl.li/iszhp> (дата звернення: 20.09.2024).
16. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області у 2023 році. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. 2023. URL: <http://surl.li/hfgsf> (дата звернення: 18.09.2024).
17. Римар З. І., Гордієнко О. А. Визначення показників фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води. *Науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ*. 2021. 2 с. URL: <http://surl.li/yapbo>
18. Хільчевський В. К., Забокрицька М. Р. Хімічний аналіз та оцінка якості природних вод : навч. посіб. Луцьк : Вежа-Друк, 2021. 76 с.
19. Щорічний звіт про стан здоров'я населення України та епідемічну ситуацію за 2022 рік. Міністерство охорони здоров'я України. Київ. 2023. URL: <http://surl.li/rebhf> (дата звернення: 10.09.2024)
20. Fuge R. Fluorine in the environment, a review of its sources and geochemistry. *Applied Geochemistry*. 2019. 100. P. 393-406.
21. Miller J. D., Workman C. L. Panchang S. V., Sneegas G., Adams E. A., Young S. L., Thompson A. L. Drinking water nitrate and human health: an updated review. *International journal of environmental research and public health*. 2018. 15 (7). P. 1557.
22. Omer N. H. Water quality parameters. *Water quality-science, assessments and policy*. 2019. 18. P. 1–34.
23. World Health Organization. *Guidelines for drinking-water quality: incorporating the first and second addenda*. World Health Organization, 2022.
24. World Health Organization: *Air quality, energy and health*. 2018. URL: <http://surl.li/xxewnd> (дата звернення: 10.09.2024).
25. Yu Ya-qi, Yang Jin-yan. Health risk assessment of fluorine in fertilizers from a fluorine-contaminated region based on the oral bioaccessibility determined by Biomimetic Whole Digestion-Plasma in-vitro Method (BWDPM). *Journal of hazardous materials*. 2020. 383. 121124.

References:

1. Angurets, O., Khazan, P., Kolesnikova, K., Kushch, M., Chernykhova, M., & Gavranek, M. (2022). Naslidky dlia dovkillia viiny rosii proty Ukrainy. [Environmental consequences of russia's war against Ukraine]. *Electronic scientific-popular publication*. [in Ukrainian].
2. Vergolias, M. R. (2020). Otsinka toksychnosti nitrativ u vodi z vykorystanniam tsytomorfologichnykh pokaznykiv test-orhanizmiv. [Assessment of nitrate toxicity in water using cytomorphological indicators of test organisms]. *Ecological Sciences*, 3(30), 129–132. [in Ukrainian].
3. Vplyv khimichnoho skladu ta mikroelementiv vody pytnoi na orhanizm liudyny. [Influence of chemical composition and trace elements of drinking water on the human body]. (2022). *Chernihiv Regional Center for Disease Control and Prevention*. [in Ukrainian].
4. Derzhavni sanitarni normy ta pravyla «Hihienichni vymohy do vody pytnoi, pryznachenoї dlia spozhyvannia liudynoiu» (DSanPiN 2.2.4-171-10). [State sanitary norms and rules “Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption” (DSanPiN 2.2.4-171-10)]. (2010). Kyiv. [in Ukrainian].

5. Derzhvodahentstvo: vplyv viiny na vodni resursy pronykaie v usi sektory ekonomiky i vzhe davno peretnuv natsionalni kordony. [State Water Agency: the impact of war on water resources penetrates all sectors of the economy and has long crossed national borders]. [in Ukrainian].
6. Zmina yakisnoho stanu vody v r. Seim. [Change in water quality in the Seym River]. State Water Resources Agency of Ukraine. Regional Office of Water Resources in Sumy Region. [in Ukrainian].
7. Karnaushenko, D., & Vakal, Y. (2024). Zmina hematolohichnykh pokaznykiv krovi pid vplyvom tekhnohennoho zabrudnennia. [Changes in hematological blood parameters under the influence of technogenic pollution]. *Scientific Notes. Biological Sciences (Mykola Gogol Nizhyn State University)*, (1-2), 52-64. doi: 10.31654/2786-8478-2024-BN-1-2-52-64 [in Ukrainian].
8. Matsak, S., Vakal, Y., & Kasyanenko, G. Y. (2023). Doslidzhennia yavlyshcha mihratsii rukhomykh spoluk fluoru v gruntakh pryberezhnoi zony r. Huska. [Research on the migration of mobile fluorine compounds in soils of the Huska River coastal zone]. *Ukrainian Journal of Natural Sciences*, (3), 144–154. doi: 10.35433/naturaljournal.3.2023.144-154 [in Ukrainian].
9. Matsak, S. V., & Vakal, Y. S. (2023). Analiz pytnoi vody: otsinka yakosti ta vplyvu khimichnykh zabrudnen. [Drinking water analysis: quality assessment and impact of chemical pollution]. In *Proceedings of the International Scientific-Practical Conference "Ecology and Rational Use of Natural Resources: Education, Science and Practice"*, MANS w Łomży, Poland, November 15, 2023 (pp. 145–149) [in Ukrainian].
10. Matsak, S. V., & Vakal, Y. S. (2023). Vymiruvannia vmistu rukhomykh spoluk Fosforu v gruntakh na silskohospodarskykh terytoriakh vzdovzh r. Huska. [Measurement of mobile phosphorus compounds in soils in agricultural areas along the Huska River]. In *Proceedings of the 10th International Scientific Conference "Current Environmental Research Problems"*, Sumy-Trostianets, May 25–27, 2023 (pp. 224–227) [in Ukrainian].
11. Matsak, S. V., & Vakal, Y. S. (2024). Vplyv silskohospodarskoi diialnosti na stan vodnykh resursiv. [Impact of agricultural activities on water resources]. In *Proceedings of the 6th All-Ukrainian Student Scientific Conference "Experimental and Theoretical Research in the Context of Modern Science"*, Rivne, June 21, 2024 (pp. 154–155) [in Ukrainian].
12. Matsak, S. V., & Vakal, Y. S. (2024). Neorhanichni spoluky Nitrohenu v pryrodnykh vodakh ta osoblyvosti yikh vyznachennia. [Inorganic nitrogen compounds in natural waters and features of their determination]. In *Proceedings of the 9th Sumy Scientific Geographical Readings: Collection of Materials of the All-Ukrainian Scientific Conference*, Sumy, October 4–5, 2024 (pp. 80–83). [in Ukrainian].
13. Matsak, S. V., & Vakal, Y. S. (2023). Otsinka vplyvu viiskovykh dii na grunty ta vodoimy Sumskoi oblasti. [Assessment of the impact of military actions on soils and water bodies in the Sumy region]. In *Proceedings of the All-Ukrainian Scientific-Practical Internet Conference "New Pedagogical Dimensions of Professional Development of Future Teachers: Modern Realities and Challenges"*, Berdyansk, Ukraine, November 15, 2023. [in Ukrainian].
14. Pro Osnovni zasady (strategiiu) derzhavnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy na period do 2030 roku: Zakon Ukrainy № 2697-VIII vid 28.02.2019. [On the Basic Principles (Strategy) of the State Environmental Policy of Ukraine for the Period Until 2030. (2019). Law of Ukraine No. 2697-VIII from February 28, 2019]. [in Ukrainian].
15. Reahuvannia na nadzvychainu podiiu na richkakh Seim ta Desna. Ministerstvo zakhystu dovkilia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy. [Response to an emergency event on the Seym and Desna rivers]. (2024). *Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine*. Kyiv. [in Ukrainian].
16. Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Sumskii oblasti u 2023 rotsi. [Regional report on the state of the environment in Sumy region in 2023]. (2023). *Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine*. [in Ukrainian].
17. Rymar, Z. I., & Gordienko, O. A. (2021). Vyznachennia pokaznykiv fiziolohichnoi povnotsinnosti mineralnoho skladu pytnoi vody. [Determination of indicators of physiological completeness of the mineral composition of drinking water]. In *Proceedings of the Scientific and Technical Conference of VNTU Units*. [in Ukrainian].
18. Khilchevskiy, V. K., & Zabokrytska, M. R. (2021). Khimichniy analiz ta otsinka yakosti pryrodnykh vod: navch. posib. [Chemical analysis and water quality assessment: textbook]. Lutsk: Vezha-Druk. [in Ukrainian].
19. Shchorichnyi zvit pro stan zdorovia naselennia Ukrainy ta epidemichnu sytuatsiiu za 2022 rik. [Annual report on the health status of the population of Ukraine and the epidemiological situation for 2022]. (2023). *Ministry of Health of Ukraine*. Kyiv. [in Ukrainian].
20. Fuge, R. (2019). Fluorine in the environment, a review of its sources and geochemistry. *Applied Geochemistry*, 100, 393-406. [in English].
21. Miller, J. D., Workman, C. L., Panchang, S. V., Sneegas, G., Adams, E. A., Young, S. L., & Thompson, A. L. (2018). Drinking water nitrate and human health: an updated review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7), 1557. doi: 10.3390/ijerph15071557. [in English].
22. Omer, N. H. (2019). Water quality parameters. In *Water Quality - Science, Assessments, and Policy* (p. 1–34). [in English].
23. *World Health Organization*. (2022). Guidelines for drinking-water quality: incorporating the first and second addenda. [in English].
24. *World Health Organization*. (2018). Air quality, energy, and health. [in English].
25. Yu, Y. Y., & Yang, J. Y. (2020). Health risk assessment of fluorine in fertilizers from a fluorine-contaminated region based on the oral bioaccessibility determined by Biomimetic Whole Digestion-Plasma in-vitro Method (BWDPM). *Journal of Hazardous Materials*, 383, 121124. [in English].

АНАЛІЗ ЛОКАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НА МЕТЕОРОЛОГІЧНІЙ СТАНЦІЇ БОРИСПІЛЬ

Клок Сергій Володимирович,

кандидат географічних наук, доцент кафедри гуманітарних та прикладних наук
Бориспільського Інституту муніципального менеджменту
при Міжрегіональній академії управління персоналом
ORCID ID: 0000-0001-8195-5199
Web of Science Researcher ID: CYQ-8963-2022

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

Бобир Ольга Олегівна,

Київське обласне територіальне відділення МАН України
ORCID ID: 0000-0002-5640-5723

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

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

Дослідження фокусується на аналізі даних метеорологічної станції в Борисполі (Україна) за період з 1976 по 2019 роки, які були статистично оброблені у часові ряди та графіки, що ілюструють багаторічні тренди температури повітря та атмосферних опадів. У дослідженні розглядаються тенденції зміни температури повітря та опадів з акцентом на локальні прояви, як наслідки глобального потепління. Як глобальні, так і локальні тренди температури повітря демонструють постійне зростання, з деяким уповільненням темпів зростання у останні роки. Сезонний аналіз показує більш швидке зростання температури навесні та влітку. Розподіл мінімальної температури демонструє стабілізацію після 2000 року, хоча й зі збільшенням значень мінімальної температури у січні, березні, серпні, вересні та грудні. Аналіз максимальної температури повітря показує тенденцію до її зниження протягом останнього десятиліття, з вираженим підвищенням у липні, серпні та вересні, що контрастує зі стабільними рівнями з січня по березень. Середньорічна кількість опадів у Борисполі 566,2 мм, місячна норма – близько 47,2 мм, а кількість днів з опадами становить 194 на рік. Розподіл опадів залишається стабільним протягом спостережуваного періоду, незважаючи на періодичні екстремуми. Вплив глобального потепління проявляється на місцевому рівні через зміну теплового режиму та структури опадів, що впливає на сільське господарство та інші сектори економіки. Стратегії адаптації повинні враховувати ці зміни для ефективного пом'якшення їхніх негативних наслідків. Дослідження підкреслює гостру потребу в постійних кліматичних дослідженнях для ефективного моніторингу та реагування на зміни клімату. Розуміння локальних проявів глобальних кліматичних тенденцій полегшує проактивні заходи з адаптації до змін клімату.

Ключові слова: температура повітря, атмосферні опади, метеорологічні спостереження, клімат, погода.

Klok Serhii, Kornus Anatolii, Bobyr Olha, Kornus Olesia, Danylchenko Olena. Analysis of local manifestations of climate change based on observations at the Boryspil meteorological station

The study focuses on the analysis of data from the meteorological station in Boryspil, Ukraine, for the period from 1976 to 2019, statistically processed into time series and graphs illustrating monthly and annual trends in air temperature and precipitation. The study examines trends in air temperature and precipitation with a focus on localized manifestations as a consequence of global warming. Both global and local air temperature trends show a steady increase, with a slight slowdown in recent years. Seasonal analysis shows faster temperature growth in spring and summer. The distribution of the minimum temperature shows stabilization after 2000, although with an increase in the minimum temperature in January, March, August, September, and December. Analysis of the maximum air temperature shows a downward trend over the last decade, with pronounced increases in July, August, and September, which contrasts with stable levels from January to March. The average annual precipitation in Boryspil is 566.2 mm, the monthly rate is about 47.2 mm, and the number of days with precipitation is 194 per year. The distribution of precipitation has remained stable over the observed period, despite periodic extremes. The impacts of global warming are manifested at the local level through changes in thermal regimes and precipitation patterns, which affect agricultural practices and economic sectors. Adaptation strategies need to take these changes into account to effectively mitigate their negative effects. The study emphasizes the urgent need for ongoing climate research to effectively monitor and respond to climate change. Understanding the local manifestations of global climate trends facilitates proactive measures to adapt to climate change.

Key words: air temperature, precipitation, meteorological observations, climate, weather.

Вступ. Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю оцінки змін клімату, які відбуваються вже зараз. Сучасний стан кліматичної системи характеризується продовженням фази глобального потепління, яке відбувається на тлі посилення сонячної активності, підвищеної активності Ель-Ніньо, перебудови атмосферної циркуляції [4–5]. Важливо розуміти, що глобальне потепління проявляється не тільки багаторічною зміною приземної температури повітря (ПТП) планети та окремих її регіонів. Зросла не тільки екстремальність ПТП, а й інтенсивність і повторюваність несприятливих явищ погоди, які завдають суттєвих збитків. Згідно зі звітами Міжурядової комісії зі зміни клімату [11], у 1991–2010 рр. кількість природних аномалій щодо попередніх десятиліть збільшилась у 2,6 рази, що призвело до зростання економічної шкоди в розвинених країнах у 7,3 рази.

На початку серпня 2021 МГЕЗК оприлюднила черговий – шостий звіт про кліматичні зміни, що містить детальні прогнози динаміки ПТП, кількості опадів та ґрунтової вологості для різних регіонів Землі. На рис. 1 показано сценарії зміни ПТП, пов'язані з рівнями глобального потепління (РГП).

Рис. 1а ілюструє реакцію глобальної ПТП на антропогенні викиди для двох сценаріїв (SSP1-2.6 і SSP3-7.0). Час, коли дана симуляція досягає РГП, наприклад, +2°C, відносно 1850–1900 рр., береться як час, коли центральний рік 20-річного середнього значення вперше досягає такого рівня потепління (точки на лінії +2°C) (варто відзначити, що не всі симуляції досягають всіх рівнів потепління). Рис. 1b демонструє зміну ПТП, опадів (виражені у відсотках) і вологості ґрунту (виражена у стандартних відхиленнях міжрічної мінливості) для трьох РГП (число у верхньому

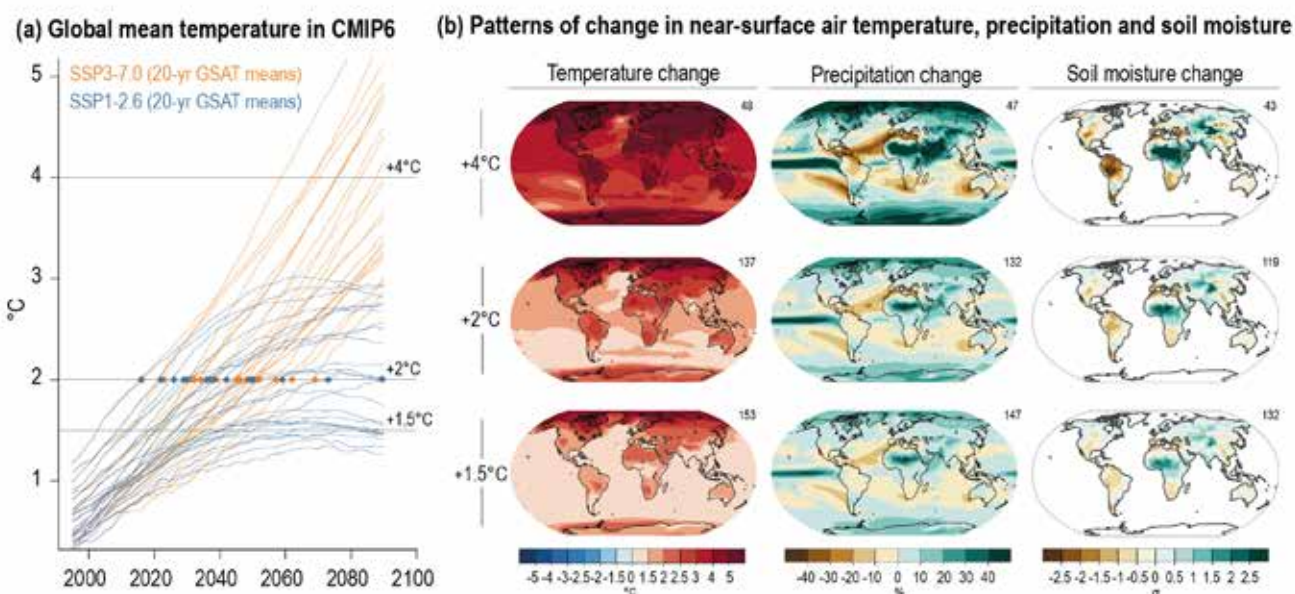


Рис. 1. Зміни глобальної температури, обчислені у рамках шостого етапу проекту порівняння сполучених моделей (CMIP6) та просторові зміни ПТП, атмосферних опадів і вологості ґрунту при різних сценаріях потепління (+1,5, +2 та +4°C) [11, 12]

правому куті панелей показує кількість модельних симуляцій, усереднену по всіх моделях, які досягають відповідного РГП.

Важливим, з огляду на причини глобального потепління, є той факт, що плавне зростання ПТП спостерігалось з початку ХХ століття, тоді як стрімке її підвищення – у його другій половині минулого століття (рис. 2). На рис. 2а показані зміни глобальної температури поверхні, реконструйовані за допомогою палеокліматичних методів (суцільна сіра лінія, роки 1–2000) і за результатами прямих спостережень (суцільна чорна лінія, 1850–2020), як відносно 1850–1900 рр, так і усереднених за десятиріччя. Вертикальна смуга ліворуч показує розрахункову температуру протягом найтеплішого періоду (приблизно 6500 років тому) за останні 100 000 років, який стався під час поточного міжльодовикового періоду (голоцен). Цей та минулі теплі періоди були спричинені повільними (багатотисячолітніми) змінами орбітальних характеристик Землі.

Зміни глобальної температури поверхні за останні 170 років (чорна лінія) відносно 1850–1900 рр. і температурна реакція як на антропогенні, так і на природні чинники (одночасно) і лише на природні фактори (сонячна й вулканічна активність) показані на рис. 2б. Оприлюднені результати доводять провідну роль антропогенного чинника у стрімкому потеплінні, що спостерігається останніми десятиліттями.

Матеріал та методи. Дослідження виконане на основі даних, отриманих за результатами спостережень на метеорологічній станції Бориспіль (50°21'09"N, 30°57'18"E) протягом 1976–2019 рр. Ці результати були статистично оброблені та сформовані в часові ряди

й графіки, що унаочнюють динаміку місячної й річної ПТП та кількість опадів на зазначеній станції.

Викладення основного матеріалу. Глобальне потепління не носить сталого характеру, – результатом його є перерозподіл атмосферних характеристик і явищ погоди – як у часі, так і по території [3–10]. Оцінки кліматичних змін ґрунтуються на результатах спостережень, отриманих на метеорологічних станціях. Ці дані та їх опрацювання дозволяють встановити й оцінити конкретні прояви глобального потепління. Це відкриває шлях до розробки територіальними громадами заходів з адаптації до кліматичних змін.

Середня температура повітря. Відомо, що термічний режим атмосфери є найважливішим механізмом формування погодних умов та кліматичного режиму окремих територій. Наслідки сучасних змін ПТП (глобального потепління) ми відчуваємо вже сьогодні, а тому вкрай актуальною і важливою є задача проведення досліджень механізмів цих змін з метою їх попередження або ж пом'якшення наслідків.

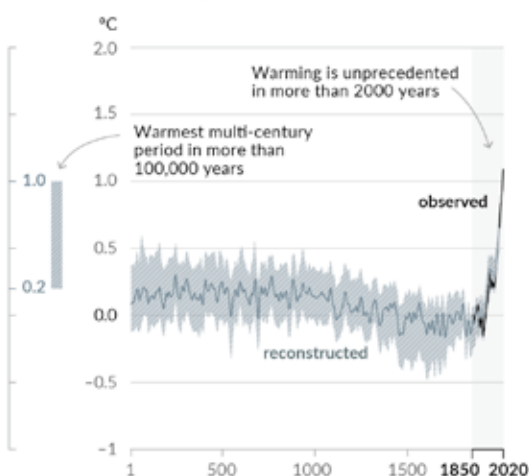
Крива розподілу середньої річної ПТП на метеостанції Бориспіль (рис. 3а), демонструє чітку тенденцію до зростання, аналогічно глобальній температурі повітря, про яку говорилося раніше. Відзначимо певне уповільнення темпів зростання ПТП у останні два десятиліття та зменшення її амплітуди.

Порівняльний розподіл багаторічної середньомісячної ПТП за різні періоди спостережень на названій станції відображено на рис. 3б. Взаємне розташування кривих річного ходу температур чітко показує, що інтенсивніше зростання термічного режиму спостерігається у весняно-літній період. З огляду на це, цікаво було би провести порівняль-

Human influence has warmed the climate at a rate that is unprecedented in at least the last 2000 years

Changes in global surface temperature relative to 1850–1900

(a) Change in global surface temperature (decadal average) as reconstructed (1–2000) and observed (1850–2020)



(b) Change in global surface temperature (annual average) as observed and simulated using human & natural and only natural factors (both 1850–2020)

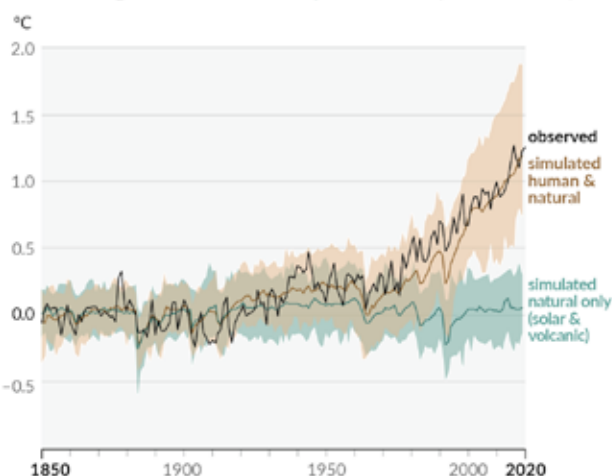


Рис. 2. Динаміка глобальної ПТП [11]

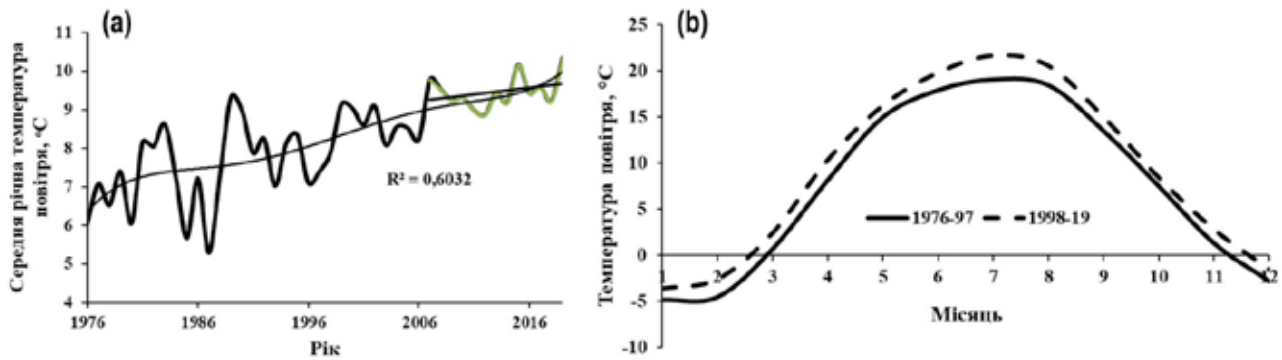


Рис. 3. Динаміка середньої річної та місячної ПТП за даними спостережень на метеостанції Бориспіль (1976–2019 рр.)

ний аналіз розподілу температур за її окремими градаціями.

Слід зазначити, що середнє значення температури є розрахунковим показником, тому для проведення об'єктивнішого аналізу багато авторів, наприклад, [4, 5 та ін.], пропонують використовувати екстремальні її значення – абсолютні мінімуми та максимуми.

Мінімальна температура повітря. Як відомо, мінімальна температура повітря ($T_{\min}$) – найнижча температура повітря, що спостерігалася в даному місці протягом деякого часу: доби, місяця, року тощо. Графік розподілу мінімальної температури по метеостанції Бориспіль відображено на рис. 4а; при цьому, починаючи з 2000-х років, спостерігається певна стабілізація цієї характеристики погоди. Зростання $T_{\min}$ відбувалося не в усі місяці року, як це видно з рис. 4б, а лише в січні, березні, серпні, вересні та грудні.

Цікавим є розподіл $T_{\min}$ за її градаціями (інтервалами: $-25,0...-20,1^{\circ}\text{C}$, $-20,0...-15,1^{\circ}\text{C}$, $-15,0...-10,1^{\circ}\text{C}$ і т.д.) за два 22-річні періоди спостережень, представлений на рис. 5. Лише градації 0°C (від $0,0$ до $4,9^{\circ}\text{C}$), 20°C (від $20,0$ до $24,9^{\circ}\text{C}$) та 25°C (від $25,0$ до $29,9^{\circ}\text{C}$) демонструють збільшення повторюваності відповідних температур у другому періоді спостережень (1998–2019 рр.), порівняно із 1976–1997 рр.

Зростання повторюваності градації 0°C потребує більш детального вивчення, оскільки, якщо воно відбувається у квітні чи вересні, то це може призводити до виникнення пізніх весняних чи ранніх осінніх заморозків – несприятливого агрометеорологічного явища погоди.

Максимальна температура повітря. Найвища температура повітря, зафіксована впродовж певного року спостережень на метеостанції Бориспіль, демонструє негативний її тренд протягом останнього десятиліття (рис. 6а).

Порівняльний аналіз річного розподілу $T_{\max}$ за два 22-річні періоди спостережень наведено на рис. 6б. Зростання максимальних місячних температур відбулося теплого сезону року (найбільше потепліли липень, серпень та вересень), тоді як для холодного сезону (жовтень–березень) рівень $T_{\max}$ залишався сталим, або ж навіть зменшувався (січень–березень).

Аналіз розподілу випадків добової $T_{\max}$ за її градаціями відображено на рис. 7.

Слід звернути увагу на суттєве збільшення екстремально високих значень ($>25^{\circ}\text{C}$) максимальної добової ПТП, що може бути вкрай небезпечно як для сільського господарства, так і для інших галузей господарювання, особливо в поєднанні з тривалими бездошовими періодами (посуха). Результати досліджень вітчизняних вчених свідчать про те, що

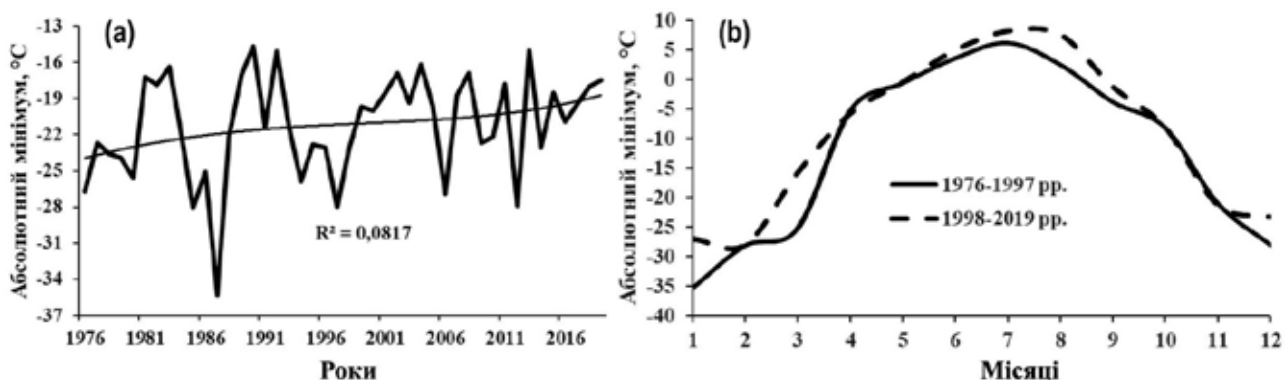


Рис. 4. Розподіл річних місячних абсолютних мінімумів ПТП за даними спостережень на метеостанції Бориспіль (період 1976–2019 рр.)

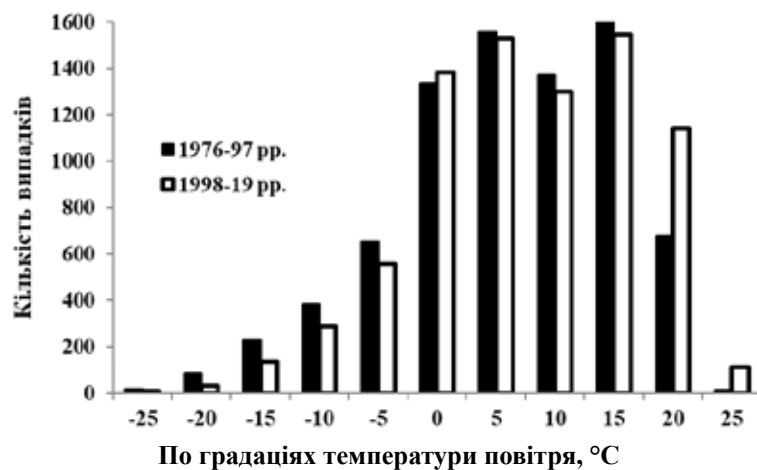


Рис. 5. Розподіл випадків мінімальної ПТП по градаціях за даними спостережень на метеостанції Бориспіль (1976–2019 рр.)

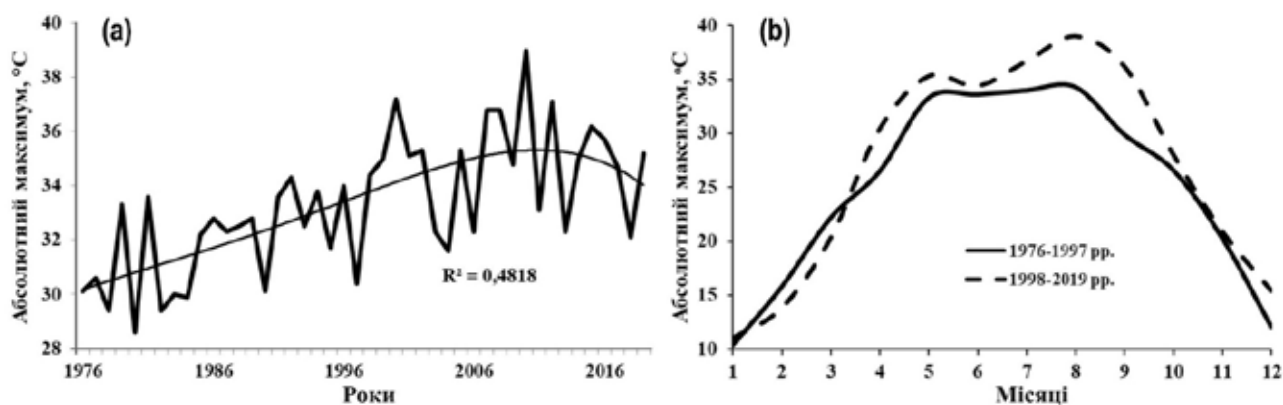


Рис. 6. Динаміка максимумів річних та місячних температур повітря за даними спостережень на метеостанції Бориспіль (1976–2019 рр.)

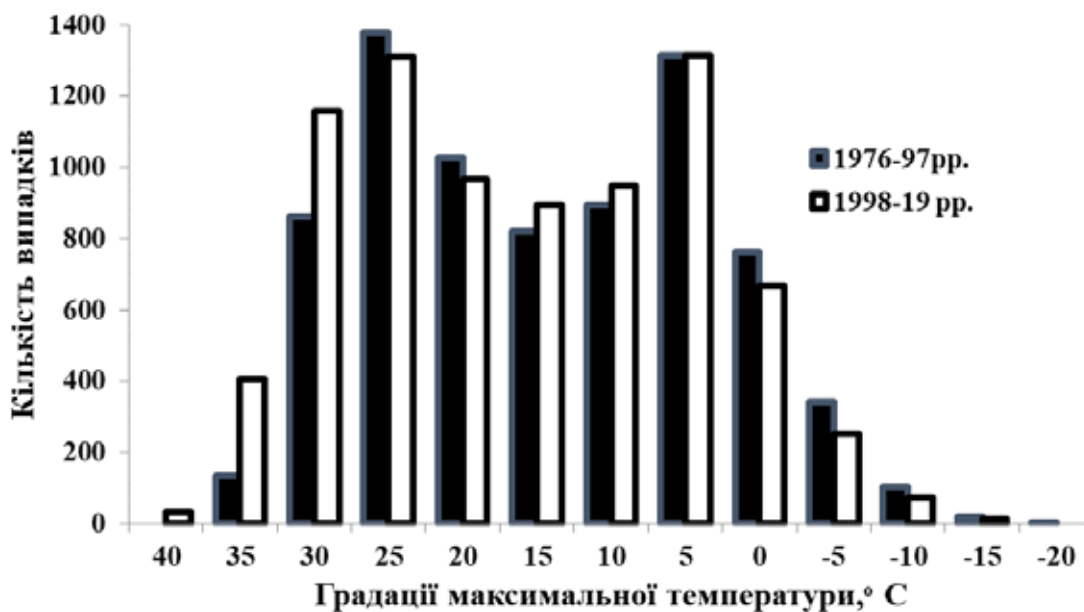


Рис. 7. Розподіл випадків максимальної добової ПТП по градаціям за даними спостережень на метеостанції Бориспіль (1976–2019 рр.)

в Україні впродовж останніх десятиліть спостерігається стійка тенденція до збільшення тривалості та повторюваності посух і не лише у південній, а й у центральній та північній частинах України [1–3, 9].

Атмосферні опади. Середня багаторічна кількість опадів на метеостанції Бориспіль за 1976–2019 рр. становить 566,2 мм, що близько до середніх базових показ-

ників по Україні [1]. Місячна їх норма складає 47,2 мм, а середньорічна кількість днів з опадами становить 194. Основні характеристики атмосферних опадів наведено в табл. 1. Цікаво відмітити, максимуми кількості опадів (добові, місячні та річні) спостерігалися досить давно.

Річні суми опадів упродовж усього періоду спостережень, який аналізується, розподілені досить стабільно – тенденційні зміни цієї характеристики відсутні,

Таблиця 1

Характеристики атмосферних опадів по метеостанції Бориспіль (1976–2019 рр.)

Період спостережень		Середньорічна кількість днів з опадами	Середнє значення		Максимальна кількість, мм			Стандартне відхилення, мм
Початок, дата	Кінець, дата		мм/місяць	мм/рік	доба	місяць	рік	
01.01.1976	31.11.2019	194	47,2	566,2	$\frac{99,7}{1.05.2002}$	$\frac{180,2}{5.2002}$	$\frac{829,0}{2002}$	32,6

що демонструє рис. 8. Проте, в окремі роки атмосферних опадів спостерігається вкрай мало, або ж навпаки – дуже багато, річна їх амплітуда складає близько 400 мм (рис. 8).

Разом з тим, на метеостанції Бориспіль спостерігається стійка тенденція до зменшення кількості днів з атмосферними опадами, що відображає наступний

рис. 9. Той факт, що зменшення кількості днів з атмосферними опадами відбувається на тлі стійкої річної їх кількості, свідчить про збільшення інтенсивності опадів і, відповідно, зменшення ефективності.

Наступний рис. 10 демонструє розподіл модальної складової місячних сум атмосферних опадів, під якою ми розуміємо, як це прийнято в математичній ста-

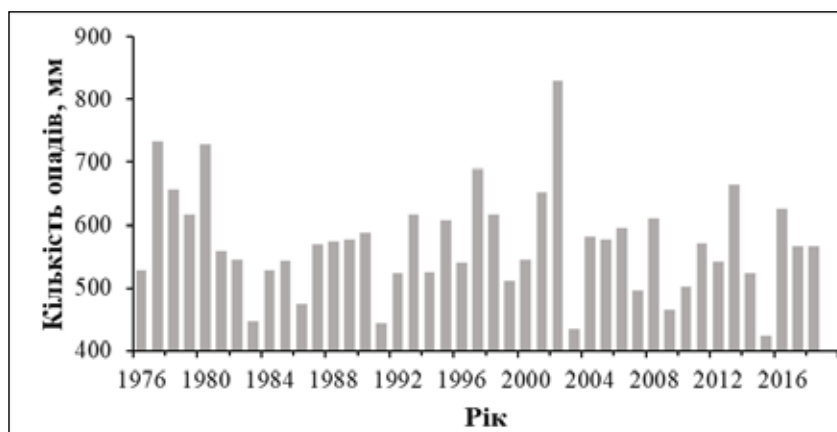


Рис. 8. Розподіл сумарних річних сум опадів за даними спостережень на метеостанції Бориспіль (1976–2019 рр.)

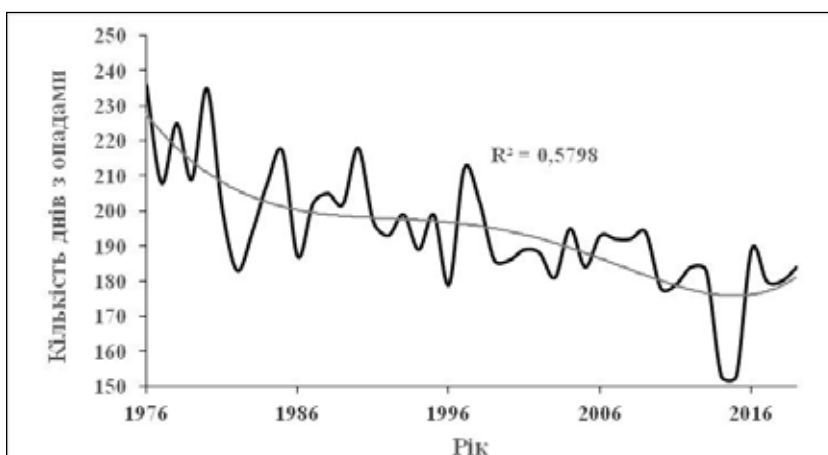


Рис. 9. Динаміка річної кількості днів з атмосферними опадами за даними метеостанції Бориспіль за період спостережень 1976–2019 рр.

тистиці, будь-яку точку локального максимуму щільності розподілу. Якщо до 2000 р. вона спостерігалася виключно теплої пори року, то на сьогодні маємо її зміщення на зимові місяці. Враховуючи мінливий характер сучасних зим з частими відлигами, що не сприяє процесу сталого снігонакопичення, можна зробити висновок про певне зменшення ефективності опадів в останні роки.

Цікавим в прогностичному плані може бути аналіз нормованої річної кількості опадів, розподіл якої можна побачити на рис. 11. В даному випадку під нормою розуміється середнє багаторічне значення.

Слід звернути увагу на те, що роки впродовж останніх десятиліть, в окремі річна кількість опадів є суттєво меншою за багаторічну норму – така тенденція зберігається й протягом останніх років. Взагалі від’ємна амплітуда опадів домінує над позитивною.

Висновки. Проведений аналіз підтверджує наявність кліматичних змін, що фіксується результатами спостережень метеорологічної станції Бориспіль. Підвищення ПТП, яке фіксується за результатами спостережень 1976–2019 рр., відбувається як за рахунок фонові складової, так і в результаті збільшення екстремумів, хоча останніми десятиліттями максимальні температури демонструють від’ємний тренд. Порівняльний аналіз результатів різних періодів спостереження показав ефективніше підвищення температури у весняно-літній період і не по всьому температурному ряду.

Річна сума атмосферних опадів залишається сталою за весь період, що аналізувався, проте має місце їх перерозподіл упродовж року – кількість опадів збільшується в холодні місяці, що знижує їх ефективність в цілому. Зменшення кількості днів з опадами на фоні стійкої

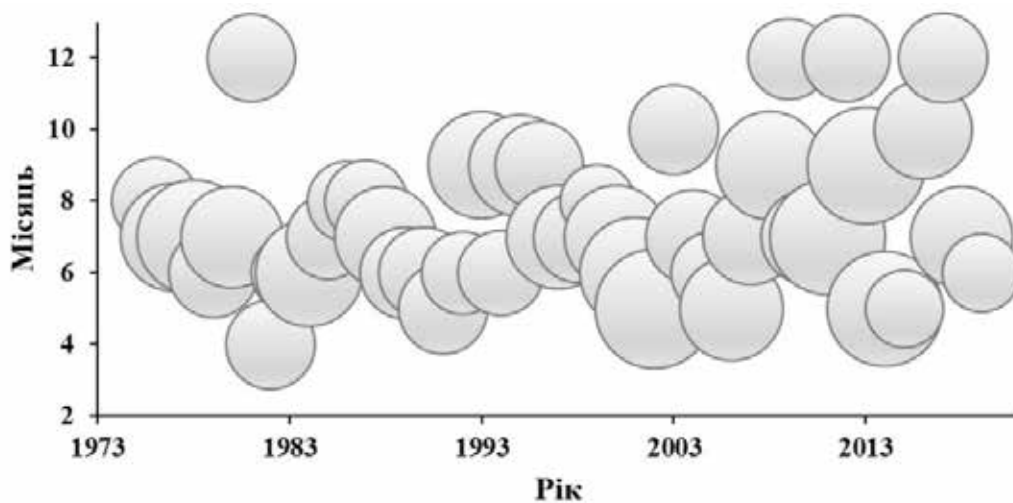


Рис. 10. Розподіл модальної складової сумарних місячних опадів за даними спостережень на метеостанції Бориспіль (1976–2019 рр.)

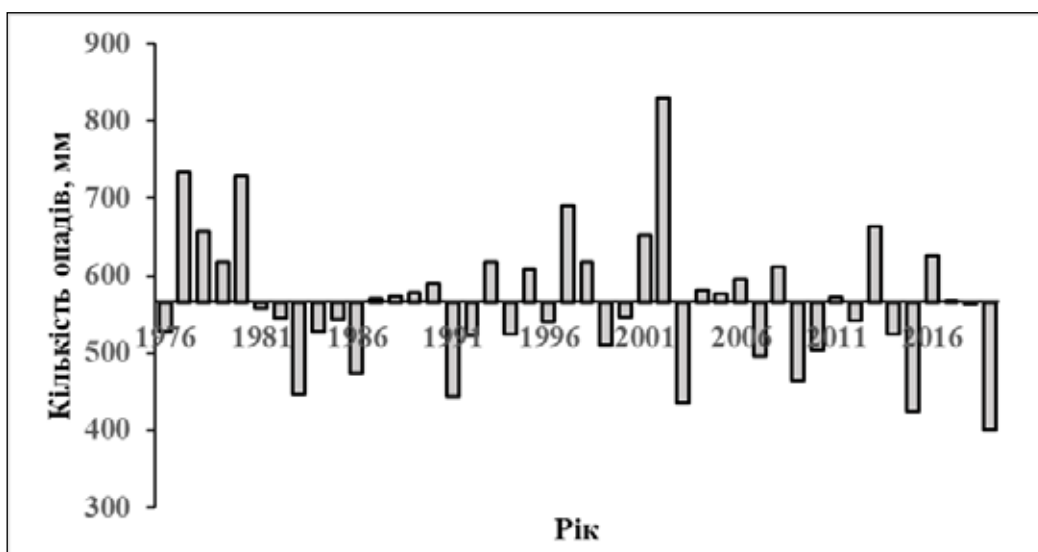


Рис. 11. Розподіл сумарних річних опадів відносно багаторічної норми за даними спостережень на метеостанції Бориспіль (1976–2019 рр.)

їх кількості, свідчить про збільшення екстремальності атмосферних опадів, що узгоджується з відомими тенденціями глобальних змін клімату.

Назване вище дозволяє рекомендувати вивчити можливість культивування на території дослідження більш

теплолюбних культур, у зв'язку з підвищенням фонові складової ПТП. З огляду на перерозподіл атмосферних опадів варто переглянути дати посіву; по-можливості, створювати максимальні умови для ефективного використання зимових опадів.

Література:

1. Адаменко Т.І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Біла Церква: Бліц, 2014. 16 с.
2. Дмитренко В.П. Погода, клімат і урожай польових культур. К.: Ніка-Центр, 2010. С. 234.
3. Ліпінський В.М., Дячук В.А., Бабіченко В.М. Клімат України. Київ: УкрНДГМІ, 2003. 343 с.
4. Клок С. В., Корнус А. О., Корнус О. Г., Данильченко О. С. Аналіз сучасних тенденційних змін мінімальної добової температури повітря на території України на фоні глобального потепління. Подолання екологічних ризиків і загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій – 2022 : Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції 26–27 травня 2022 року. Полтава : НУПП, 2022. С. 295–298.
5. Клок С.В., Корнус А.О. Окремі кліматичні характеристики території Шацьких озер: сьогодення, тренди та перспективи. Шацьке поозер'я в контексті змін клімату: збірник матеріалів VI Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 70-річчю від дня народження професора Петліна В. М. (1–3 жовтня 2021 р.) / за заг. ред. В. О. Фесюка. Луцьк : ВНУ ім. Лесі Українки, 2021. С. 22–31.
6. Корнус А.О. Сучасні термічні показники мезоклімату Північно-східного регіону України. Рельєф і клімат : Матеріали II Міжнародної конференції (26-28 вересня, 2018 р.). Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2018. С. 21–22.
7. Корнус А.О., Ленок Д.В. Гідротермічні особливості мезоклімату Північно-Східного регіону України за результатами спостережень 2005–2016 років. *Наукові записки СумДПУ імені А.С. Макаренка. Географічні науки*. 2017. Вип. 8. С. 14–18.
8. Тимофеев В.Є., Клок С.В., Корнус А.О., Корнус О.Г. Оцінка сучасного стану регіональної кліматичної системи України та східної Європи з можливостями сезонного прогнозування [Електронний ресурс]. Восьмі Сумські наукові географічні читання: збірник матеріалів Всеукраїнської наукової конференції (Суми, 13–14 жовтня 2023 р.) / СумДПУ імені А. С. Макаренка, Сумський відділ Українського географічного товариства; [упорядник Корнус А. О.]. Елект. текст. дані. Суми. 2023. С. 163–176.
9. Тимофеев В. Є., Клок С. В., Корнус А. О., Корнус О. Г., Данильченко О.С. Українське Полісся як індикатор сучасних кліматичних змін. Українське Полісся: проблеми та тренди сучасного розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. (Ніжин, 10-11 лютого 2022 р.) Ніжин: НДУ ім. Гоголя. 2022. С. 102–105.
10. Шербань М.І. Клімат і врожай на Україні. Київ: Знання, 1991. 32 с.
11. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Păan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi: <https://doi.org/10.1017/9781009157896>.
12. Copernicus Climate Change Service, Climate Data Store, (2021): CMIP6 climate projections. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). DOI: <https://doi.org/10.24381/cds.c866074c>

References:

1. Adamenko, T.I. (2014). Ahroklimatychne zonuвання terytorii Ukrainy z vrakhuvanniam zminy klimatu [Agro-climatic zoning of the territory of Ukraine with regard to climate change]. Bila Tserkva: Blits, 16 p. [in Ukrainian].
2. Dmytrenko, V.P. (2010). Pohoda, klimat i urozhai pol'ovyykh kultur [Weather, climate and crop yields]. Kyiv: Nika-Tsentr, 620 p. [in Ukrainian].
3. Lipinskyi, V.M., Diachuk, V.A., Babichenko, V.M. (2003). Klimat Ukrainy [Climate of Ukraine]. Kyiv: UkrNDHMI, 343 p. [in Ukrainian].
4. Klok, S.V., Kornus, A.O., Kornus, O.H., Danylchenko, O.S. (2022). Analiz suchasnykh tendentsiinykh zmin minimalnoi dobovoi temperatury povitria na terytorii Ukrainy na foni hlobalnoho poteplinnia [Analysis of current trend changes in the minimum daily air temperature in Ukraine against the background of global warming]. Podolannya ekolohichnykh ryzykiv i zahroz dlia dovkillia v umovakh nadzvychainykh sytuatsii – 2022 – Overcoming environmental risks and threats to the environment in emergency situations – 2022. Proceedings of the First International Scientific and Practical Conference (May 26–27, 2022). Poltava: NUPP, pp. 295–298. [in Ukrainian].
5. Klok, S.V., Kornus, A.O. (2021). Okremi klimatychni kharakterystyky terytorii Shatskykh ozer: s'ohodennia, trendy ta perspektyvy [Selected climatic characteristics of the Shatsk Lakes area: present, trends and prospects]. Shatske poozeria v konteksti zmin klimatu – Shatsk Lakeland in the context of climate change: Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference dedicated to the 70th anniversary of Professor V.M. Petlin (October 1–3, 2021) / Ed. by V. Fesiuk. Lutsk: Lesya Ukrainka National University, pp. 22–31. [in Ukrainian].
6. Kornus, A.O. (2018). Suchasni termichni pokaznyky mezoklimatu Pivnichno-skhidnoho rehionu Ukrainy [Current thermal indicators of the mesoclimate of the North-Eastern region of Ukraine]. Relief i klimat: Materialy II Mizhnarodnoi konferentsii – Relief and climate: Proceedings of the II International Conference (September 26-28, 2018). Chernivtsi: Chernivtsi National University, pp. 21–22. [in Ukrainian].

7. Kornus, A.O., Lynok, D.V. (2017). Hidrotermični osoblyvosti mezoklimatu Pivnično-Skhidnoho rehionu Ukrainy za rezul'tatamy sposterežen' 2005–2016 rokiv [Hydrothermal features of the mesoclimate of the North-Eastern region of Ukraine based on the results of observations in 2005–2016]. *Naukovi zapysky SumDPU imeni A.S. Makarenka. Heohrafični nauky – Scientific Notes of Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko. Geographical sciences*, Iss. 8, pp. 14–18. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6428530> [in Ukrainian].
8. Tymofieiev, V.Ye., Klok, S.V., Kornus, A.O., Kornus, O.H. (2023). Otsinka suchasnoho stanu rehionalnoi klimatychnoi systemy Ukrainy ta skhidnoi Yevropy z mozhlyvostiamy sezonnoho prohnozuvannia [Evaluation of the current state of the regional climate system of Ukraine and Eastern Europe with seasonal forecasting capabilities]. *Vosmi Sumski naukovi heohrafični chytannia: zbirnyk materialiv Vseukrainskoi naukovoï konferentsii – Proceedings of the All-Ukrainian Scientific Conference “Eighth Sumy Scientific Geographical Readings”* (Sumy, October 13–14, 2023). Sumy: Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko. *Geographical sciences*, pp. 163–176. [in Ukrainian].
9. Tymofieiev, V. Ye., Klok, S. V., Kornus, A. O., Kornus, O. H. (2022). Danylchenko O.S. Ukrainske Polissia yak indyktor suchasnykh klimatychnykh zmin [Ukrainian Polissya as an indicator of current climate change]. *Ukrainske Polissia: problemy ta trendy suchasnoho rozvytku: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii – Ukrainian Polissya: problems and trends of modern development: Proceedings of the All-Ukrainian scientific and practical conference* (Nizhyn, February 10–11, 2022). Nizhyn: Gogol National University, pp. 102–105. [in Ukrainian].
10. Scherban, M.I. (1991). *Klimat i vrozhai na Ukraini* [Climate and harvests in Ukraine]. Kyiv: Znannia, 32 p. [in Ukrainian].
11. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Păan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi: <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
12. Copernicus Climate Change Service, Climate Data Store. (2021). CMIP6 climate projections. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). DOI: <https://doi.org/10.24381/cds.c866074c>

ДО ПИТАННЯ ВИВЧЕННЯ ДВОЯРУСНОСТІ АНТРОПОГЕННИХ ЛАНДШАФТІВ

Коптєва Тетяна Сергіївна,

доктор філософії зі галузі знань 10 Природничі науки

спеціальності 103 Науки про Землю,

доцент кафедри суспільно-економічних дисциплін і географії

Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди

ORCID ID: 0000-0001-9405-1674

Scopus Author ID: 57221684400

Web of Science Researcher ID: GLT-3019-2022

Стаття оглядово окреслює про поняття «двоярусності» антропогенних ландшафтів, що є ключовою характеристикою взаємодії природних та антропогенних компонентів у сучасному ландшафтознавстві. Особлива увага приділяється структурі двоярусності, що включає поверхневий та підземний яруси. Поверхневий ярус охоплює видимі зміни ландшафту, зокрема рельєф, рослинність, водні об'єкти, інфраструктуру та промислові об'єкти, які відображають безпосередній вплив людини. Підземний ярус включає глибинні геологічні структури, водні ресурси, мінеральні поклади, шахти та інші підземні об'єкти, що формуються або змінюються внаслідок техногенної діяльності. Висвітлено вплив антропогенної діяльності на гідрологічні процеси, зокрема на поверхневі та підземні води, і як ці зміни можуть призводити до ерозії, зсувів, провалів та інших екологічних проблем. Акцентована увага на взаємозв'язку між цими двома ярусами, де зміни у поверхневому ярусі можуть впливати на підземні процеси й навпаки. Це взаємодія чітко ілюструється на прикладі гірничопромислових регіонів, таких як Криворізька ландшафтно-технічна система. Окрему увагу приділено Кочубеївському руднику, який ілюструє виражену двоярусність. Рудник характеризується кар'єрно-відвальною структурою та проявами шахтного типу, що формуються внаслідок закритої розробки залізної руди. У статті поверхнево розглянутий селитебний ландшафт Криворізької ландшафтно-технічної системи, який характеризується складною структурою, що включає поверхневий та підземний яруси. Поверхневий ярус представлений різноманітними елементами урбаністичного середовища, такими як багатоповерхові житлові будинки, промислові підприємства, торговельні центри та ін. Підземний ярус включає інфраструктуру швидкісного трамвая, що рухається як надземними, так і підземними лініями. Ця особливість є унікальною для території Криворізької ландшафтно-технічної системи та підкреслює специфіку місцевої транспортної системи. Також окреслено, як гірничодобувна діяльність призводить до формування провального рельєфу, що є кінцевим результатом зрушення гірських порід через застосування підповерхневого обвалення.

Ключові слова: антропогенні ландшафти, двоярусність антропогенних ландшафтів, поверхневий ярус, підземний ярус, гірничопромисловий ландшафт, селитебний ландшафт, Криворізька ландшафтно-технічна система.

Koptieva Tetiana. To the question of studying the duality of anthropogenic landscapes

The article provides an overview of the concept of "two-tieredness" of anthropogenic landscapes, which is a key characteristic of the interaction between natural and anthropogenic components in modern landscape science. Special attention is given to the structure of two-tieredness, which includes the surface and underground tiers. The surface tier encompasses visible changes in the landscape, including relief, vegetation, water bodies, infrastructure, and industrial objects that reflect the direct impact of human activity. The underground tier includes deep geological structures, water resources, mineral deposits, mines, and other underground objects that are formed or altered as a result of technogenic activity. The influence of anthropogenic activity on hydrological processes is highlighted, particularly concerning surface and groundwater, and how these changes can lead to erosion, landslides, subsidence, and other ecological problems. The relationship between these two tiers is emphasized, where changes in the surface tier can affect underground processes and vice versa. This interaction is clearly illustrated through examples from mining regions such as the Kryvyi Rih landscape technical system. Particular attention is paid to the Kochubeivskiy mine, which exemplifies pronounced two-tieredness. The mine is characterized by a quarry-waste structure and manifestations of a mining type that arise due to the closed extraction of iron ore. The article also superficially examines the residential landscape of the Kryvyi Rih landscape technical system, which features a complex structure comprising both surface and underground tiers. The surface tier is represented by various elements of the urban environment, such as multi-story residential buildings, industrial enterprises, shopping centers, etc. The underground tier includes the infrastructure of a high-speed tram system that operates on both above-ground and underground lines. This feature is unique to the Kryvyi Rih landscape technical system and underscores the specificity of the local transportation system. The article outlines how mining activity leads to the formation of subsidence relief, which is the end result of rock displacement due to the use of sub-surface collapse.

Key words: anthropogenic landscapes, duality of anthropogenic landscapes, surface layer, underground layer, mining landscapes, residential landscapes, Kryvyi Rih landscape-technical system.

Вступ. Різноманіття природних умов та чинників взаємодіють у формуванні природного середовища та географічної оболонки. Безперечно, антропогенна діяльність впливає на цей процес, і від її організації залежить функціонування вже антропогенних ланд-

шафтих комплексів. Антропогенні ландшафти докорінно відрізняються від первинних природних у зміні геолого-геоморфологічного, кліматичного, гідрологічного режимів, ґрунтових процесів та біорізноманіття. Особливістю є їх швидка трансформація та повільність

у саморозвитку, без постійного утримання штучно впроваджених змін антропогенні ландшафти мають тенденцію до деградації. Історія антропогенних ландшафтів може приховати сліди людської діяльності, але наслідки минулого антропогенного впливу можуть бути катастрофічними. Тому, актуальність дослідження двоярусності антропогенних ландшафтів є важливою для визначення ландшафтних та техногенних чинників, які впливають на формування двоярусності антропогенних ландшафтів, які формують поверхневий і підземний ярус, та їх взаємодія між собою.

Постановка проблеми. Дослідження двоярусності антропогенних ландшафтів є маловивченим, але має право на актуальність і важливе значення. Розуміння структури двоярусності антропогенних ландшафтів, функціонування та взаємодії між різними елементами дозволяє зрозуміти взаємозв'язок між компонентами ландшафту оцінити стан та функціонування ландшафтного комплексу, та запобігти дії розвитку похідних явищ і процесів: зсуви, провалля, просідання. Також це допомагає вирішувати соціально-економічні проблеми, пов'язані з управлінням земельними ресурсами, розвитком селитебних ландшафтів їх покращенню та інше.

Матеріали та методи. Дослідження двоярусності антропогенних ландшафтів є досить маловідомим і повністю не є вивченим, але поступово перетинаються з науковими доробками, які стосуються висотної диференціації антропогенних ландшафтів. Активно вивчення антропогенних ландшафтів в Україні займається низка науковців: Л.І. Воропай досліджує теорії антропогенного ландшафтознавства; Г.І. Денисик – антропогенні та промислові ландшафти Правобережної України; А.В. Гудзевич – антропогенні ландшафти Поділля; М.М. Куниця – селитебні ландшафти; І.М. Война, Л.М. Кирилюк – висотну диференціацію антропогенних ландшафтів; В.Л. Казаков, Г.М. Задорожня, С.В. Ярков – антропогенні ландшафти Криворіжжя, Т.С. Коптева – висотну диференціацію антропогенних ландшафтів Криворіжжя; Є.А. Іванов – антропогенні ландшафти Львівської області та ін.

Дослідження двоярусності антропогенних ландшафтів проводиться і за кордоном. Особливо слід виокремити Richard J. Hobbs, який вивчає ландшафтну екологію та виділяє процеси, що відбуваються у поверхневому ярусі антропогенних ландшафтів. Jianguo Wu – міську та ландшафтну екологію, планування ландшафту; Erle C. Ellis – досліджує причини та наслідки довгострокових екологічних змін, спричинених антропогенною діяльністю від локального до глобального масштабів; Marina Alberti – міську екологію та містопланування; Steward T.A. Pickett зосереджені дослідження на екології порушень, гострих подій та катастроф покращеному розумінні соціально-екологічних систем, урбанізації як екологічного процесу на який впливає антропогенний ландшафт.

При аналізі двоярусності антропогенних ландшафтів було застосовано історичний метод, який здійснений при характеристиці формування та розвитку поняття двоярусності, за допомогою порівняльного

методу було виконано порівняння кар'єрно – відвальних ландшафтних комплексів як прикладу поверхневого та підземного ярусів, картографічний за допомогою якого здійснено аналіз картографічних матеріалів, метод антропогенно-ландшафтознавчого прогнозу дозволив спрогнозувати майбутні зміни двоярусності антропогенних ландшафтів.

Результати дослідження. Загалом під поняттям антропогенного ландшафту прийнято розуміти ті ландшафти, що сформовані під впливом антропогенної діяльності, які можуть включати в себе елементи як природного, так і антропогенного походження. Вони є складною системою, де різні компоненти взаємодіють між собою, визначаючи специфічну структуру та функціонування ландшафту.

Термін «антропогенний ландшафт» найбільш визнаний серед наукової спільноти, хоча й не єдиний. Для позначення цього поняття введено терміни «антропічний», «антропогенізований», «олюднений», «культурний» тощо. Ці терміни не є обґрунтованими, їх не підтримують науковці, на що неодноразово звертав увагу Г.І. Денисик. Близька до широкого розуміння й трактування антропогенного ландшафту у міжнародних словниках та «Географічній енциклопедії України»: «Антропогенний ландшафт (від грец. *άνθρωπος* – людина і *γεωβάω* – породжую, створюю) – ландшафт, змінений діяльністю людини в процесі виконання нею соціально-економічних функцій з відповідною технологією природокористування» [11]. П.Г. Шищенко пропонує антропогенний ландшафт розуміти як місцевість, змінену діяльністю людини в процесі виконання нею соціально-економічних функцій та використання певних технологій природокористування [1]. Природно, що більшість сучасних ландшафтів можна вважати антропогенними, оскільки вони так чи інакше були змінені людиною. Вирубка лісу, відвали, кар'єри – це лише частина найбільш помітних рукотворних змін. Є.А. Іванов зазначає, що антропогенні ландшафти, попри те, що створені людиною, є природними комплексами і підкоряються природним закономірностям [6].

Однією з ключових характеристик антропогенних ландшафтів є їхній двоелементний характер. Це означає, що вони складаються з двох основних частин – природного та антропогенного компонентів [2]. Природний охоплює природні компоненти, такі як ґрунти, рослинність, гідрологічні системи тощо, тоді як формується внаслідок антропогенної діяльності людини, включаючи забудову, сільське господарство, промисловість та інші антропогенні структури [10]. Значення двоярусності антропогенних ландшафтів полягає в розрізненні між поверхневим та підземним ярусами, де поверхневий ярус охоплює всі компоненти, що розташовані на поверхні землі, а підземний – всі елементи, що знаходяться під землею.

Між двоярусності та висотною диференціацією можливо провести наскрізні лінії, але ці поняття досить різні. Висотна диференціація обумовлюється на різноманітні та зміни з висотною кліматичних чинників та їх дії на рослинний покрив [3], а двоярусність вини-

кає внаслідок дії всіх ландшафтовірних чинників, насамперед це літогенні (геологічна будова території, рельєф та їх розвиток), кліматичні, гідрологічні (функціонування поверхневих вод), гідрогеологічні (підземні води), ґрунтові, рослинні [7].

Поверхневий ярус охоплює всі видимі компоненти ландшафту, такі як рельєф, рослинність, водні об'єкти, будівлі, інфраструктуру, транспортні мережі та інші об'єкти. Він є об'єктом прямого спостереження та взаємодії людей з ландшафтом. Також він відображає зовнішній вигляд ландшафту та відіграє важливу роль у формуванні естетичного враження та функціонального призначення місцевості [12]. Підземний ярус охоплює всі складові, які розташовані під поверхнею землі, такі як геологічна структура, ґрунтовий покрив, водні ресурси, підземні води, мінеральні породи та корисні копалини. Важливою характеристикою підземного ярусу є його вплив на гідрологічні процеси, ґрунтові властивості та геологічну стійкість поверхневого ярусу.

Як приклад наземного та підземного ярусів антропогенного ландшафту при добуванні вугілля (рис. 1).

Двоюрисність антропогенних ландшафтів зумовлена взаємодією між цими двома ярусами, де зміни на поверхневому ярусі можуть впливати на підземний ярус і навпаки. Наприклад, забудова на поверхні може призвести до зміни водопроводу ґрунтових вод або забруднення ґрунту, що може мати далекосяжні наслідки для підземних екосистем. Також, розробка підземних ресурсів, таких як нафта чи газ, може впли-

вати на стійкість поверхневого ярусу та призводити до змін у ландшафті [12].

Двоюрисність антропогенних ландшафтів дозволяє враховувати комплексний підхід до планування та управління ландшафтами, враховуючи як поверхневий, так і підземні аспекти їхньої структури та функціонування. Підземний ярус може мати значний вплив на поверхневий ярус ландшафту і навпаки через різноманітні процеси та взаємодії між ними [9].

Розглянемо приклад взаємодії між підземними та поверхневими ярусами ландшафту на прикладі гідрологічних процесів. Гідрологічні процеси, що відбуваються у підземному ярусі, визначаються тим, що підземні води з глибоких шарів можуть виходити на поверхню у вигляді джерел, озер або вологих зон це впливає на формування гідрологічних систем, розташування водойм, вологих угідь і рослинності [4]. Підземні води також відіграють важливу роль у стабільності ґрунтів, запобігаючи їх ерозії вода, яка просочується через ґрунт, підтримує його вологість, зменшуючи ризик зсувів та ерозійних процесів. Крім того, рух підземних вод може сприяти утворенню печер, воронок та інших геоморфологічних структур, що впливають на рельєф і форму поверхневого ландшафту. Забруднення підземних вод хімічними речовинами або відходами може безпосередньо погіршувати якість ґрунтів і водойм на поверхні [11]. З іншого боку, підземні ресурси, такі як мінерали чи нафта, можуть бути видобуті та використані на поверхні. Гідрологічні умови, створені підземними водами, також впливають на тип і розподіл рос-



Рис. 1. Схематичне зображення наземного та підземного ярусів антропогенного ландшафту при добуванні вугілля (виконано за допомогою штучного інтелекту)

линності на поверхні деякі рослини можуть відігравати важливу роль у фільтрації й очищенні підземних вод.

Наглядний приклад двоярусності антропогенних ландшафтів можемо простежити у Криворізькій ландшафтно-технічній системі, а саме у гірничопромислових та селитебних ландшафтах. Гірничопромислові ландшафти Криворізької ландшафтно-технічної системи в порівнянні з іншими промисловими ландшафтами найбільш суттєво впливають на речовинний склад, розвиток і структуру натуральних і антропогенних ландшафтів. У місцях видобутку корисних копалин корінним чином змінені всі компоненти природного середовища, формуються специфічні, збіднені і менш стійкі, в порівнянні з натуральними – гірничопромислові ландшафти з більш диференційованою, контрастною і динамічною структурою. Подібні комплекси зараз перевищують 40 тис. га території Криворізької ландшафтно-технічної системи [5].

У гірничопромислових ландшафтах поверхневий ярус обумовлюється виникненням відвалів, кар'єрів, териконів, шламосховищ. Наразі на території КЛТС функціонують найбільші кар'єри – кар'єр Південного гірничозбагачувального комбінату понад 400 м (рис. 2), один із найбільших рекультивованих відвалів – Бурщицький (110 м), затопленні рекультивовані кар'єри – Жовтневий (110 м), Карачунівський понад 250 м (рис. 3), найбільше шламосховище – Войківське. Підземний ярус гірничопромислових ландшафтів поділяється на шахти (стволи, квершлагги, штреки, гезенки), штольні і просадочні воронки. Найглибші шахти: шахта Козацька (1190 м), Криворізька (1580 м) [7].

Варто зазначити, що Кочубіївський рудник, який знаходиться на північ від міста Кривий Ріг, біля с. Ганнівка має яскравий прояв двоярусності на поверхневому та підземному ярусах.

Кочубеївський рудник відноситься до кар'єрно-відвального ландшафтного комплексу, типу місцевості платоподібного багатоярусного відвального за наявною породою до пухких відвалів – Кочубеївський відвал. Своєю чергою Кочубеївські штольні належать до шахтного типу гірничопромислових ландшафтів.

Шахтний тип утворився, відповідно, у результаті закритої розробки родовищ залізної руди поділяється на дві підкатегорії: шахтно-провальний та шахтно-просадочний тип місцевості, таким чином Кочубеївські штольні відносяться до шахтно – просадочного типу місцевості (рис. 4).

За гірничовидобувною діяльністю Кочубеївський рудник це ландшафтний комплекс який має кар'єр, відвал і 5 штолень [8].

Щодо селитебного ландшафту КЛТС складається також з поверхневого та підземного ярусів. Поверхневому ярусу характерні селитебні забудови (багатопверхневі житлові будинки, промислові підприємства, різноманітні торгівельні центри, будинки культури, мистецтва та ін.). До підземного ярусу селитебного ландшафту відноситься швидкісний трамвай, який рухається надземними так і підземними лініями, такий вид руху трамваїв характерний тільки на території КЛТС.

Між поверхневим та підземними ярусами гірничопромислових ландшафтів є досить умовна межа, якщо



Рис. 2. Кар'єр Південного гірничозбагачувального комбінату (виконано за допомогою Google Earth)



Рис. 3. Карачунівський гранітний кар'єр (виконано за допомогою Google Earth)



Рис. 4. Кочубеївський рудник (виконано за допомогою Google Earth)

це стосується похідних процесів та явищ на території Криворізької ландшафтно-технічної системи, а саме провальний рельєф. Провальний рельєф активно розвивається у північній, центральній частині КЛТС (рис. 5).

Провальний рельєф є кінцевим результатом процесу зрушення гірських порід, що активізується внаслідок застосування при добувних роботах системи підповерхневого обвалення порід [9]. Сутність такої системи

полягає в тому, що покрівлю підземних порожнин значних сумарних обсягів, які утворюються після відпрацювання шахтами верхніх горизонтів рудовмісних пластів (до 300 м глибини), штучно обвалюють, заповнюючи таким чином вироблений простір.

Висновки. Дослідження двоярусності антропогенних ландшафтів є важливим напрямом у вивченні взаємодії між природними і антропогенними компонен-



Рис. 5. Провальний рельєф на території Криворізької ландшафтно-технічної системи

тами, що формують сучасні ландшафти. Антропогенні ландшафти, зокрема в містах із розвинутою гірничодобувною промисловістю, як-от Криворізька ландшафтно-технічна система, демонструють складну двоярусну структуру, де поверхневий та підземний яруси взаємодіють і впливають один на одного.

Поверхневий ярус включає видимі зміни ландшафту, пов'язані з діяльністю людини: забудову, відвали, кар'єри, транспортні мережі. Підземний ярус охоплює шахти, підземні води, геологічні структури та корисні копалини, які також формуються під впливом людини. Особливу увагу слід приділяти тому, що зміни у під-

земному ярусі можуть мати далекосяжні наслідки для поверхневого ландшафту, наприклад, дії ерозії, зсувів чи провалів, як це спостерігається у випадку гірничо-промислових регіонів.

Двоярусність антропогенних ландшафтів дозволяє глибше зрозуміти складність взаємодії між природними процесами і людською діяльністю, що особливо важливо для ефективного управління територіями. Комплексний підхід до планування антропогенних ландшафтів, що враховує обидва яруси, є необхідним для забезпечення їхньої стійкості та мінімізації негативних екологічних наслідків від людської діяльності.

Література:

1. Антропогенний ландшафт / П. Г. Шищенко // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.]; НАН України, НТШ. К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2001. Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-43056>
2. Денисик Г. І. Антропогенні ландшафти Правобережної України: монографія. Вінниця: Арбат, 1998, 292 с.
3. Денисик Г. І., Война І. М. Висотна диференціація та різноманіття антропогенних ландшафтів. Вінниця, ПП «ТД «Едельвейс і К», 2013, 230 с.
4. Загальна гідрологія: підручник / В.К. Хільчевський, О.Г. Ободовський, В.В. Гребін та ін. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 399 с.
5. Казаков В. Л. Потенціал спелестологічних об'єктів кривбасу для цілей спортивного спелеотуризму. Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет ім. Г. Сковороди. 2011. Спец. випуск. С. 135–143.
6. Іванов Є. А., Тиханович Є. Є. Функціонування гірничопромислових геосистем. Географія в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка: 85 років – досягнення та перспективи, 2018, Київ, С. 65–68.
7. Коптева Т. С. Двоярусність гірничопромислових та селитерних ландшафтів Криворізької ландшафтно-технічної системи. Географічна освіта і наука: виклики і поступ : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 140-річчю географії у Львівському університеті. У 3-ох томах. Львів : Простір-М, 2023. Т. 3. С. 100–103.
8. Koptieva T. Kochubiivka mine: history of formation and development prospects on the territory of Kryvyi Rih landscape and technical system. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. 2023. № 37. С. 43–51 DOI: 10.26565/2075-1893-2023-37-05

9. Коптева Т. С., Лебедовський А. В. Наземна і підземна диференціація антропогенних ландшафтів. Ландшафтознавство. 2024. 5 (1). С. 79–85. DOI: <https://doi.org/10.31652/2786-5665-2024-5-79-85>
10. Koptieva T. S. Altitudinal differentiation and diversity of mining landscapes of Kryvorizhzhia : monograph / T. S. Koptieva; H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University. Vinnytsia : TVORY, 2023. 138 p. : ill. («Modern Nature and Landscapes of Ukraine»).
11. Міллер Г.П., Петлін В.М., Мельник А.В. Ландшафтознавство: теорія і практика. Львів, 2002. 72 с.
12. Сторожук В.М., Батлук В.А., Назарук М.М. Промислова екологія: Підручник. – Львів : Українська академія друкарства, 2005. 547 с.

References:

1. Shyshchenko, P. H. (2001). Antropohennyi landshaft [Anthropogenic landscape]. In I. M. Dziuba, A. I. Zhukovskyi, M. H. Zhelezniak et al. (Eds.), Entsyklopediia Suchasnoi Ukrainy [Encyclopedia of Modern Ukraine] [Electronic resource]. National Academy of Sciences of Ukraine, Shevchenko Scientific Society. Kyiv: Institute of Encyclopedic Research, NAS of Ukraine. Available at: <https://esu.com.ua/article-43056> [in Ukrainian].
2. Denysyk, H. I. (1998). Antropohenni landshafty Pravoberezhnoi Ukrainy [Anthropogenic landscapes of Right-Bank Ukraine]. Vinnytsia: Arbat, 292 p. [in Ukrainian].
3. Denysyk, H. I., Voyna, I. M. (2013). Vysotna dyferentsiatsiia ta riznomanittia antropohennykh landshaftiv [Altitudinal differentiation and diversity of anthropogenic landscapes]. Vinnytsia: PP “TD “Edelweis i K”, 230 p. [in Ukrainian].
4. Khilchevskiy, V. K., Obodovskiy, O. H., Hrebin, V. V. et al. (2008). Zahalna hidrolohiia: pidruchnyk [General Hydrology: textbook]. Kyiv: Publishing and Printing Center “Kyiv University”, 399 p. [in Ukrainian].
5. Kazakov, V. L. (2011). Potentsial spelestopohichnykh ob'ektiv Kryvbassu dlia tsilei sportyvnoho speleoturyzmu [Potential of speleological objects of Kryvbass for the purposes of sports speleotourism]. Humanitarnyi visnyk DVNZ “Pereiaslav-Khmelnyskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni H. Skovorody”, Special issue, 135–143. [in Ukrainian].
6. Ivanov, Ye. A., Tikhanych, Ye. Ye. (2018). Funktsionuvannia hirnychopromyslovykh heosystem [Functioning of mining-industrial geosystems]. In Heohrafiia v Kyivskoho natsionalnomu universyteti imeni Tarasa Shevchenka: 85 rokiv – doiahennia ta perspektyvy [Geography at Taras Shevchenko National University of Kyiv: 85 years – achievements and perspectives], Kyiv, 65–68. [in Ukrainian].
7. Koptieva, T. S. (2023). Dvoyarusnist hirnychopromyslovykh ta selytybnykh landshaftiv Kryvorizkoi landshaftno-tekhnichnoi systemy [Duality of mining and residential landscapes of the Kryvyi Rih landscape-technical system]. In Heohrafichna osvita i nauka: vyklyky i postup: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoj 140-richchju heohrafiu u Lvivskomu universyteti [Geographical education and science: challenges and progress: materials of the international scientific-practical conference, dedicated to the 140th anniversary of geography at Lviv University]. Vol. 3, 100–103. Lviv: Prostir-M. [in Ukrainian].
8. Koptieva, T. (2023). Kochubivka mine: history of formation and development prospects on the territory of Kryvyi Rih landscape and technical system. Problemy bezpererвної heohrafichnoi osvity i kartohrafi, 37, 43–51. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2023-37-05>
9. Koptieva, T. S., Lebedovskyi, A. V. (2024). Nazemna i pidzemna dyferentsiatsiia antropohennykh landshaftiv [Surface and underground differentiation of anthropogenic landscapes]. Landshaftoznavstvo, 5 (1), 79–85. <https://doi.org/10.31652/2786-5665-2024-5-79-85>. [in Ukrainian].
10. Koptieva, T. S. (2023). Altitudinal differentiation and diversity of mining landscapes of Kryvorizhzhia: monograph. Vinnytsia: TVORY, 138 p. («Modern Nature and Landscapes of Ukraine»). [in English].
11. Miller, H. P., Petlin, V. M., Melnyk, A. V. (2002). Landshaftoznavstvo: teoriia i praktyka [Landscape science: theory and practice]. Lviv, 72 p. [in Ukrainian].
12. Storozhuk, V. M., Batluk, V. A., Nazaruk, M. M. (2005). Promyslova ekolohiia [Industrial ecology]. Lviv: Ukrainian Academy of Printing, 547 p. [in Ukrainian].

Наукове видання

СЛОБОЖАНСЬКИЙ НАУКОВИЙ ВІСНИК

Серія: Природничі науки

Науковий журнал

Випуск 2, 2024

Коректура • *Н. Ігнатова*

Комп'ютерна верстка • *О. Молодецька*

Підписано до друку: 25.11.2024 р.
Формат 60x84/8. Times New Roman.
Папір офсет. Цифровий друк. Ум. друк. арк. 13,25.
Замов. № 1224/847. 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.