

ISSN: 2306-9716 (Print)
ISSN: 2664-6110 (Online)

МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА ЕКОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ ТА УПРАВЛІННЯ

ЕКОЛОГІЧНІ НАУКИ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

2(35)



Видавничий дім
«Гельветика»
2021

Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К. :
Видавничий дім «Гельветика», 2021. – № 2(35). – 172 с.

Головний редактор: Бондар О.І., доктор біологічних наук

Заступник головного редактора: Нагорнева Н. А.

Науковий редактор: Машков О.А., доктор технічних наук

Відповідальний редактор: Сікачина В. Г.

Редакційна колегія:

Гандзюра В.П., доктор біологічних наук

Єрмаков В.М., доктор технічних наук

Захматов В.Д., доктор технічних наук

Іващенко Т.Г., кандидат технічних наук

Конішук В.В., доктор біологічних наук

Лукаш О.В., доктор біологічних наук,

Машков В.А., доктор технічних наук

Михайленко Л.Є., доктор біологічних наук

Нецветов М.В., доктор біологічних наук

Ольшевський С.В., доктор технічних наук

Риженко Н.О., доктор біологічних наук

Рудько Г.І., доктор геолого-мінералогічних наук,

доктор географічних наук, доктор технічних наук

Улицький О.А., доктор геологічних наук

Фінін Г.С., доктор фізико-математичних наук

Шматков Г.Г., доктор біологічних наук

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р. (додаток 1) журнал внесений до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б») у галузі біологічних наук (091 – Біологія), природничих наук (101 – Екологія, 103 – Науки про Землю) та технічних наук (183 – Технології захисту навколишнього середовища).

Журнал публікує (після рецензування та редагування) статті, які містять нові теоретичні та практичні здобутки в галузі екологічних наук.

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

*Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International
(Республіка Польща)*

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ	7
Кравченко І.В. Аналіз сучасного стану повітря та оцінка інгаляційного неканцерогенного ризику здоров'ю населення Северодонецько-Лисичанської агломерації.....	7
ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ	15
Бордюг Н.С., Рашенко А.В., Лесь А.В. Розробка проєкту системи моніторингу атмосферного повітря.....	15
Фінін Г.С., Шевченко Р.Ю. Спеціальні геодезичні мережі в екологічному моніторингу.....	20
ЕКОЛОГІЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ	25
Гнатів І.Р. Вплив антропогенних факторів на якість питної води у свердловинах Стрийського водозабору.....	25
Кущенко Л.В., Овчарук В.А, Прокоф'єв О.М., Гопцій М.В, Андрєвська Г.М. Мінімальний та екологічний стік річок у зоні недостатньої водності України.....	30
Строкаль В.П., Ковпак А.В. Причинно-наслідкові зв'язки забруднення біогенними елементами басейну річки Дніпра: синтез теоретичних даних.....	37
Хом'як І.В., Зарічна М.С., Демчук Н.С., Костюк В.С., Василенко О.М., Власенко Р.П., Гарбар Д.А. Вплив зарегулювання течії на динаміку екосистем долини річки Лісна (Житомирська область).....	45
ЕКОЛОГІЯ І ВИРОБНИЦТВО	49
Галкіна О.П., Куницький С.О. Ефективність підвищення роботи оборотної системи водопостачання коксохімічного підприємства.....	49
Павленко А.О., Красова О.О. Стан інтродукційної популяції <i>Crambe pontica</i> Steven ex Rupr. на залізорудному відвалі (Кривий Ріг).....	54
Романь А.М., Пікарєня Д.С., Накемпій О.К. Зменшення викидів забруднюючих речовин промисловими підприємствами шляхом упровадження системи екологічного менеджменту.....	60
Савченко В.М., Міненко С.В., Савченко Л.Г. Екологічна безпека та зниження впливу підприємств з технічного сервісу на оточуюче середовище.....	64
ЕКОЛОГІЯ ТА ЕКОНОМІКА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ	70
Бондар О.Б. Аналіз розмірів сплати екологічних податків на території Західної України.....	70
ТЕОРЕТИЧНА ЕКОЛОГІЯ	77
Боброва М.С., Ворона С.О., Мовчан С.В., Ульдякова Л.А. Особливості зміни вмісту антиоксидантів у тканинах рослин під впливом різного температурного режиму.....	77
Пикало С.В., Демидов О.А., Юрченко Т.В., Рибка К.М., Харченко М.В., Прокопик Н.І. Методи оцінки морозостійкості селекційного матеріалу пшениці.....	82
БІОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА	90
Бондар О.І., Риженко Н.О., Жаврида Д.С. Біоаккумуляція ртуті (Hg^{2+}), хрому (Cr^{6+}) та цинку (Zn^{2+}) у екосистемах Обухівського району Київської області.....	90
ЗМІНА КЛІМАТУ	94
Гончарова Л.Д., Прокоф'єв О.М. Клімато-географічні особливості розподілу опадів на території України в осінній період.....	94
Костюкєвич Т.К., Толмачова А.В., Колосовська В.В., Барсукова О.А. Агроекологічна оцінка продуктивності сої в Західному Лісостепу України в умовах зміни клімату.....	99

ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОЛОГІЧНОГО ТА ЛАНШАФТНОГО РІЗНОМАНІТТЯ	104
Кратюк О.Л., Власюк В.П., Рибак В.О. Напіввільне утримання оленя плямистого <i>Cervus nippon</i> на території Центрального Полісся.....	104
Мороз Л.М., Люленко С.О., Подзерей Р.В. Домінуюча орнітофауна околиць міста Умані: видовий склад та чисельність.....	110
Саварін О.О., Кравцов О.А. Нова реєстрація лісової кішки (<i>Felis silvestris</i> Schreber, 1777) в Івано-Франківській області.....	116
Трускавецька І.Я. Дослідження видового різноманіття перетинчастокрилих (<i>Hymenoptera</i>) на території ландшафтного заказника місцевого значення «Стовп'язькі краєвиди».....	120
РОЗВИТОК ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ	125
Мельник В.В. Аналіз природно-заповідного фонду України та Житомирської області.....	125
ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ	132
Davydova I.V., Korbut M.V., Kireitseva N.V. Recommendations for studying of features of implementation of European Union standards in the sphere of environmental protection in Ukraine	132
Коробчук Л.І., Мисковець І.Я. Комплексний підхід до організації управління екологічною діяльністю у сфері охорони здоров'я людини з питань соціальних хвороб.....	137
Лавріненко В.М. Радіоекологічна оцінка стану ґрунтів Чернігівщини та рекомендовані заходи щодо їх реабілітації.....	141
Машіка Г.В., Пологовська Ю.Ю., Бикова М.Д. Сучасні тенденції розвитку екологічного туризму в Україні в умовах пандемії COVID-19.....	146
Петрук В.Г., Машков О.А., Абідов С.Т., Гура К.Ю. Методологія інтегрованого управління екологічною безпекою природоохоронних систем.....	153
Степова О.В., Серга Т.М. Визначення величини ризику для здоров'я населення від автотранспортного шуму в Шевченківському районі м. Полтава.....	162
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ	168

CONTENTS

GENERAL ENVIRONMENTAL SAFETY ISSUES	7
Kravchenko I. Analysis of the current state of the air and health inhalation non-carcinogenic risk assessment in the Severodonetsk-Lysychansk agglomeration	7
ENVIRONMENTAL MONITORING	15
Bordiug N., Rashchenko A., Les A. Development of the air monitoring system project	15
Finin G., Shevchenko R. Special Geodetic Networks in environmental monitoring	20
ECOLOGY OF WATER RESOURCES	25
Hnativ I. Influence of anthropogenic factors on the quality of drinking water in the wells of the Stryi water intake	25
Kushchenko L., Ovcharuk V., Prokofiev O., Goptsiy M., Andreevskaya G. Minimal and environmental runoff of rivers in the zone of the insufficient water content of Ukraine	30
Strokal V., Kovpak A. Causes of nutrient pollution in the Dnieper river basin: theoretical syntheses	37
Khomiak I., Zarichna M., Demchuk N., Kostiuk V., Vasylenko O., Vlasenko R., Harbar D. Influence of flow regulation on the dynamics of ecosystems of the Lisna river valley (Zhytomyr region)	45
ECOLOGY AND PRODUCTION	49
Galkina O., Kunytskiy S. Efficiency of improving operation of the cooling water supply system of the coke-chemical plant	49
Pavlenko A., Krasova O. The state of introduced population of <i>Crambe pontica</i> Steven ex Rupr. on an iron ore waste dump (Kryvyi Rih)	54
Roman A., Pikarenya D., Nakempiy O. Industrial plants pollutant emissions reduction by introduction of an environmental management system	60
Savchenko V., Minenko S., Savchenko L. Ecological safety and lowering impact on environment of the company of technical service	64
ECOLOGY AND ECONOMICS OF NATURAL RESOURCE USE	70
Bondar O. Analysis of the amount of environmental taxes' payment in Western Ukraine	70
THEORETICAL ECOLOGY	77
Bobrova M., Vorona S., Movchan S., Uldiakova L. Features of change of antioxidant content in plant tissues under the influence of different temperature regime	77
Pykalo S., Demydov O., Yurchenko T., Rybka K., Kharchenko M., Prokopik N. Methods for evaluation of wheat breeding material for frost tolerance	82
BIOLOGICAL SAFETY	90
Bondar O., Ryzhenko N., Zhavryda D. Bioaccumulation of Mercury's (Hg ²⁺), Chrome's (Cr ⁶⁺), and Zinc's (Zn ²⁺) in ecosystems of Obukhiv district of Kyiv region	90
CLIMATE CHANGE	94
Goncharova L., Prokofiev O. Climate and geographical features of precipitation distribution on the territory of Ukraine in the autumn period	94
Kostiukievych T., Tolmachova A., Kolosovska V., Barsukova E. Agroecological assessment of soybean productivity in the Western Forest-Steppe of Ukraine in the face of climate changing	99

PRESERVATION OF BIOLOGICAL AND LANDSCAPE DIVERSITY	104
Kratiuk O., Vlasiuk V., Rybak V. Sika Deer <i>Cervus nippon</i> semi-free keeping on the territory of the Central Polissya	104
Moroz L., Liulenko O., Podzerei R. Dominant avifauna near the city of Uman: species composition and number	110
Savarin A., Kravtsov A. New registration of a wildcat (<i>Felis silvestris</i> Schreber, 1777) in Ivano-Frankivsk region	116
Truskavetska I. Study of species diversity of <i>Hymenoptera</i> in the territory of landscape reserve of local significance “Stovpyazky landscapes”	120
DEVELOPMENT OF THE UKRAINIAN NATURE RESERVE FUND	125
Melnyk V. Analysis of the nature reserve fund of Ukraine and Zhytomyr region	125
GENERAL ENVIRONMENTAL SAFETY ISSUES	132
Davydova I.V., Korbut M.V., Kireitseva H.V. Recommendations for studying of features of implementation of European Union standards in the sphere of environmental protection in Ukraine	132
Korobchuk L., Myskovets I. A complex approach to organization the management of environmental activity in the sphere of human health on social diseases	137
Lavrinenko V.M. Radioecological assessment of soils in Chernihiv region and recommended measures for their rehabilitation	141
Mashika H., Pologovska I., Bykova M. Current trends in the development of ecological tourism in Ukraine in the condition of the COVID-19 pandemic	146
Petruk V., Mashkov O., Abidov S., Gura K. The methodology of integrated management of ecological safety for environment protection systems	153
Stepova O., Serga T. Determination of the risk of risk health from traffic noise in the Shevchenkiv district of Poltava	162
AUTHORS’ CREDENTIALS	168

ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

УДК 504.3.054+504.75.05

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.1>

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПОВІТРЯ ТА ОЦІНКА ІНГАЛЯЦІЙНОГО НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИЗИКУ ЗДОРОВ'Ю НАСЕЛЕННЯ СЕВЕРОДОНЕЦЬКО-ЛИСИЧАНСЬКОЇ АГЛОМЕРАЦІЇ

Кравченко І.В.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
пр. Центральний, 59а, 93400, м. Северодонецьк, Луганська обл.

kravchiv@snu.edu.ua

У роботі наведений аналіз сучасного стану атмосферного повітря на території Северодонецько-Лисичанської агломерації (Україна), оскільки повітря є основним маршрутом потрапляння токсикантів в організм людини. Наголошується, що додатковому навантаженню на повітря сприяє чимало чинників, а саме: нестабільність роботи підприємств у періоди пусків та аварійних зупинок, зношеність їх обладнання; велика кількість териконів відвалів порід та шламонакопичувачів, що є джерелом пилу та випаровувань; виникнення нових стаціонарних промислових та господарських джерел викидів без належного очищення, що розташовані безпосередньо в районах житлових забудов; нестача зелених насаджень у містах і збезлісіння через пожежі, що загрожує піщаними та пиловими бурями; суттєве зростання кількості автотранспорту за несприятливого міського планування. Вагомим фактором додаткового забруднення, особливо м. Северодонецьк, є перерозподіл сезонних переважальних напрямків вітру, що привносять забруднювачі з м. Рубіжне та м. Лисичанськ, одночасно спостерігається зменшення швидкості вітру, що послаблює розсіювання домішок у повітрі та сприяє їх застоюванню. Визначені індекси небезпеки хронічного інгаляційного неканцерогенного впливу характеризуються для жителів м. Северодонецьк (ТНІ=23,6) та м. Рубіжне (ТНІ=33,7) як надзвичайно високі, для м. Лисичанськ (ТНІ=6,5) – як високий. Основні внески в індекси небезпеки складаються від впливу аніліну, сірчаної кислоти, діоксиду азоту, хлориду водню та пилу. Критичними системами й органами-мішенями, що страждають від впливу токсикантів, є кров, системи респіраторна, серцево-судинна, імунна, а також селезінка, ріст смертності, вади розвитку дітей. *Ключові слова:* Северодонецько-Лисичанська агломерація, атмосферне повітря, антропогенне навантаження, зміна клімату, полутанти, хронічний інгаляційний неканцерогенний ризик.

Analysis of the current state of the air and health inhalation non-carcinogenic risk assessment in the Severodonetsk-Lysychansk agglomeration. Kravchenko I.

The paper analyzes the current state of atmospheric air on the territory of the Severodonetsk-Lysychansk agglomeration (Ukraine), because air is the main route for toxicants to enter the human body. It is noted that many factors contribute to the additional load on the air, namely: the instability of the operation of enterprises during the periods of start-ups and emergency stops, depreciation of equipment; lots of waste heaps of rock dumps and sludge collectors, which are a source of dust and fumes; the emergence of new stationary industrial and economic sources of emissions without proper treatment, located directly in residential areas; lack of green space in cities and deforestation due to fires, which threatens sand and dust storms; a significant increase in the number of vehicles against the background of unfavorable urban planning. A considerable factor of additional pollution, especially the city of Severodonetsk, is the redistribution of the seasonal prevailing wind directions, which bring pollutants from the cities of Rubizhne and Lysychansk; at the same time, a decrease in wind speed is noted, which weakens the dispersion of impurities in the air and contributes to their congestion. The calculated hazard indices of chronic inhalation non-carcinogenic effects are characterized for residents of Severodonetsk (THI = 23.6) and Rubizhne (THI = 33.7) as extremely high, for Lysychansk (THI = 6.5) – as high. The main contribution to the hazard indices is made by aniline, sulfuric acid, nitrogen dioxide, hydrogen sulfide and dust. Critical systems and target organs suffering from the effects of toxicants are blood, respiratory, cardiovascular, immune systems, and also the spleen, an increase in mortality, malformation of children. *Key words:* Severodonetsk-Lysychansk agglomeration, atmospheric air, anthropogenic load, climate change, pollutants, chronic inhalation non-carcinogenic risk.

Постановка проблеми. Населення України, а особливо Донбасу, за останні роки стало більш уразливим до впливу зовнішніх факторів, які безпосередньо чи опосередковано відбиваються на здоров'ї нації. Серед регіональних чинників (природного, техногенного та соціального характеру) різного ступеню впливу можна виокремити зміну клімату

та стихійні лиха (пожежі), економічну та політичну кризу, пандемію коронавірусу, загазованість міського повітря від збільшення інтенсивності транспортних потоків, нестачу зелених насаджень, нерівність людей у доступності та вартості медичного обслуговування, ліків, зниження рівня доходів населення при зростанні тарифів та цін, безробіття та мігра-

ція, психологічний тиск засобів масової інформації, а також поведінкові фактори ризику (наркоманія, алкоголізм тощо).

Актуальність дослідження. Здоров'я населення – складник національної безпеки, є необхідною умовою розвитку держави. Із 2014 року через збройний конфлікт Сєвєродонецько-Лисичанська агломерація (загальна площа 872 км², зокрема 187 км² – під містами обласного підпорядкування) є найголовнішим адміністративним та промислово-економічним центром Луганської області, розташована на відстані приблизно 25–30 км від лінії зіткнення. Міграційні процеси населення відбилися на формуванні сучасних функцій агломерації (селітебної, екологічної, рекреаційної, промислової та ін.) [1], що зумовлює актуальність досліджень цього регіону, зокрема екологічних та гігієнічних. Оцінка ризиків загрози здоров'ю проводиться з метою інформування населення та надання рекомендацій з управління ризиком владним структурам для їх мінімізації.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження проводяться відповідно до основних напрямів наукової діяльності кафедри хімічної інженерії та екології Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля та узгоджується із Законом України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» та Цілями сталого розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Із численних вітчизняних та закордонних досліджень відомо, що несприятлива екологічна обстановка промислових територій формує ризик розвитку багатьох неінфекційних хвороб, насамперед респіраторних патологій, зокрема алергічної природи [2]. До основних захворювань, що пов'язують із забрудненням повітря, належить ішемічна хвороба серця, пневмонія, інсульт, хронічна обструктивна хвороба та рак легень [3]. Аналіз статистичних даних смертності населення Луганської області (табл. 1 [4],

з 2014 р. без урахування частини тимчасово окупованої території Луганської області*) свідчить про зростання кількості випадків смертей через захворювання системи кровообігу.

З атмосферним повітрям пов'язана найбільша частка ризиків та збитків здоров'ю людини від впливу забруднювачів саме на системи кровообігу, серцево-судинну та респіраторну.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. За останні декілька років Донбас усебічно вивчається багатьма авторами та колективами дослідників (зокрема з ЄС) щодо техногенних ризиків та загроз, викликаних як безпосередньо бойовими діями, так і їх наслідками, що пов'язують із видобувною галуззю, енергомережами та інфраструктурними об'єктами. Стану ж погіршення здоров'я людей уваги приділяється не зовсім достатньо, але це потребує детального аналізу для розробки заходів щодо покращення ситуації та своєчасного інформування населення.

Новизна. Проведений аналіз стану повітря Сєвєродонецько-Лисичанської агломерації у сучасних умовах із зазначенням основних чинників впливу на його якість та оцінений хронічний неканцерогенний ризик загрози здоров'ю мешканців міст Сєвєродонецьк, Рубіжне та Лисичанськ від дихання таким повітрям.

Виклад основного матеріалу. Сєвєродонецько-Лисичанська агломерація розташована на берегах річки Сіверський Донець у західній частині Луганської області України. Агломерація налічує 47 населених пунктів із містами-ядрами Сєвєродонецьк, Лисичанськ та Рубіжне, які перебувають у безпосередній близькості одне від одного (5–15 км), що зумовлює їх взаємний вплив, зокрема і в забрудненні довкілля. Загальна чисельність населення (за різними оцінками) становить близько 360 000 осіб, спостерігається масова міграція внутрішньо переміщених осіб у населені пункти агломерації [1].

Таблиця 1

Статистичні дані смертності через різні причини у Луганській області (2009–2019 рр.)

Рік	Всього померлих	Хвороби системи кровообігу		Новоутворення		Хвороби органів травлення		Хвороби органів дихання	
		випадків	%	випадків	%	випадків	%	випадків	%
2009	39226	25131	64,07	4734	12,07	2377	6,06	1646	4,20
2010	38921	25562	65,68	4747	12,20	2111	5,42	1515	3,89
2011	37256	24402	65,50	4654	12,49	1961	5,26	1418	3,81
2012	36316	23515	64,75	4636	12,77	2343	6,45	1093	3,01
2013	35822	23172	64,69	4741	13,23	2261	6,31	1089	3,04
2014*	22760	15229	66,91	2630	11,56	1254	5,51	595	2,61
2015*	14468	10164	70,25	1630	11,27	704	4,87	438	3,03
2016*	14097	9598	68,09	1640	11,63	651	4,62	409	2,90
2017*	14314	9699	67,76	1711	11,95	681	4,76	364	2,54
2018*	15991	10913	68,24	1925	12,04	727	4,55	382	2,39
2019*	16011	11083	69,22	1883	11,76	700	4,37	356	2,22

Северодонецько-Лисичанська агломерація є індустріальною, з великою кількістю великих та малих підприємств (близько 480 у Луганській області, більшість із яких розташована в агломерації), промислових і господарських стаціонарних та пересувних джерел викидів із різноманітним складом. Активна розбудова агломерації здійснювалась у 50–60-ті роки минулого сторіччя з урахуванням містобудівних норм та метеорологічних характеристик регіону тих часів. Стан атмосферного повітря залежав від валових викидів підприємств енергетики, вугільної, хімічної, нафтопереробної, металургійної та машинобудівної промисловостей. За майже 70 років ситуація дуже змінилась.

У регіоні змінилось техногенне навантаження на атмосферне повітря (кількісний та якісний склад поллютантів), оскільки частка великих підприємств скоротили потужності та асортимент продукції або змушені лише періодично відновлювати роботу (ПрАТ «Северодонецьке Об'єднання Азот», ПрАТ «ЛИНІК»). Пускові періоди, робота безперервних виробництв на різних видах сировини характеризуються підвищеними ризиками аварійних зупинок зі збільшеними викидами проміжних речовин в атмосферу. Деякі підприємства припинили свою діяльність повністю (ВАТ «Лисичанська сода», ТОВ «Рубіжанський Краситель», ВАТ «Лисичанський завод гумово-технічних виробів» та ін.), але залишили по собі шламонакопичувачі, хвостосховища, відстійники рідких промислових відходів (загалом з агломерації до 10) різної площі та незадовільного технічного стану, частина яких розташована на відстанях від 30 до 800 м до житлових забудов. Такі споруди є джерелом забруднення повітря, ґрунтів та підземних вод хімічними речовинами всіх класів небезпеки (рис. 1 [5]).

Екстремальна спека у літній сезон посилює випаровування небезпечних речовин із дзеркала накопичувачів, а сильні вітри здіймають дрібнодисперсні частинки відходів із сухих ділянок та відносять їх разом із неприємним запахом до населених пунктів. До того ж чагарники навколо накопичувачів створюють небезпеку поширення пожеж у посушливі сезони, та у разі їх виникнення – небезпеку пошкодження інфраструктурних об'єктів і збільшення процесів випаровування шкідливих речовин із ємностей накопичувачів [5].

За останнє десятиріччя розпочали свою роботу нові підприємства (Завод полімерних кровельних матеріалів «ДонІзол», ТОВ «Новоферт», ТОВ «Северодонецький асфальтобетонний завод», ТОВ НВФ «Мікрохім» тощо), склад викидів яких «урізноманітнює» перелік забруднювачів регіону.

До стаціонарних промислових і господарських джерел викидів додалась велика кількість автотранспортних засобів, що підтверджується статистичними даними з реалізації пального через мережу АЗС [6]. Проблема забруднення повітря викидами автотранспорту загострюється ще й через несприят-

ливе міське планування, внаслідок розташування промислових підприємств у безпосередній близькості до житлових масивів, проходження транзитного транспорту через міста, досить вузьких вулиць за щільній забудові, що підвищує загазованість повітря [7].

Дані моніторингових спостережень свідчать, що на тлі зниження обсягів виробництв та валових викидів зі стаціонарних джерел рівень забруднення атмосферного повітря селітебних територій залишається стабільно високим такими речовинами, як формальдегід, сірки діоксид, азоту діоксид, пил та вуглецю оксид. Крім цього, в атмосферному повітрі постійно фіксуються важкі метали, такі як кадмій, хром, залізо, марганець, мідь, нікель, свинець, цинк. Більшість речовин, які контролюються на постах спостереження, мають ефект сумачії біологічної дії та перевищують санітарно-гігієнічні норми [8]. Зазначені речовини надходять у повітря, зокрема від котельень, які працюють на кам'яному вугіллі, твердопаливних котлів малих підприємств, що розташовані безпосередньо в селітебних зонах та працюють на пелетах (є джерелом постачання в повітря поліциклічних ароматичних вуглеводнів, а також поліхлорованих дібензодіоксинів та фуранів), від добування та переробки корисних копалин, виробництва будматеріалів, оброблення деревини, автотранспорту тощо.

Особливе занепокоєння викликають наявні в агломерації терикони відвалів породи вугільних шахт (тих, що працюють, та закритих, рис. 2), зокрема з осередками самозаймання. Терикони здебіль-

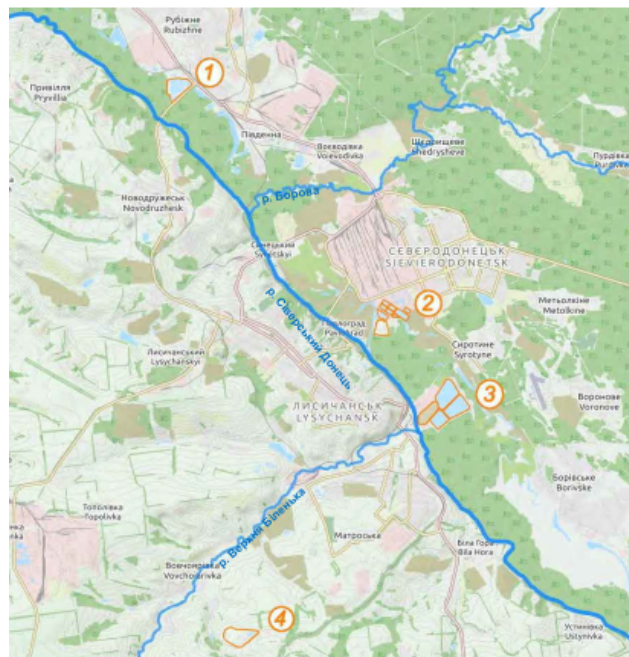


Рис. 1. Схема розташування окремих накопичувачів:
1 – ТОВ «Рубіжанський Краситель»,
2 – ПрАТ «Северодонецьке об'єднання Азот»,
3 – ВАТ «Лисичанська сода», 4 – полігон твердих побутових відходів поблизу смт. Вовчарівка

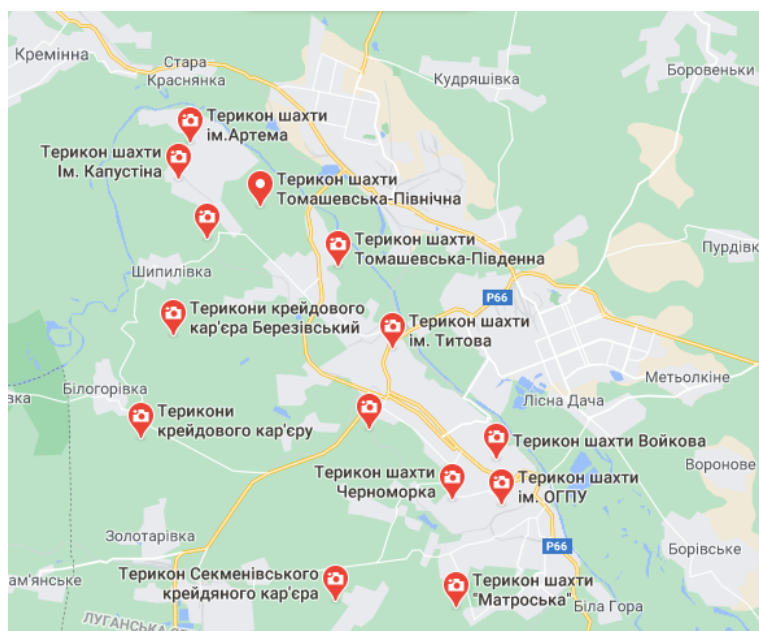


Рис. 2. Розташування териконів тих, що працюють, та закритих шахт ПАТ «Лисичанськвугілля» на території Северодонецько-Лисичанської агломерації

шого не озеленені, від них у повітря потрапляють продукти вітрової, водної ерозії породи та горіння [9; 10] і радіонукліди [11], що разом є джерелом канцерогенного пилу.

На території Северодонецько-Лисичанської агломерації згідно з реєстром місць видалення відходів (далі – МВВ) [12] нараховується 37 одиниць,

із них тих, що діють з видалення надзвичайно небезпечних відходів – 2 (м. Рубіжне), небезпечних відходів – 14 (м. Лисичанськ), 2 (м. Рубіжне), 6 (м. Северодонецьк), помірно небезпечних – 1 (м. Рубіжне), 1 (м. Северодонецьк), малонебезпечних – 4 (м. Лисичанськ), решта МВВ закриті або законсервовані.

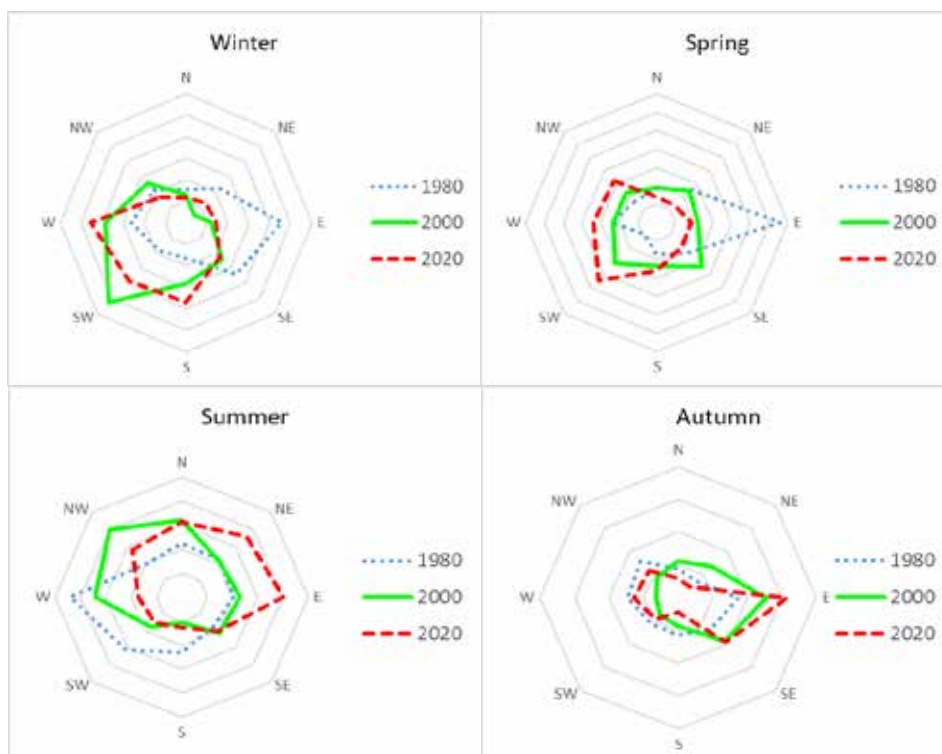


Рис. 3. Сезонні рози вітрів на території Северодонецько-Лисичанської агломерації (1980 р., 2000 р., 2020 р.)

Наразі в області не існує сміттесортувальних чи сміттєпереробних заводів, роздільного збору твердих побутових відходів, тому всі відходи захоронюються на полігонах/звалищах, забруднюючи компоненти довкілля. До того ж у приміських територіях утворилась велика кількість несанкціонованих сміттєзвалищ.

Ґрунт Северодонецько-Лисичанської агломерації переважно піщаний, зелені насадження і газони вирощуються на привезеному чорноземі. Природні листяні ліси ростуть у балках, ярах, на схилах річкових долин. На піщаних терасах ростуть соснові, іноді сосново-дубові ліси, значна частина яких має штучне походження. Лісові пожежі, що влітку та восени 2020 р. вирували на Луганщині, знищили понад 25 тис. га насаджень. Збезлісіння в регіоні загрожує піщаними бурями та підвищеним вмістом пилу і вуглекислого газу.

На кількість неінфекційних захворювань впливає різка зміна метеорологічних показників – коливання температури (у зимовий період спостерігається перепад від мінус 15°C до плюс 5°C (і навпаки) впродовж однієї доби), епізоди спеки, температурні інверсії тощо. До особливо негативних наслідків призводить поєднання несприятливих погодних умов і високого рівня забруднення атмосферного повітря, яке збільшує додаткове число смертей від серцево-судинних і респіраторних захворювань.

Розсіювання домішок в атмосфері зумовлене багатьма факторами, серед них визначальними є характеристики вітру, які впливають на перенесення й осідання поллютантів. Зміна клімату і перерозподіл напрямків та швидкостей панівних вітрів можуть бути вагомими причинами підвищеного забруднення повітря в містах агломерації. Проведене ретроспективне дослідження рози вітрів агломерації за останні 40 років (рис. 3) на базі сервісу глобального моніторингу довкілля та безпеки Copernicus Climate Change Service [13] демонструє суттєвий перерозподіл напрямків домінуючих сезонних вітрів (переважання західних та південних напрямків взимку та навесні, східних напрямків – влітку та восени) та вкладається в загальну концепцію календарного зміщення сезонів, більш теплої зими, спекотнішого літа зі зменшенням кількості опадів та швидкості вітрів. Слід зауважити, що середньорічна роза вітрів майже не змінилась.

Вплив напрямків і швидкостей вітру найбільш чітко виявляється тоді, коли джерела викидів розташовані за містом або в навітреній чи підвітреній його частині. Коли джерела розповсюджені рівномірно на території міста, вплив напрямку вітру на формування забруднення часто не простежується [14]. Відповідно до районування території України за ступенем

екологічної небезпеки для життєдіяльності населення агломерація належить до зони підвищеного потенціалу, яка характеризується екологічним ризиком за критерієм Ешбі на рівні від $4 \cdot 10^{-2}$ до $1,4 \cdot 10^{-1}$; за ступенем забрудненості території – забруднена і дуже забруднена [15]. Індекс AQI, що визначається у реальному часі лише для м. Северодонецьк [16], протягом доби може суттєво коливатись від Good зранку та вдень до Unhealthy увечері та вночі.

Ураховуючи географічне розташування підприємств агломерації і житлових масивів, можна стверджувати, що зміна клімату та напрямків вітрів, зменшення їх швидкості та збільшення частки штилів (які сприяють накопиченню в повітрі поллютантів) неминуче призвели до додаткового забруднення повітря, насамперед м. Северодонецьк, викидами промислових підприємств агломерації.

Перелік пріоритетних речовин, щоденний уміст яких у повітрі житлових масивів підлягає моніторингу та відкритий для інформування громадськості [17], містить п'ять найменувань, як-от діоксид азоту, діоксид сірки, формальдегід, аміак, хлористий водень, і контролюється на 4 постах спостереження. Стаціонарними міськими постами також аналізуються оксид вуглецю, нітрохлорбензен, сірчана кислота, анілін, фенол, сірководень, пил та хром, середньорічні концентрації яких без деталізації можна знайти у Екологічному паспорті регіону за попередній рік [8]. Уміст важких металів (Cd, Fe, Mn, Cu, Ni, Pb, Cr, Zn) визначається лише 12 разів на рік, що не дає можливості оцінити їх хронічний вплив на здоров'я людей та екосистеми. Вміст озону, твердих частинок $ТЧ_{2,5}$ і $ТЧ_{10}$, поліциклічних ароматичних вуглеводнів, сполук As та Hg не контролюється [18], що вказує на недотримання вимог директив ЄС.

Оцінку неканцерогенного ризику проводили за допомогою Risk Calculator [20], що рекомендований EPA US, за сценарієм Resident (вплив токсикантів 24 години на добу, 350 діб на рік, вага людини 70 кг),

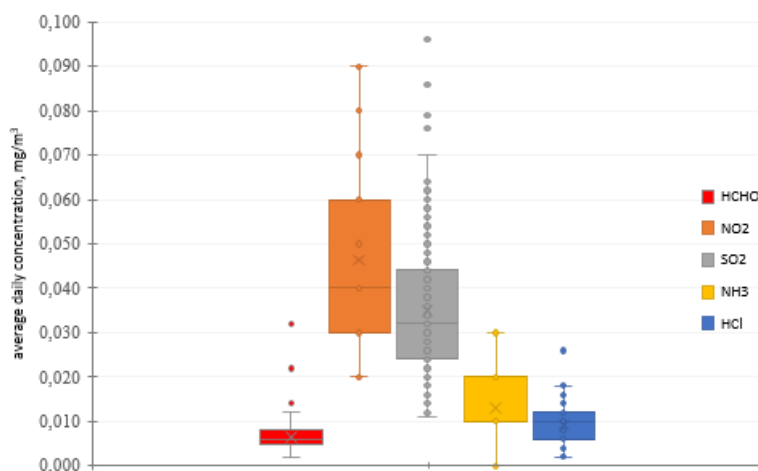


Рис. 4. Визначення середньорічних концентрацій пріоритетних речовин у повітрі м. Северодонецьк

Таблиця 2

Характеристика неканцерогенного ризику за хронічного інгалаційного надходження токсикантів з повітря
Сверодонецько-Лисичанської агломерації

Речовина	RfC (mg/m ³)	м. Свєродонецьк			м. Рубіжне			м. Лисичанськ		
		концентрація, C _i (µg/m ³)	добове надходження, CDI _d (mg/m ³)	коєфіцієнт небезпеки, HQ _i	концентра- ція, C _i (µg/m ³)	добове надходження, CDI _d (mg/m ³)	коєфіцієнт небезпеки, HQ _i	концентрація, C _i (µg/m ³)	добове надходження, CDI _d (mg/m ³)	коєфіцієнт небезпеки, HQ _i
Аміак	0,5	12,93	0,013	0,025	-	-	11,27	0,011	0,022	
Анілін	0,001	13,00	0,013	12,500	20,00	0,019	-	-	-	
Вуглецю монооксид	3	1000,00	0,959	0,320	2984,00	2,860	2100,00	2,010	0,671	
Хром (VI)	0,0001	0,07	0,0001	0,671	-	-	-	-	-	
Формальдегід	0,00983	6,40	0,006	0,624	6,29	0,006	6,05	0,006	0,590	
Водно хлорид	0,02	9,21	0,008	0,442	9,42	0,009	9,49	0,009	0,455	
Азоту діоксид	0,04	46,00	0,044	1,100	45,00	0,043	44,48	0,043	1,070	
Фенол	0,2	2,20	0,002	0,011	8,00	0,008	0,50	0,0005	0,002	
Сірки діоксид	0,08	34,88	0,033	0,418	31,38	0,030	33,42	0,032	0,401	
Сірчана кислота	0,001	6,80	0,007	6,520	7,00	0,007	-	-	-	
Пил	0,1	100,00	0,096	0,959	100,00	0,096	260,00	0,249	2,490	
Нітрохлорбензен	0,002	-	-	-	2,00	0,002	1,70	0,002	0,815	
Водно сульфід	0,002	-	-	-	5,00	0,005	-	-	-	
Total HI				23,590					6,516	
ТНІ		Кров		13,900	Кров		Респіраторна система		5,840	
ТНІ		Серцево-судинна система		13,800	Серцево-судинна система		Смертність		2,890	
ТНІ		Селезінка		12,500	Селезінка		Серцево-судинна система		3,170	
ТНІ		Респіраторна система		10,800	Респіраторна система		Вади розвитку		3,160	
ТНІ		Смертність		1,380	Вади розвитку		Кров		2,550	
ТНІ		Імунна система		1,300	Смертність		ЦНС		0,674	
ТНІ		Вади розвитку		1,280	ЦНС		Імунна система		0,590	
ТНІ		Печінка		0,682	Імунна система		Печінка		0,002	
ТНІ		Нирки		0,682	Печінка		Нирки		0,002	
ТНІ		ШКТ		0,671	Нирки		ШКТ		0	
ТНІ		ЦНС		0,330	ШКТ		Селезінка		0	

який не пов'язаний із виробничими умовами і без уточнень того, яким чином забруднювачі потрапляють у повітря. Середньорічні концентрації C_i токсикантів у приземному шарі повітря селітебних територій міст агломерації визначались із 01.02.2020 р. до 31.01.2021 р. за даними [17] за допомогою boxplot (як-от для Северодонецька, рис. 4).

Основні рівняння, що використовуються для розрахунку системної токсичності (табл. 2) під час вдихання, такі:

$$HQ_i = CDI_i / RfC_i \quad (1)$$

де HQ_i – коефіцієнт небезпеки від впливу речовини i ;

CDI_i – хронічне добове інгаляційне надходження токсичної речовини, mg/m^3 ; RfC – референтна концентрація токсичної речовини, mg/m^3 [19; 20; 21];

$$THI = \sum \cdot HQ_i \quad (2)$$

де THI – сумарний індекс небезпеки за всіма токсикантами та за окремими органами-мішенями.

Із табл. 2 видно, що сумарні індекси небезпеки від хронічного впливу забруднювальних речовин у м. Рубіжне ($THI=33,7$) та м. Северодонецьк ($THI=23,6$) є надзвичайно високі (понад 10), у м. Лисичанськ ($THI=6,5$) – високий (від 5 до 10), при цьому найвагомійші внески спостерігаються від аніліну, сірчаної кислоти, діоксиду азоту, сульфиду водню та пилу. Критичні системи та органи-мішені,

що страждають від впливу токсикантів, у мешканців міст Северодонецьк та Рубіжне майже однакові (кров, системи серцево-судинна, респіраторна та імунна, а також селезінка, ріст смертності і вади розвитку дітей). У мешканців м. Лисичанськ страждають респіраторна та серцево-судинна система, зростає смертність та вади розвитку дітей, а також кров. Слід зазначити, що хром (VI), формальдегід та нітрохлорбензен проявляють також канцерогенну дію.

До невизначеностей слід зарахувати той факт, що весь хром врахований як хром (VI). Крім того, в повітрі м. Лисичанськ відсутні анілін та сірчана кислота, які присутні в містах Северодонецьк та Рубіжне майже в однакових концентраціях, що мало ймовірно, адже відстань між Северодонецьком та Лисичанськом – ~ 5 км.

Головні висновки. Стан атмосферного повітря Северодонецько-Лисичанської агломерації не може вважатися безпечним для здоров'я і вимагає невідкладних заходів. Для інформування осіб, що управляють ризиками, першочергово необхідно визначити внески окремих джерел у склад повітря, як-от моделюванням розповсюдження поллютантів в атмосферному повітрі.

Не менш важливим на шляху до покращення стану довкілля та здоров'я є правильне ставлення і поведінка населення щодо використання оновленого за стандартами ЄС моніторингу, прогнозу та сучасних геоінформаційних систем.

Література

1. Гусева Н., Задесенцев О. Типологічні ознаки Северодонецько-Лисичанської агломерації. *Економічна та соціальна географія*. 2017. № 77. С. 10–18.
2. Peden D. The epidemiology and genetics of asthma risk associated with air pollution. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2005. № 115. P. 213–219.
3. Неинфекционные заболевания и загрязнение атмосферного воздуха. Европейская конференция ВОЗ высокого уровня по неинфекционным заболеваниям. *World Health Organization*: веб-сайт. URL: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/397788/Air-Pollution-and-NCDs_RUS.pdf?ua=1 (дата звернення 23.03.2021).
4. Кількість померлих за причинами смерті. *Головне управління статистики у Луганській області*: веб-сайт. URL: http://lg.ukrstat.gov.ua/sinf/demograf/demogr0712_04.php.htm (дата звернення 17.12.2020).
5. Хвостосховища Донбасу. *Organization for security and Co-operation in Europe*: веб-сайт. URL: <https://www.osce.org/uk/project-coordinator-in-ukraine/456847> (дата звернення 10.01.2021).
6. Продаж світлих нафтопродуктів і газу через АЗС Луганської області. *Головне управління статистики у Луганській області*. URL: http://lg.ukrstat.gov.ua/expres/2020/graf_2020.php.htm (дата звернення 20.02.2021).
7. Регіональна цільова програма моніторингу довкілля Луганської області на період до 2022р. *Луганська обласна державна адміністрація. Обласна військово-цивільна адміністрація*: веб-сайт. URL: http://loga.gov.ua/oda/documents/official/pro_zatverdzhennya_regionalnoyi_cilovoyi_programi_monitoringu_dovkillya (дата звернення 20.02.2021).
8. Екологічний паспорт регіону. Луганська область, 2020. *Департамент комунальної власності, земельних, майнових відносин, екології та природних ресурсів*. URL: http://www.eco-lugansk.gov.ua/images/docs/ekopasport/Ekopasport_2019.pdf (дата звернення 15.11.2020).
9. Касимов А., Носова А. Горение недействующих терриконов угольных шахт и их тушение на территории Луганской области. *Журнал Хроматографического товариства*. 2007. Вып. VII (1–4). С. 40–45.
10. Waste dump of the coal-mining areas of Donbass as source of impact on the environment / Zakrutkin V. et al. *Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион*. 2017. № 3. P. 69–75.
11. Радиоактивность отвалов угольных шахт Донбасса / Зубова Л. и др. *Вісник СНУ ім. В. Даля*. 2014. № 6 (213). С. 166–172.
12. Реєстр місць видалення відходів Луганської області. *Портал відкритих даних. Єдиний державний веб-портал відкритих даних*: веб-сайт. URL: <https://data.gov.ua/dataset/63d4bfcf-59a0-45bd-9539-17f48fc1fba3> (дата звернення 03.03.2021).
13. Бошун Ю., Кравченко І. Ретроспективне дослідження рози вітрів м. Северодонецьк. *Майбутній науковець-2020*: матеріали всеукраїнської наук.-практ. конф. з міжнародною участю. Северодонецьк: СНУ ім.В.Даля, 2020. С. 50-52.
14. Кіптенко Є., Козленко Т. Прогнозування рівнів високого забруднення атмосферного повітря у містах України. *Наукові праці УкрНДІГМ*. 2002. № 250. С. 288–297.

15. Антропоекологічний ризик. *Карти України*: веб-сайт. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/ecology-1.html#close> (дата звернення 20.02.2021).
16. KMTs DS (Arnika 8-1), Sievierodonetsk, Ukraine, Sievierodonetsk, Ukraine Air Pollution. *World's Air Pollution: Real-time Air Quality Index*: веб-сайт. URL: <https://waqi.info/#/c/48.993/38.501/10.3z> (дата звернення 20.02.2021).
17. Стан атмосферного повітря. *Департамент комунальної власності, земельних, майнових відносин, екології та природних ресурсів*: веб-сайт. URL: <http://www.eco-lugansk.gov.ua/2013-12-12-00-50-06-3/2013-12-12-00-50-06/2013-12-12-00-50-06-3/stan-atmosferного-povitrua> (дата звернення 15.03.2021).
18. Стан мережі спостереження за атмосферним повітрям в Україні та її відповідність вимогам директиви 2008/50/ЄС / Дмитрієва О. та ін. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. 2016. №38. С. 99-110.
19. RAIS Chemical Risk Calculator. *The Risk Assessment Information System*: веб-сайт. URL: https://rais.ornl.gov/cgi-bin/prg/RISK_search (дата звернення 16.03.2021).
20. МР 2.2.12-142-2007. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. [Чинний від 2004-04-13]. Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 2007. 40 с.
21. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. [Действующий от 2004-03-05]. Москва, 2004. 143 с.

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ

УДК 504.064.3

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.2>

РОЗРОБКА ПРОЄКТУ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Бордюг Н.С., Ращенко А.В., Лесь А.В.

Поліський національний університет
бульв. Старий, 7, 10008, м. Житомир

natali-21@ukr.net, a.rashchenko@gmail.com, bambina_nas@yahoo.com

Вагомим чинником у контексті збереження здоров'я населення є постійне спостереження за станом повітря та опрацювання даних у динаміці. Уважаємо, що проблема можливості регулювання кількості викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря безпосередньо залежить від повноти організації системи його моніторингу. Очевидною стає потреба у проведенні постійного моніторингу стану атмосферного повітря у міських населених пунктах, що не реалізується у великій кількості міст різних країн. У роботі спроектовано систему моніторингу атмосферного повітря для міста із населенням 250–500 тис. осіб та оцінено її за еколого-економічною доцільністю впровадження. Запропоновано запровадження автоматизованої системи екологічного моніторингу атмосферного повітря населених пунктів. Систему призначено для безперервного вимірювання концентрацій шкідливих домішок газових компонентів у повітрі та обробки й передання даних до центрального сервера підрозділів екологічної безпеки за GSM зв'язку з подальшим накопиченням і візуалізацією. Вимірювання проводиться вдовж автомагістралей і автомагістральних розв'язок, у житлових і санітарно-захисних зонах населених пунктів. Здійснено еколого-економічну оцінку проекту системи моніторингу атмосферного повітря. Створено проект системи моніторингу атмосферного повітря у містах із населенням 250–500 тис. осіб, що включає 8 постів спостереження та забезпечує отримання постійної достовірної інформації про стан атмосферного повітря у будь-якій частині міста, здійснено економічні розрахунки його вартості. Упровадження розробленої системи моніторингу атмосферного повітря сприятиме своєчасному виявленню вмісту забруднювальних речовин, що перевищують гранично-допустимі концентрації, та запровадженню заходів щодо покращення якості атмосферного повітря на місцевому рівні. *Ключові слова:* моніторинг атмосферного повітря, пост спостереження, забруднювальні речовини, газоаналізатори.

Development of the air monitoring system project. Bordiug N., Rashchenko A., Les A.

An important factor in the context of maintaining public health is the constant air monitoring and the processing of data in the dynamics. We believe that the problem of the possibility of regulating the amount of pollutant emissions into the atmosphere directly depends on the completeness of the monitoring system organization. The need for constant monitoring of the state of atmospheric air in urban settlements, which is not implemented in a large number of cities in different countries, is becoming obvious. The paper deals with air monitoring system design for a city with a population of 250–500 thousand people and environmental and economic evaluation of the feasibility implementation.

The introduction of an automated system of ecological monitoring of atmospheric air of settlements is proposed. The system is designed for continuous measurement of harmful impurities concentrations of gaseous components in the air and processing and transmission of data to the central server of environmental security units via GSM communication with subsequent accumulation and visualization. Measurements are carried out along highways and highway interchanges, in residential and sanitary protection zones of settlements. The ecological and economic assessment of the project of the atmospheric air monitoring system has been carried out. The project of the atmospheric air monitoring system in cities with a population of 250–500 thousand people was created. It includes 8 observation posts and provides constant reliable information about the state of the air in any part of the city. Economic calculations of its value are made. The implementation of the developed air monitoring system will facilitate the timely detection of pollutants exceeding the maximum allowable concentrations and the introduction of measures to improve air quality at the local level. *Key words:* atmospheric air monitoring, observation post, pollutants, gas analyzers.

Постановка проблеми. Останні десятиліття характеризуються інтенсифікацією міграції людей із сільської місцевості в міста і (за даними науковців) така тенденція буде посилюватися. Розвиток міських поселень супроводжується зосередженням численних джерел забруднення атмосферного повітря (промислові об'єкти, автомобільний транспорт, енергетичні установки, котельні тощо) на обмеженій території. Це сприяє зростанню концентрації шкідливих газів, канцерогенних речовин, твердих частинок, алергенів тощо в атмосферному повітрі міста.

Так, стан та якість повітря міських населених пунктів є одним із чинників небезпеки та погіршення якості життя їх мешканців.

Актуальність дослідження. Наявні наукові дослідження впливу якості атмосферного повітря на стан здоров'я населення базуються на аналізі інформації щодо набору та кількості забруднювальних речовин у ньому. За даними ВООЗ (World Health Organization), близько 91% населення світу проживає в місцях із рівнями забруднення атмосферного повітря, що перевищує рекомендації організації [1], адже забруд-

нення повітря газами та твердими частинами здатне викликати численні захворювання людей, найбільш поширеними з яких є хвороби, пов'язані зі станом органів дихальної системи, алергічні реакції, онкологічні захворювання, імунодефіцити тощо. До того ж саме забруднення повітря щороку призводить до 4,2 мільйонів летальних випадків [1], що підтверджує актуальність проблеми якості атмосферного повітря.

Вагомим чинником у контексті збереження здоров'я населення є постійне спостереження за станом повітря та опрацювання даних у динаміці. Уважаємо, що проблема можливості регулювання кількості викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря безпосередньо залежить від повноти організації системи його моніторингу, адже розробити і запровадити ефективні заходи мінімізації забруднення атмосферного повітря без повної інформації щодо поточного його стану та можливості налагодження контролю не є можливим. Очевидною стає потреба у проведенні постійного моніторингу стану атмосферного повітря у міських населених пунктах, що не реалізується у великій кількості міст різних країн.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Упровадження розробленої системи моніторингу атмосферного повітря сприятиме своєчасному виявленню вмісту забруднювальних речовин, що перевищують граничнодопустимі концентрації, та запровадженню заходів щодо покращення якості атмосферного повітря на місцевому рівні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковій праці [2] зазначається, що рівень небезпеки повітря більшості міст світу за окремими показниками можна охарактеризувати як підвищений. Крім того, зазначається, що забруднення атмосферного повітря, в більшій ніж у інших компонентів довкілля мірі, має тенденцію до транскордонного перенесення. Дослідження науковців США доводять, що застосування таких методів, як модернізація промислових підприємств та заводів, відмова від дизельних двигунів тощо [3] здатні забезпечити зменшення забруднення атмосферного повітря. Однак вважаємо, що в країнах, де системи моніторингу атмосферного повітря не налагоджені, обґрунтувати доцільність таких проектних рішень досить складно. Пов'язане це з відсутністю можливості порівняння даних передпроектного стану повітря та результатів подальшого його моніторингу.

У країнах із низьким та середнім рівнями доходу системи моніторингу стану атмосферного повітря потребують удосконалення. Так, наприклад, як зазначає автор [4], подібні системи мають цілу низку недоліків: застарілу матеріально-технічну та нормативну бази, недостатню координацію тощо. Зазначається, що країни з низьким та середнім рівнем доходу розробляють та запроваджують системи менеджменту навколишнього середовища та контролю і запобігання забруднення атмосферного пові-

тря. При цьому темпи та ефективність заходів залежать від інтенсивності забруднення [5]. Однак дослідження науковців спрямовані на модернізацію систем моніторингу на рівні держав або міст-мільйонників та не пропонують рішення для населених пунктів із меншою чисельністю жителів.

На рівні муніципалітетів система моніторингу повітря повинна бути комплексною [4], тому може бути забезпеченою навіть за умов децентралізації. У науковій праці [5] доведено, що державні та муніципальні програми, спрямовані на захист атмосферного повітря, забезпечують значні покращення у стані здоров'я населення. При цьому зауважимо, що такі висновки автори дослідження отримали можливість зробити виключно в результаті наявності достатніх емпіричних даних про стан атмосферного повітря. Як уже зазначалось, отримати такі дані досить складно.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. У межах вирішення проблеми планування систем моніторингу стану атмосферного повітря у країнах із низьким та середнім рівнями доходу доцільно виокремити такі ще не вирішені проблеми:

1) системи моніторингу стану атмосферного повітря у великих містах представлені стаціонарними постами, кількість яких не перевищує 3 одиниць на місто. До такої категорії міст (відповідно до державних будівельних норм «Містобудування, планування та забудова міських і сільських поселень» (ДБН 360-92)) належать міста України з чисельністю населення 250–500 тис. осіб [6]. Натомість у дослідженнях стверджується, що мережі постів систем моніторингу в населених пунктах мають бути більш щільними та комплектуватися як стаціонарними, так і мобільними пристроями [7], особливо за умови, якщо в місті присутні автомагістралі з інтенсивним рухом автотранспорту. Так, для обґрунтування кількості стаціонарних та пересувних постів спостереження у населених пунктах із чисельністю жителів 250–500 тис. осіб дослідження доцільно розвинути;

2) при цьому увагою дослідників оминається питання фінансової спроможності окремих муніципалітетів до фінансування таких систем. Науковці акцентують на наявності безпосередньої залежності між вартістю системи та кількістю постів спостереження з датчиками, що використовуються у них, і складністю програмного забезпечення [8]. Все це дозволяє стверджувати, що розташування постів спостереження за станом атмосферного повітря вимагає чіткого планування та ретельного аналізу, що забезпечить повноту отриманих даних.

Отож, є підстави вважати, що ще не достатньо вивченими залишаються питання обґрунтування та теоретичного тестування системи моніторингу атмосферного повітря для міста з населенням до 250–500 тис. осіб. При цьому в дослідженні доцільно врахувати, що вартість такої системи має бути при-

йнятною для муніципалітетів, а система оприлюднення даних – максимально відкритою та простою для користувачів.

Виклад основного матеріалу. Для міст із кількістю населення 250–500 тис. осіб спроектовано типову систему моніторингу атмосферного повітря, яка має три рівні:

1) перший рівень – пункти спостереження за станом атмосферного повітря; складається з одного або декількох стаціонарних постів, компактних станцій спостереження, автотрасових газоаналізаторів, які встановлюються в місцях найбільшого можливого впливу виробничого процесу промислових підприємств, викидів автомобільного транспорту на стан атмосферного повітря населених пунктів. У стаціонарних постах і компактних станціях спостереження розміщуються первинні засоби екологічного моніторингу (газоаналізатори, метеодатчики, обладнання для збору обробки та передачі даних зі спеціалізованим програмним забезпеченням тощо);

2) другий рівень складається з центрального ПК, обладнання для збирання обробки та приймання-передачі даних зі спеціалізованим програмним забезпеченням оператора, який може розташовуватись на значній відстані від первинних пунктів спостереження;

3) третій рівень – ПК користувача із забезпеченням on-line доступу до екологічної інформації.

Для визначення кількості автотрасових газоаналізаторів, яка необхідна для встановлення у місті з населенням 250–500 тис. осіб, попередньо було

визначено концентрацію оксиду вуглецю (II) розрахунковим методом, урахувавши інтенсивність руху транспорту. Аналіз результатів досліджень виявив, що на вулиці з інтенсивністю руху транспорту до 250 од. за годину концентрація оксиду вуглецю (II) становить 10,53–12,07 мг/м³, тоді як на вулиці з інтенсивністю руху транспорту до 400 од. за годину – 24,69–28,38 мг/м³. Отже, під час збільшення автотранспорту на 150 одиниць за годину концентрація оксиду вуглецю (II) зростає вдвічі.

Також визначено, що на вулицях з інтенсивним рухом транспорту концентрація оксиду вуглецю (II) перевищує ГДКм.р. в 4–5 разів саме в години «пік». Протягом доби відмічали перевищення допустимої концентрації оксиду вуглецю (II) в 4 рази о 8.00 та 18.00 год. (19,66 мг/м³ та 20,62 мг/м³ відповідно), а о 13.00 год. – утричі (16,22 мг/м³).

У містах із населенням 250–500 тис. осіб житлові будинки розміщуються біля доріг з інтенсивним рухом транспорту, тому є важливим установа автотрасових газоаналізаторів, що будуть визначати саме рівень забруднення повітря від транспортних засобів.

Ураховуючи отримані результати щодо інтенсивності руху транспорту та вмісту оксиду вуглецю (II) на вулицях міста з населенням 250–500 тис. осіб, виявлено три найбільші дороги, де кількість автотранспорту становить близько 300–400 од. за годину. Проте за наявності достатнього фінансування необхідно розміщувати автотрасові газоаналізатори на дорогах, де інтенсивність руху транспорту становить 200–250 од. за годину.

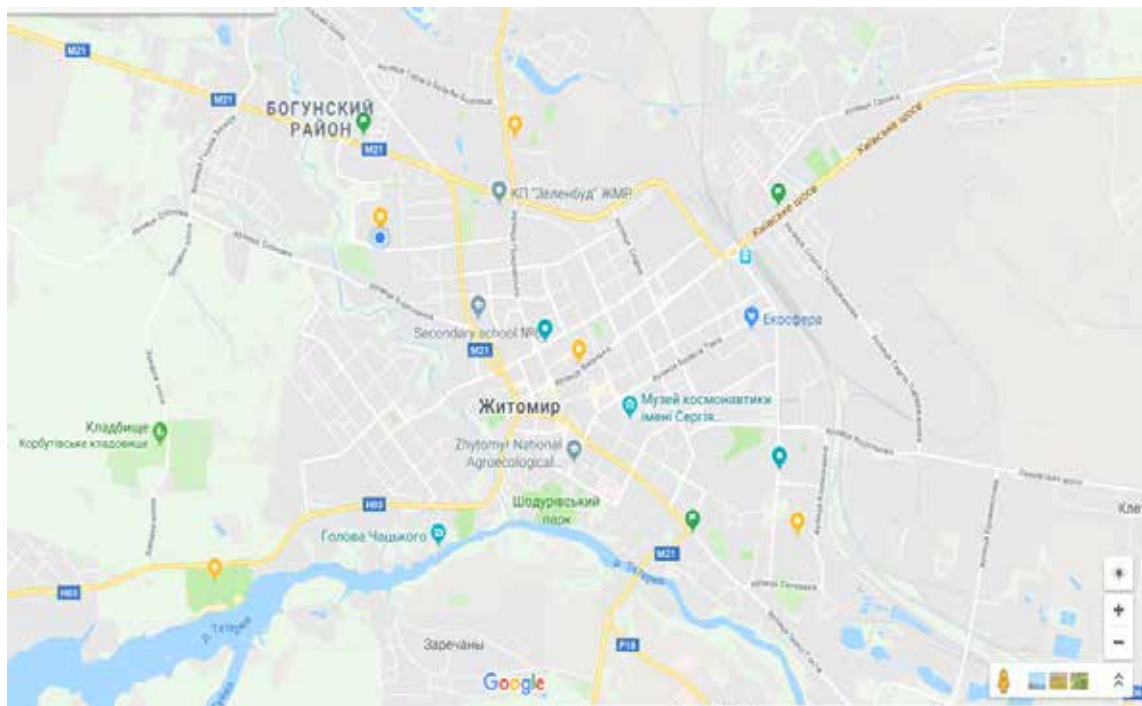


Рис. 1. Розміщення постів спостережень за проектом системи моніторингу атмосферного повітря:

■ – автотрасові; ★ – багатоканальні; ● – стаціонарні

Отже, основу системи моніторингу атмосферного повітря становлять три автотрасових газоаналізаторів, п'ять компактних станцій спостереження, одну метеостанцію для вимірювання метеорологічних параметрів, центральний ПК з обладнанням для збору обробки та приймання-передачі даних зі спеціалізованим програмним забезпеченням.

Для забезпечення постійного й об'єктивного отримання даних щодо концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі міст, газоаналізатори доцільно встановлювати так:

– автотрасові газоаналізатори – на ділянках з інтенсивним рухом транспорту;

– багатоканальні газоаналізатори на таких ділянках: у найбільш чистій житловій зоні, найбільш забруднених житлових зонах, у центрі міста та у парковій зоні для здійснення фонових спостережень.

На рис. 1 зображено приклад розміщення постів спостереження. Проект розроблено для міста з населенням 250–500 тис. осіб. Уважаємо, що розміщені за такою схемою пости спостереження забезпечать моніторинг атмосферного повітря всього міста.

Під час розміщення багатоканальних газоаналізаторів на вибраних постах спостереження враховано два стаціонарні пости спостережень, які розміщуються на території міста. Отримані дані будуть доступними для громадськості міста в онлайн-режимі за допомогою апаратно-програмного обладнання центрального пульта зі спеціалізованим програмним забезпеченням. Воно надає можливість зберігання, архівації, обробки результатів вимірів за весь час роботи обладнання.

Це обладнання забезпечує:

– автоматичне або за запитом оператора приймання (за заданим алгоритмом) за каналами мобільного зв'язку – до центрального комп'ютера, результатів вимірювання всіх концентрацій забруднювальних речовин і метеопараметрів;

– формування і зберігання архіву даних протягом не менше 20 років;

– усереднення результатів вимірів концентрацій за 1 годину, 8 годин (або інший інтервал, погоджений із Замовником). Усередненні результатів вимірів за 20 хвилин (72 точки на добу) зберігаються в кожному газоаналізаторі протягом не менше 14 діб;

– отримання результатів на екрані ПК у вигляді графіка, таблиці, цифрового табло за погодженням із Замовником, з можливістю подальшої модифікації програми представлення інформації залежно від накопичення вимірювальної інформації;

– індикацію на екрані результатів вимірювань вмісту забруднювальних речовин в одиницях: масової концентрації (мг/м³);

– розрахунок середньодобових, максимальних середніх за одну годину, за 8 годин, середньорічних значень вимірюваних концентрацій, перевищень над ГДК з повідомленням на моніторі ПК.

У табл. 1 наведено перелік робіт, обладнання, ціну і кількість одиниць обладнання. Вартість обладнання та робіт розраховано у доларах США.

Запропонований проект системи моніторингу атмосферного повітря у містах із населенням 250–500 тис. осіб вимагає значних фінансових затрат. Ураховуючи те, що бюджети невеликих міст

Таблиця 1

Вартість системи моніторингу атмосферного повітря

№ з/п	Перелік робіт та найменування обладнання	Кількість	Ціна за одиницю, \$	Вартість, \$
1	Виготовлення та постачання автотрасових газоаналізаторів 604EX20-T із вбудованим GSM-модемом і програмним забезпеченням	3 компл.	9408	28224
2	Виготовлення та постачання компактної станцій спостереження на базі багатоконпонентного газоаналізатора 604EX20-C	5 компл.	10752	53760
3	Постачання метеостанції Тропосфера-Н із програмним забезпеченням (1 комплект)	1 компл.	7920	7920
4	Розробка спеціалізованого програмного забезпечення (ПЗ) для збору контрольної-вимірювальної інформації від пунктів спостереження та формування архіву даних на базі операційної системи (ОС) Linux	ПЗ встановлене на центральний ПК	11280	11280
5	Постачання апаратно-програмного обладнання для центрального пульта, в т. ч.: ПК в комплекті (клавіатура, миша) з ОС Linux, монітор 22,5", GSM- модем з антеною і блоком живлення 12В, принтер лазерний кольоровий.	1 компл.	1440	1440
6	Проведення монтажних, пусканалагоджувальних робіт, введення в експлуатацію системи, навчання фахівців	–	–	3264
Всього:				105888

та населених пунктів є досить обмеженими, для громади міста надати такі кошти одразу складно. Отож, уважаємо, що цю систему можна запускати поступово у такі стадії. Перша стадія передбачає встановлення метеостанції з програмним забезпеченням, завдяки якій можна буде спостерігати за зміною погоди. Вартість цього етапу робіт становитиме близько 20 000 \$. Друга стадія включає встановлення автотрасових газоаналізаторів, які дозволять вимірювати викиди від автомобільного транспорту міста, кількість якого з роками зростає. На цю частину проекту витратиться 30 000 \$. Остання стадія передбачає встановлення багатоканальних газоаналізаторів у кількості від 1 до 5 у вибраних точках міста. Ця частина проекту потребуватиме фінансування у розмірі від 11 000 до 54 000 \$.

Складність системи (навіть за умови максимальної її адаптації під потреби міст із населенням 250–500 тис. осіб) та обмежені можливості реалізації екологічних проєктів у середніх за розміром населених пунктах зумовлюють потребу в пошуку додаткових джерел фінансування. Такі джерела можливо розподілити на три групи: внутрішні міські програми, державні програми фінансування та зовнішні донорські програми. Кожен із названих напрямів дає можливість реалізувати проєкт моніторингу атмосферного повітря за умови колаборації між міською владою, громадськими організаціями та громадою міста.

Головні висновки. У роботі спроектовано та економічно обґрунтовано проєкт системи моніторингу атмосферного повітря для міст:

1. Розроблено проєкт автоматизованої системи екологічного моніторингу атмосферного повітря населених пунктів із кількістю жителів 250–500 тис. осіб, яка має три рівні: пункт спостережень, центральний пульти, персональний комп'ютер.

2. Установлено, що вартість автоматизованої системи, яка містить 3 автотрасових, 5 багатоканальних газоаналізаторів, 1 метеостанції, становить 106 тис. \$.

3. Розроблено типову мережу постів спостережень, яка охоплює всю територію населеного пункту (як умовно чисту зону, так і найбільш забруднені житлові масиви, що перебувають у промисловій зоні).

4. Доведено, що впровадження розробленої системи моніторингу атмосферного повітря у містах із населенням 250–500 тис. осіб сприятиме своєчасному виявленню вмісту забруднювальних речовин, що перевищують граничнодопустимі концентрації, та запровадження заходів щодо покращення якості атмосферного повітря на місцевому рівні.

Перспективи використання результатів дослідження. Подальші дослідження будуть зосереджені на створенні системи моніторингу атмосферного повітря для міст із населенням понад 500 тис. населення та для створення інформаційної бази моніторингових даних щодо якості атмосферного повітря у населених пунктах.

Література

1. Air pollution [accessed 2020 Feb 05]. Available from: https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_2.
2. Cohen, A.J.; Brauer, M.; Burnett, R.; Anderson, H.R.; Frostad, J.; Estep, K.; Balakrishnan, K.; Brunekreef, B.; Dandona, L.; Dandona, R. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: An analysis of data from the global burden of diseases study 2015. *Lancet* 2017, 389, 1907–1918. doi: 10.1016/S0140-6736(17)30505-6.
3. Kuklinska, K.; Wolska, L.; Namiesnik, J. Air quality policy in the U.S. And the eu-A review. *Atmos. Pollut. Res.* 2015, 6, 129–137 doi: 10.5094/APR.2015.015.
4. Wang, Y.; Ying, Q.; Hu, J.; Zhang, H. Spatial and temporal variations of six criteria air pollutants in 31 provincial capital cities in China during 2013–2014. *Environ. Int.* 2014, 73, 413–422. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.08.016>.
5. Yang, X., Jiang, L., Zhao, W., Xiong, Q. Comparison of Ground-Based PM 2.5 and PM 10 Concentrations in China, India, and the U.S. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2018, 15(7). doi: 10.3390/ijerph15071382.
6. Державні будівельні норми «Містобудування, планування та забудова міських і сільських поселень» (ДБН 360-92) [accessed 2020 Jun 22]. Available from: <http://interiorfor.com/wp-content/uploads/2016/12/DBN-360-92.pdf>.
7. Wesseling, J., de Ruiter, H., Blokhuis, C., Drukker, D., Weijers, E., Volten, H., Vonk, J., Gast, L., Voogt, M., Zandveld, P., van Ratingen, S., Tieleman, E. Development and Implementation of a Platform for Public Information on Air Quality, Sensor Measurements, and Citizen Science Atmosphere. 2019, 10(8), 445. <https://doi.org/10.3390/atmos10080445>.
8. Bordogna, G. Geoinformatics in Citizen Science *ISPRS International Journal of Geo-Information.* 2018, 7(12), 474. <https://doi.org/10.3390/ijgi7120474>.

СПЕЦІАЛЬНІ ГЕОДЕЗИЧНІ МЕРЕЖІ В ЕКОЛОГІЧНОМУ МОНІТОРИНГУ

Фінін Г.С., Шевченко Р.Ю.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, 03035, м. Київ
azimut90@ukr.net

Геодезична мережа є планово-висотним каркасом, на якому конструюється картографічна основа будь-якої геоінформаційної моделі. В системі екологічного моніторингу топографо-геодезичні знімання не мали до теперішнього часу переважаче застосування. Наслідком цього є неточність передачі важливої геопросторової інформації в оболонку експертних геоінформаційних систем. Розглянута еволюція геометричних побудов для потреб природоохоронної сфери. Розроблена геометрична модель спеціальної геодезичної мережі, що апробується для потреб локального (місцевого) екологічного моніторингу за станом навколишнього природного середовища. Графічний складник моделі вміщує основні координатні лінії топоцентричної системи координат, що визначена основною в процесі застосування спеціалізованого модуля картографічної проекції потенційно-небезпечних об'єктів із шару земного еліпсоїду обертання на Гауссову площину. Уперше модель спеціальної геодезичної мережі відображає гібридні підходи астрономо-геодезичних та супутникових методів визначення координат. Зазначається, що високва лінія та нормаль до двох основних геодезичних датумів: геоїда та еліпсоїда під час розрахунку поправок значно поліпшує точність математичної обробки супутникових вимірювань екологічного моніторингу. Представлений математичний апарат корекції значень супутникових геодезичних «сірих» даних під впливом електромагнітного та гравіметричного полів. До моделі включені сегменти девіаційного складника навігаційної корекції супутникового сигналу, прецесії та нутації орт геоцентричної системи координат, значення рівневих координатних поверхонь. Зазначена роль сучасних Gadget-геодезичних технологій для підвищення точності визначення координат, рентабельності мобільних геодезичних знімань, надійності девайсових додатків для потреб збору геоінформації в режимі оналайн. Описаний результат апробації зазначеного методу для потреб еколого-природоохоронного геоінформаційного картографування довкілля-простору. Визначена перспектива запровадження віртуальних геодезичних мереж у роботі геointелектуальних експертних систем прийняття екологічних рішень. *Ключові слова:* геодезична мережа, астрономо-геодезичні вимірювання, топологічна схема геодезичної основи, Android-додатки, геодезичні координати, геодезичні датуми.

Special Geodetic Networks in environmental monitoring. Finin G., Shevchenko R.

The geodetic network is a plan-height framework on which the cartographic basis of any geoinformation model is constructed. In the system of ecological monitoring topographic and geodetic surveys have not had a predominant application so far. The consequence of this is the inaccuracy of the transfer of important geospatial information into the shell of expert geographic information systems. The evolution of geometric constructions for the needs of the nature protection sphere is considered. A geometric model of a special geodetic network has been developed, which is being tested for the needs of local ecological monitoring of the state of the environment. The graphical component of the model includes the main coordinate lines of the topocentric coordinate system, which is defined as the main in the process of applying a specialized module of cartographic projection of potentially dangerous objects from the layer of the Earth's ellipsoid of rotation on the Gauss plane. For the first time, the model of a special geodetic network is a hybrid approach of astronomical-geodetic and satellite methods of determining coordinates. It is noted that the reference line and the normal to the two main geodetic dates: geoid and ellipsoid with the correct calculation of corrections significantly improves the accuracy and result of mathematical processing of satellite measurements in environmental monitoring. The mathematical apparatus of correction of values of satellite geodetic "gray" data under the influence of electromagnetic and gravimetric fields is presented. The formula includes segments of the deviation component of the navigation correction of the satellite signal, precession and nutation of the ort of the geocentric coordinate system, the values of the level coordinate surfaces. The role of modern Gadget-geodetic technologies for increasing the accuracy of coordinates, reducing the cost and profitability of mobile geodetic surveys, the reliability of development applications for the needs of collecting geoinformation online. The result of approbation of the specified method for needs of ecological and nature protection geoinformation mapping of environment – space is described. The prospect of introduction of virtual geodetic networks in the work of geointelligent expert systems of ecological decision – making is indicated. *Key words:* geodetic network, astronomer-geodetic measurements, topological scheme of geodetic basis, Android-applications, geodetic coordinates, geodetic dates.

Постановка проблеми. Планово-висотна мережа є сукупністю геометричних параметрів території, що картографується. В залежності від масштабу реалізації екологічного моніторингу запроваджуються різні параметричні моделі реляційної основи прив'язки природних та техногенних об'єктів. Це насамперед GNSS-мережа космічної триангуляції, астрономо-геодезична мережа I класу, триангуляція II-IV класу, полігонометрія I-IV класу 1-2-их розрядів підвищеної точ-

ності. Для потреб дослідження екологічних параметрів об'єктів промислових майданчиків застосовується трилатерація та латерангуляція, які представляють собою планові та просторові побудови геометричних фігур різної складності під час виносу в натуру, особливостей їх демаркації та делімітації у вигляді сучасних центрів та знаків геодезичної мережі.

У системі екологічного моніторингу раціональний вибір конструкції геодезичної мережі впливає

на розробку спеціалізованого алгоритму математичної обробки результатів геодезичних вимірювань. Її результати використовуються під час проектування місцевої планово-картографічної основи геоінформаційного моделювання проблемних природоохоронних територій.

До теперішнього часу рекогносцивальні топографо-геодезичні партії не забезпечені математично обґрунтованим алгоритмом вибору системи геодезичних датумів на трансформовані ландшафтні територіальні комплекси, що зазнають нищівного антропогенного впливу. Не вирішена проблема маніпуляції вихідними даними місцевих систем координат без прив'язки до загальнопланетарної та державної геодезичної мережі.

Актуальність дослідження. Реалізація екологічного моніторингу у будь-якому масштабному вишукуванні потребує оновлення геодезичних датумів або запровадження місцевої картографічної основи локальної системи координат. Сучасні екологічні звіти здебільшого позбавлені координатної прив'язки джерел забруднення, подаючи лише адресне згадування проблемних територій чи небезпечних об'єктів. Важливим залишається складання карток-прив'язок реперів обсерваційних досліджень до державної геодезичної мережі. Геодезична мережа своєю чергою має властивість втрачати значну кількість наземних та цокольних центрів та надцентрових надбудов, особливо у урбанізованих ландшафтах. У природних зонах зазвичай вони зберігаються, але з часом зміщуються під впливом екзогенних та ендегенних процесів.

Таким чином, актуальним стає розробка проекту формування віртуальних геодезичних центрів, яким не загрожують зовнішні патогенні фактори їх втрати. Перманентне їх технологічне функціонування є запорукою точності реалізації моніторингових досліджень та прецизійного еколого-геоінформаційного картографування.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Екологічний моніторинг, як комплексне дослідження геосфери та її складових фацій-одиниць – екотонів, урочищ, біогеоценозів, природних та антропогенних ландшафтів, неможливо реалізувати без застосування високоточних астрономо-геодезичних (аерокосмічних) даних для забезпечення координатної прив'язки в картоінформаційних системах.

У Державній екологічній академії післядипломної освіти та управління розробляється проект створення центру аерокосмічних екологічних досліджень. Одним із пріоритетних наукових досліджень стане астрономо-геодезичне забезпечення інноваційно-інструментарію (Android-додатків) реалізації еколого-природоохоронних досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання еволюції державної геодезичної мережі, її трансформація, прийоми та методи математичної

обробки геодезичних вимірювань досліджувалися Ю.О. Карпінським (вдосконалений метод скінченних елементів у дослідженні накопичення систематичних похибок у триангуляційних вимірюваннях) [2], Б.І. Волосецьким (запровадження тахеометричних ходів при великомасштабному геодезичному зніманні у природокористуванні, виробітках корисних копалин) [1]. Вацлав Ласка – геодезист, геофізик, сейсмолог, очолював наукову школу сферичної астрономії та вищої геодезії у Львівській політехніці. У листопаді 1895 р. створив експериментальний полігон астрономо-геодезичних вимірювань для еколого-метеорологічних досліджень у Галичині. Ним запроваджена система лінійно-кутових засічок у моніторингу еолових процесів [4].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Малодослідженими залишаються технічні аспекти фізико-географічного впливу на координати центрів геодезичних мереж, еволюція геометрії планово-висотної основи, технічні аспекти використання відповідних побудов на суходолі, водній поверхні, підземному та навколосемному просторах, архітектурно-конструктивні особливості будови геодезичних надцентрових знаків, прикладне залучення сегментів геодезичної мережі у промислового туризмі.

Новизна. Представлена геометрична модель трансформованої системи астрономо-геодезичної координатної системи для потреб реалізації обсерваційного екологічного моніторингу та картографування довкілля-простору. Удосконалений математичний апарат обробки даних супутникових геодезичних координувань за допомогою Gadget-інструментарію.

Методологічне або загальнонаукове значення. Астрономо-геодезія, як фундаментальна технічна дисципліна, розвивається надзвичайно бурхливо під впливом сучасних цифрових технологій топографічних зйомок місцевості. Насамперед це стосується широким застосуванням Android (Smart) та iOS-геодезичних додатків в системі екологічного моніторингу.

Успішне випробування технічних характеристик Gadget-систем в геодезичному забезпеченні еколого-природоохоронних досліджень, що висвітлено в роботі, закладає підмурок до формулювання геоматичної парадигми методології обсерваційного моніторингу довкілля-простору.

Виклад основного матеріалу. Геодезичні мережі відіграють значну роль під час проектування та реалізації програм екологічного моніторингу. Відповідно до своєї класифікації вони відповідають специфіці тематичних природоохоронних завдань, на які покладають моніторингові рекогносцивальні вишукування потенційно небезпечних природно-техногенних об'єктів або явищ. Завдання розвитку та згущення геодезичних мереж є державною справою національної безпеки.

Екологічний моніторинг розповсюджується на всі просторові об'єкти природно-територіальних та промислово-техногенних систем. Основною геометричною одиницею визначення планово-висотного положення при високоточному координуванні є нормаль. Сучасна цифрова геодезія визначає нормаль, як головну (центральну) координатну лінію при локалізації геопросторових об'єктів на земній поверхні, а також у Близньому Космосі. За положенням нормалі до земного еліпсоїда обертання постає можливість визначення аномалії сили тяжіння та моніторинг за сталими гравіметричного поля планети. Також за відхиленнями прямовисних (вискових) ліній проєктуються карти аномалії тяжіння у гірських районах великих зон складчатості. За відповідними параметрами астрономо-геодезичного та астрономо-гравіметричного нівелювання укладається прогноз коливань земної поверхні, а також вертикальних та горизонтальних рухів земної кори.

Розроблена геометрична схема розпланування локальної (місцевої) геодезичної мережі та її властивості функціонування в екологічному моніторингу (рис. 1).

Позначені наступні компоненти системи:

$OXYZ$ – система прямокутних топоцентричних систем координат, де Z – зенітальна апліката без надірної напіввісі, X – горизонтальна абсциса, Y – широтно-довготна ордината, O – пункт обсерваційного спостереження. Система координат описує одиничну армілярну (астрономічну) сферу радіусом r , що представлена земним еліпсоїдом обертання;

лінія $x'-x''$ – середня поверхня рівневого гравіметричного потенціалу (середній рівень спокійної морської поверхні або спокійний стан водної поверхні);
 $N - N'$ – ондуляції на фізичній поверхні баричної топографії;

W'' – горизонтальна рівнокутна (конформна) проєкція місцевості;

w – нормаль до земного еліпсоїда обертання;

v – вискова лінія, що перпендикулярна до фізичної (денної) поверхні;

c' – відхилення прямовисної лінії від нормалі до фізичної поверхні;

c – азимут обертання (прецесії) вискової лінії навколо нормалі до земної поверхні;

c'' – азимут коливання (прецесії) нормалі навколо надірної лінії системи координат $OXYZ$;

R_w – середній радіус орбіти сузір'я навігаційних супутників $GNSS - 1 \dots 4$;

$r^{*...****}$ - радіус-вектори руху супутників;

r' – астронометрична відстань до одиничної навігаційної зірки або космічного джерела магнітота радіовипромінювання чи астеризмів;

$Q-21487$ – кодова інтерпретація навігаційного небесного тіла;

$1 \dots 7$ – пункти місцевої державної геодезичної мережі.

Безумовно, що метод спостереження небесних тіл для потреб навігації та орієнтування під час екологічного моніторингу на пунктах Лапласа астрономо-геодезичної мережі є застарілим і може використовуватися лише як демонстраційний при-

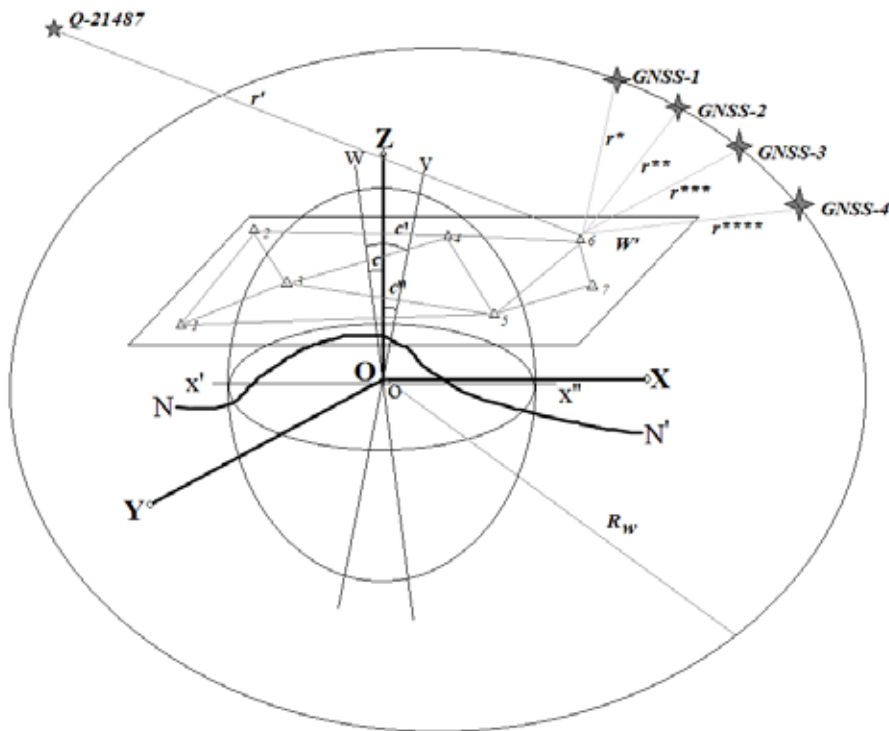


Рис. 1. Геометричний каркас геодезичної мережі для потреб екологічного моніторингу

йом визначення координат місцевості. Зараз застосовуються виключно супутникові методи, але математичні співвідношення обробки результатів знімань за допомогою Gadget-систем є подібними до оптичних геодезичних спостережень із додаванням показників радіоелектронної затримки сигналів від навігаційних супутників. Це відображується у розрахунку значень складників системи прямокутних топоцентричних систем координат $OXYZ$ з урахуванням похибки за іоносферну затримку сигналу від GPS-супутника [3]:

$$\begin{aligned} X &= \frac{R}{\sqrt{1-e^2 \sin^2 B}} \cos B \cos L, \\ Y &= \frac{R}{\sqrt{1-e^2 \sin^2 B}} \cos B \sin L, \\ Z &= \frac{R}{\sqrt{1-e^2 \sin^2 B}} (1-e^2) \sin B, \end{aligned} \quad (1)$$

де, $R = 6378$ км (середній радіус Землі), B – геодезична широта місця спостереження, L – геодезична довгота спостереження, $\sqrt{1-e^2 \sin^2 B}$ – значення першого ексцентриситету земного еліпсоїда, e – коефіцієнт ексцентриситету, що залежить від широти спостереження GPS-супутника або навігаційної зірки.

Дійсне значення просторових координат точки обчислюється за формулами:

$$\begin{aligned} X &= \sqrt{\frac{\sqrt{1-e^2 \sin^2 B}}{r_1} + c} \\ Y &= \sqrt{\frac{\sqrt{1-e^2 \sin^2 B}}{r_2} + c'}, \\ Z &= \sqrt{\frac{\sqrt{1-e^2 \sin^2 B}}{r_3} + c''} \end{aligned} \quad (2)$$

де $r_{1...3}$ – радіус-вектор до орбіти навігаційного супутника, c – гравіметрична девіація прецесії (обирається із навігаційних таблиць), c' – значення відхилення прямої лінії від нормалі до візичної поверхні, c'' – значення азимуту коливання (прецесії) нормалі навколо надірної лінії системи координат $OXYZ$. Деякі із відповідних показників знаходять у технічних супортах до роботи Gadget-геодезичних додатків.

Відповідні складники формул (1 і 2) можуть змінюватися від широти спостереження, висоти обсервації над рівнем моря, сили електромагнітного випромінювання навколо енергетичних установок та реакторів.

Розглянемо приклад розрахунку перетворення геодезичних координат, отриманих з даних матеріалів польової геодезичної експедиції (одночасна робота із астрономічним універсалом та GPS-станцією), до значень параметрів, які конформно підходять до проєктованої у камеральних умовах планової картографічної основи екологічної цифрової карти. Фактично це співвідношення між геопросторовими прямокутними (декартовими) X, Y, Z та геоцентричними координатами: Φ – геоцентрична

широта, L – геоцентрична довгота, що виражається наступним чином:

$$\begin{aligned} X &= R \cos L, \\ Y &= R \sin L, \\ Z &= z. \end{aligned} \quad (3)$$

Запровадимо наступну математичну залежність між геопросторовими координатами, геоцентричними та радіусом-вектором на GPS-супутник або навігаційну зірку [3]:

$$\begin{aligned} X &= r_e \cos \Phi \cos L, \\ Y &= r_e \cos \Phi \sin L, \\ Z &= z \sin \Phi. \end{aligned} \quad (4)$$

Радіус-вектор еліпсоїда r_e визначається із наступного виразу:

$$r_e = \left(\frac{\cos^2 \Phi}{a^2} + \frac{\sin^2 \Phi}{b^2} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (5)$$

де a – екваторіальна та b – полярна піввісь земного еліпсоїда.

Обернені залежності на основі (4) будуть мають вигляд трансформованих значень геоцентричних координат:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} L &= \frac{Y}{X}, \\ \operatorname{tg} \Phi &= \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}}. \end{aligned} \quad (6)$$

Між просторовими прямокутними координатами X, Y, Z , приведеною широтою u та геодезичною довготою L існують наступні залежності, які визначають кутові співвідношення ексцентриситету земного еліпсоїда, кутових значень ліній орієнтування та гравіметричного показника девіації c :

$$\begin{aligned} X &= a \cos u \cos L, \\ Y &= a \cos u \sin L, \\ Z &= a \sqrt{1-e^2} \sin u. \end{aligned} \quad (7)$$

Обернені залежності на основі (6) закладаються в програму модулів геоінформаційного картографування і мають наступний вигляд [3]:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} L &= \frac{Y}{X}, \\ \operatorname{tg} u &= \frac{Z \sqrt{1-e^2}}{\sqrt{X^2 + Y^2}}. \end{aligned} \quad (8)$$

Геодезична мережа, як загальнодержавного, так і локального значення, закріплюється на місцевості геодезичними знаками. До останнього часу це були піраміди, сигнали, тури, репери, пікети тощо. На цей час при розвитку віртуальних (дистанційних) технологій топографічного знімання відповідні конструктивні надбудови стали частиною історії геодезичної науки. Із вересня 2020 р. застосовується віртуальна мережа системи геодезичних знаків планово-висотної мережі. Це забезпечується використанням координованих пікетів, які закладені у роботу операційної системи геоінформаційного моделювання геометричного каркасу геодезичної мережі. Немає потреби у складанні карток-прив'язки (кроків геоде-

зичного пункту), механічного вишукування на місцевості та відновлення другого підцентрового знаку.

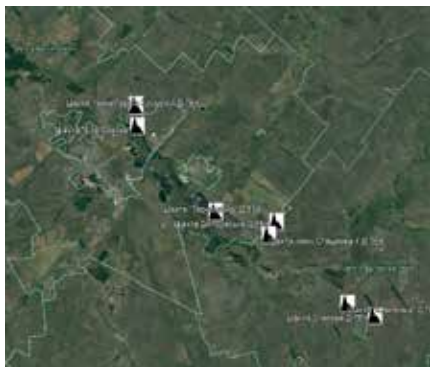


Рис. 2. Фрагмент інтерактивної карти «Розміщення шахт Д.ТЕК» (із позначенням умовного знаку «Шахта») у середовищі геопорталу Google Earth

Gadget-система автоматизованого геоінформаційного геодезичного знімання повністю забезпечує цей процес і перетворює його на звичайне накопичення геоданих у різних інформаційно-систематологічних архітектурних банках даних. Це полегшує інженерний процес топографо-геодезичної зйомки та робить будь-яку знімальну сесію рентабельною.

Технологія цифрової геодезії XXI ст. ґрунтується на Gadget-системах портативного визначення координат місцевості для реалізації прикладних програм у галузі екологічного моніторингу, природоохоронній справі, картографічного забезпеченню еколого-туристичної та рекреаційно-екскурсійної діяльності.

У процесі реалізації вищевикладеного методу на кафедрі екологічного моніторингу та геоінформаційних технологій Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління, апробована Gadget-технологія дистанційного геодезичного знімання під час укладання геопорталу критичної шахтної інфраструктури вуглевидобувної галузі. Розроблена загально-топографічна карта Ічнянського національного природного парку. Геодезичні знаки історичної Дуги Струве включені до еколого-туристичних маршрутів НПП «Кременецькі гори».

Головні висновки. Еволюція розпланування астрономо-геодезичних мереж пройшла через всі технологічні епохи розвитку інструментарію геодезії: від перших реперних знаків – копців, вікових та тимчасових реперів, ординарів, футштоків, які визначають метричні параметри трансформації навколишнього природного середовища до віртуальних геоінформаційних мереж дистанційного Gadget-топографічного знімання. Такі мережі є достатньо низьковартісними, надвисокоточними та оперативними системами онлайн-моделювання довкілля, діджиталізації параметрів навколишнього природного середовища.

Перспективи використання результатів дослідження. Новітні космічні віртуальні геодезичні мережі знімання є основою проектування загальнопланетарної геоінтелектуальної системи візуалізації цифрової реальності довкілля-простору. Вони стають наступним еволюційним етапом розвитку геоінформаційних систем, картоінформаційних технологій моніторингу та прогнозу оточуючого світу.

Література

1. Волосецький Б.І. Геодезія у природокористуванні. Навч. посібн. Львів. 2012. 292 с.
2. Карпінський Ю.О. Скінченноелементні моделі геодезичних вимірів. Київ, 2001. 399 с.
3. Савчук С.Г. Вища геодезія. Підручник. Львів. 2005. 147 с.
4. Iaska W. Astronomia sferyczna i geodezja wyzsza. Lvov. 1898. 419 s.

ВПЛИВ АНТРОПОГЕННИХ ФАКТОРІВ НА ЯКІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ У СВЕРДЛОВИНАХ СТРИЙСЬКОГО ВОДОЗАБОРУ

Гнатів І.Р.

Львівський національний аграрний університет
вул. Володимира Великого, 1, 30831, м. Дубляни, Львівська обл.
gnativ13@gmail.com

За масштабами водоспоживання та величиною негативного впливу на природні водні об'єкти наша країна має територіальні відмінності. Застарілі системи та потужності очистки стічних вод, а також зростання темпів урбанізації і кількості населення призводять до того, що антропогенне навантаження на водні об'єкти постійно збільшується, що суттєво впливає на якість природних вод. Ці фактори призводять до необхідності розробки ефективної національної водної політики, яка максимально враховує особливості водопостачання різних територій, стимулює водоохоронну діяльність та комплексне використання водних ресурсів для конкретної адміністративної території.

Основні показники питної води централізованих мереж водопостачання залежать від якості води в джерелах питного водопостачання наявних водних ресурсів, технічного рівня та відповідності систем очищення й розподілу води, стану водогонів, а також ефективності водоохоронних заходів.

У нашій країні не досить ефективна система моніторингу якості природних та питних вод, яка негативно впливає на екологічну і епідемічну ситуацію. Чинний порядок спостережень у системі моніторингу проводиться на певних пунктах за спеціально розробленою кожним відомством програмою контролю водних ресурсів. Це призводить до порушення комплексності та систематичності спостережень, застосування єдиних показників якості води і методів їх визначення.

Проведено дослідження впливу процесів самоочищення в басейні річки Стрий на показники якості води свердловин Стрийського водозабору. Аналіз питної води артезіанських свердловин системи водопостачання м. Стрий показує її високу якість та відсутність негативного впливу річкової води на родовище підземних вод Братківського водозабору. *Ключові слова:* антропогенне навантаження, водні об'єкти, забруднення річкових русел, екологічні показники, показники якості води.

Influence of anthropogenic factors on the quality of drinking water in the wells of the Stryi water intake. Hnativ I.

Our country has territorial differences in the scale of water consumption and the magnitude of the negative impact on natural water bodies. Outdated wastewater treatment systems and capacities, as well as the growth rate of urbanization and population, lead to the fact that the anthropogenic load on water bodies is constantly increasing, which significantly affects the quality of natural waters. These factors lead to the need to develop an effective national water policy that takes into account the specifics of water supply in different areas, stimulates water protection activities and integrated use of water resources for a particular administrative area.

The main indicators of drinking water of centralized water supply networks depend on the quality of water in the sources of drinking water supply of available water resources, technical level and compliance of water treatment and distribution systems, the state of water mains, as well as the effectiveness of water protection measures.

In our country, the system of monitoring the quality of natural and drinking water is not effective enough, which has a negative impact on the environmental and epidemic situation. The current procedure for monitoring in the monitoring system is carried out at certain points according to a specially developed program of water resources control by each department. This leads to a violation of the complexity and systematicity of observations, the use of uniform indicators of water quality and methods for their determination.

A study of the impact of self-cleaning processes in the Stryi river basin on the water quality indicators of the wells of the Stryi water intake has been carried out. Analysis of drinking water from artesian wells in the water supply system of the city of Stryi shows its high quality and lack of negative impact of river water on the groundwater deposit of Bratkivsky water intake. *Key words:* anthropogenic load, water bodies, pollution of riverbeds, ecological indicators, water quality indicators.

Постановка проблеми. Україна має низький рівень водозабезпечення та посідає одне з останніх місць серед країн Європи, проте за рівнем водоемкості валового продукту значно випереджає їх, а також її водні ресурси інтенсивніше використовуються і забруднюються.

За масштабами водоспоживання та величиною негативного впливу на природні водні об'єкти наша країна має територіальні відмінності. Застарілі системи та потужності очистки стічних вод, а також

зростання темпів урбанізації і кількості населення призводять до того, що антропогенне навантаження на водні об'єкти постійно збільшується, що суттєво впливає на якість природних вод. Ці фактори призводять до необхідності розробки ефективної національної водної політики, яка максимально враховує особливості водопостачання різних територій, стимулює водоохоронну діяльність та комплексне використання водних ресурсів для конкретної адміністративної території [1].

Актуальність дослідження. Погіршення якості довкілля призводить до погіршення рівня життя населення, зниження туристичної та інвестиційної привабливості території. Фактори формування екологічного ризику антропогенного забруднення поверхневих вод зумовлені впливом такого забруднення на весь комплекс взаємозв'язків у екосистемах [2–3].

Забезпечення населення водою у достатній кількості та відповідної якості є провідною проблемою екологічної безпеки, розв'язання якої впливає на безпечність питної води та здоров'я громадян. Основні показники питної води централізованих мереж водопостачання залежать від якості води в джерелах питного водопостачання наявних водних ресурсів, технічного рівня та відповідності систем очищення й розподілу води, стану водогонів, а також ефективності водоохоронних заходів. Зношеність технологічного обладнання, яке в Україні становить у середньому 65–70% та аварійний стан понад 33% мереж, а також незадовільний стан водопровідно-каналізаційних мереж призводить до повторного забруднення питної води [4–5]. У сучасних умовах усі поверхневі та окремі підземні води потребують надійного очищення і знезараження для отримання питної води належної якості.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями полягає у розробленні рекомендацій із оптимізації моніторингу якості природних вод та виявлення змін руслових процесів. Дослідження впливу процесів самоочищення в басейні р. Стрий на показники якості води свердловин Стрийського водозабору проведено особисто автором.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Забруднення природних вод речовинами техногенного походження ускладнює використання води для питних цілей. У Львівській області із 1995 до 2012 рр. споживання води на господарсько-питні потреби скоротилось у 3,14 раза, а на виробничі – у 2,54 раза [6]. Переважна частина води для питних цілей в області забирається з підземних джерел.

У 2010 році всього забір води з підземних джерел становив 250,2 млн м³, зокрема 110,7 млн. м³ для м. Львів. На господарсько-питні потреби використано 78,3 млн м³, на виробничі потреби – 46,5 млн м³. Існує ризик, пов'язаний із впливом екологічного стану води у поверхневих та підземних джерелах на якість забору питної води.

У нашій країні не досить ефективна система моніторингу якості природних та питних вод, яка негативно впливає на екологічну і епідемічну ситуацію [7–8]. Чинний порядок спостережень у системі моніторингу проводиться на певних пунктах за спеціально розробленою кожним відомством програмою контролю водних ресурсів. Це призводить до порушення комплексності та систематичності спостережень, застосування єдиних показників якості води і методів їх визначення.

У Львівській області забір води на 99% здійснюється з підземних джерел питного водопостачання та лише 1% із поверхневих водозаборів. Якість питної води з цих джерел має відповідати чинним нормативним вимогам та не має бути заражена збудниками різних інфекційних хвороб, що передаються через водне середовище. До 70% проектної потужності водозаборів використовується для потреб обласного центру м. Львова [4].

Доочищення питної води є найефективнішим методом забезпечення населення питною водою нормативної якості, тому цей напрям вважають найбільш перспективним. Це зменшує вплив на неї недостатньої ефективності застарілих водопровідних водоочисних технологій та незадовільний стан розподільних мереж. У нашій країні він підтримується у Загальнодержавній цільовій програмі «Питна вода України» на 2011–2020 роки [4].

Новизна. Новизну роботи становлять основні показники якості питної води водопровідної мережі м. Стрий за 2016–2020 р.

Виклад основного матеріалу. Переобладнання системи водопостачання та вдосконалення технології доочищення вимагає проведення повного аналізу,



Рис. 1. Річка Стрий в районі с. Гірне

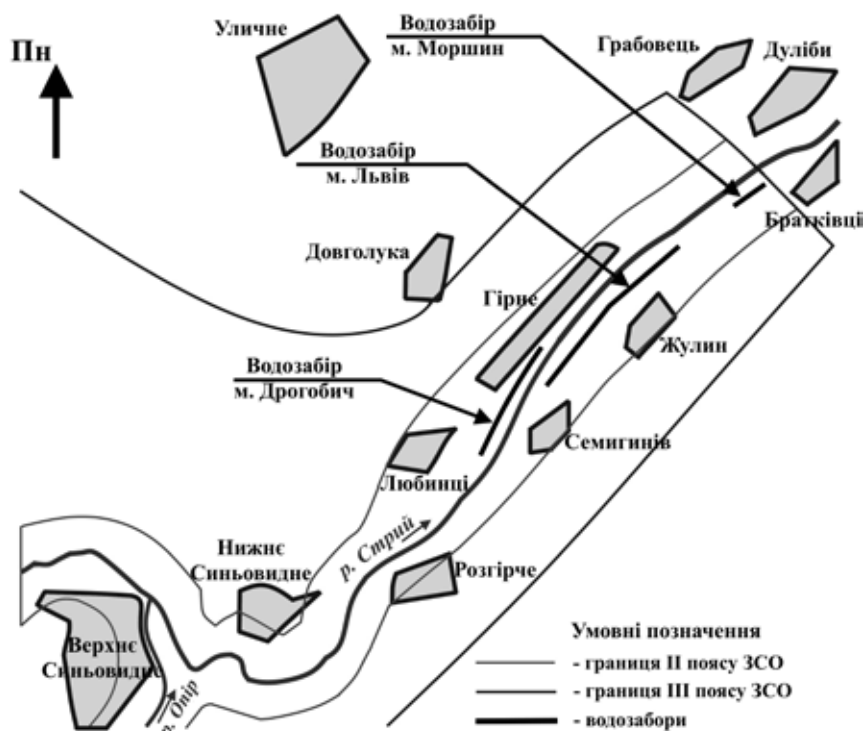


Рис. 2. Просторове розташування берегових водозаборів Стрийського родовища підземних вод за рахунок інфільтрації поверхневих вод р. Стрий [9]

що є досить затратним. У цих випадках дозволяється проводити дослідження якості води тільки за показниками, які можуть змінюватися через проведення цих змін. Контроль якості водопровідної питної води в Україні проводиться перед її надходженням у розподільну мережу [8].

Річка Стрий – найбільша з правобережних приток Дністра. Витоки Стрия знаходяться на висоті близько 1 000 м, на південно-західному схилі Верховинського вододільного хребта, на горі Явірник Великий. Її довжина становить 232 км, а площа водозбору – 3060 км². Річка тече широкою долиною в досить нестійкому, гравійному руслі, верхня і середня течії знаходяться у Карпатах, а нижня – у Передкарпатті (рис. 1). Береги русла круті, часто скелясті, у верхній течії висотою до 40 м [9].

За течією р. Стрий (на ділянці від с. Розгірче до с. Дуліби) сформований водоносний горизонт Стрийського родовища підземних вод із запасами 270 тис. м³/добу. Зараз родовище експлуатується трьома береговими водозаборами, як-от Жулинський, Братківський та Любинецький. Водозабірні свердловини розташовані вздовж р. Стрий, яка за таких умов є умовно-необмеженим контуром живлення (рис. 2). Любинецький водозабір забезпечує водою міста Дрогобич, Трускавець, Стебник, Борислав, Жулинський – м. Львів, а Братківський – Стрий і Моршин.

Згідно з вимогами Водного кодексу України, особливостей геологічної будови та гідрогеологічних

умов живлення для Стрийського родовища підземних вод були розроблені та затверджені межі зони санітарної охорони (далі – ЗСО). До першого поясу ЗСО (суворого режиму) входять огорожені території навколо експлуатаційних свердловин та водозабірних споруд радіусом 50 м. Тут заборонена будь-яка господарська діяльність, не пов'язана з відбором води. Це утримання та випасання худоби, скидання сміття, застосування органічних, мінеральних добрив, отрутохімікатів тощо [10].

Другий пояс ЗСО (зона обмежень від біологічних забруднень) запобігає біологічним забрудненням вздовж русел річок Стрий та Опір, шириною 720 м, а третій пояс ЗСО (зона обмежень від хімічних забруднень) призначений для захисту від можливого хімічного забруднення, яке може бути спричинене викидами нафти, газу та іншою господарською діяльністю. До нього входить уся водозбірна площа басейну р. Стрий.

У межах 2-го поясу ЗСО заборонено облаштування колодязів для стічних вод, створення полів підземної фільтрації, облаштування звалищ, гноєсховищ, кладовищ, скотомогильників, а також накопичувачів рідких і твердих відходів виробництва, що призводять до забруднення природних вод. Ця заборона також діє на розміщення складів пестицидів і мінеральних добрив, здійснення промислового вирубування деревини, а також будь-яке інше використання земельних ділянок і річок, що може призвести до погіршення якості природних вод, ски-

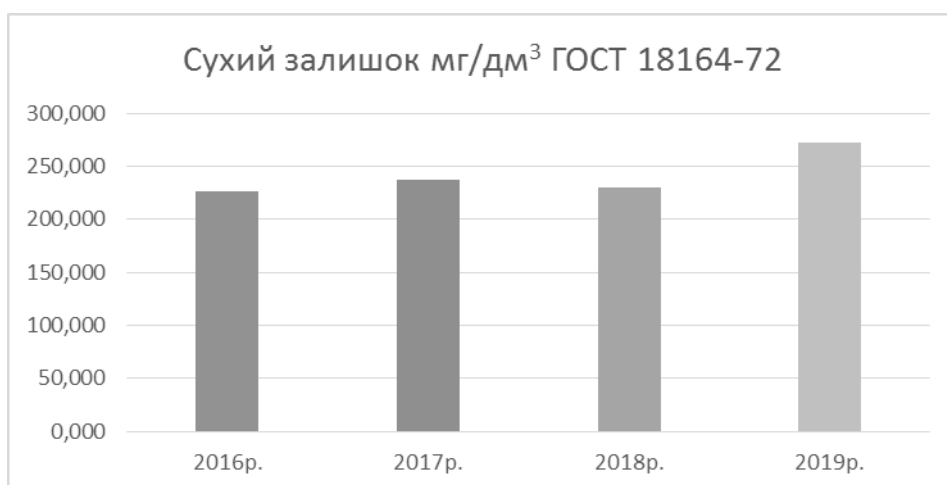
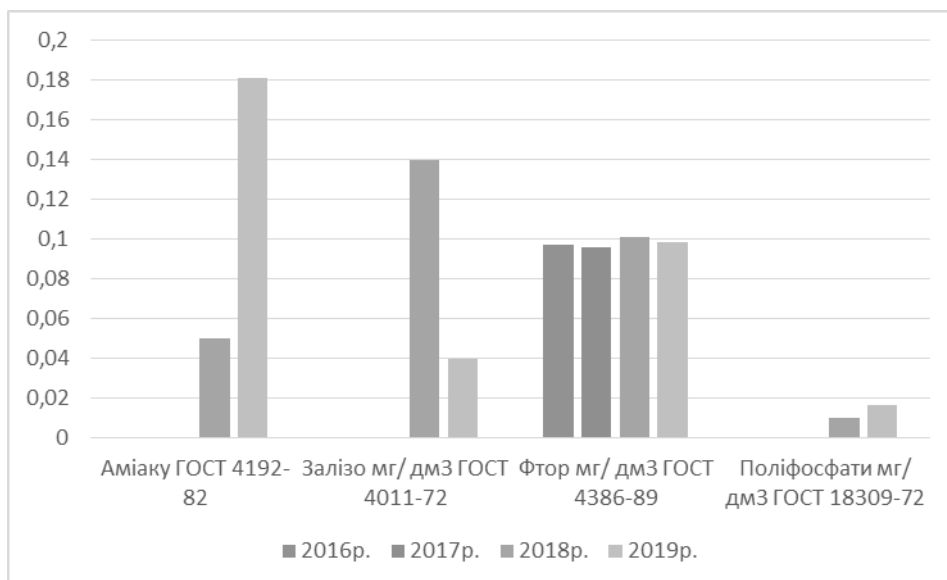
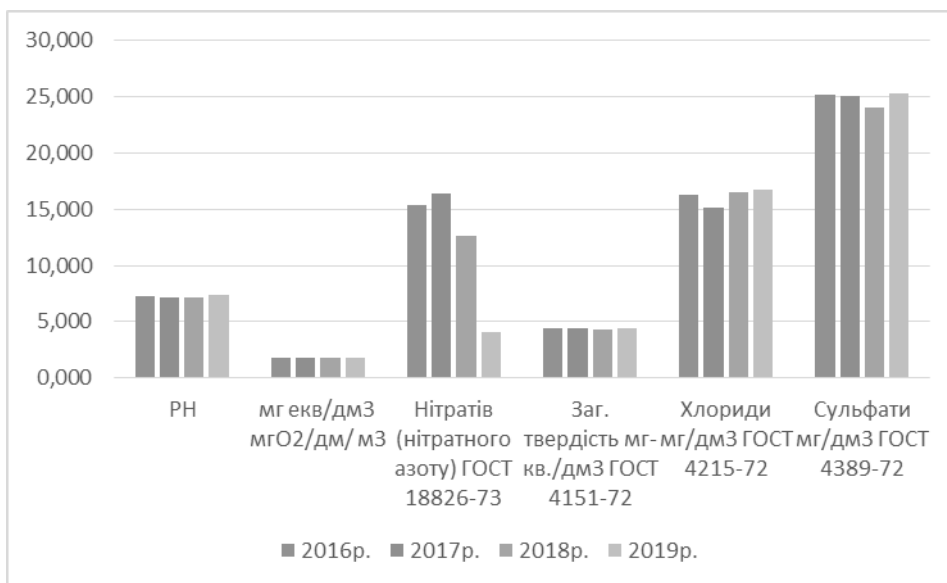


Рис. 3. Основні показники якості питної води водопровідної мережі м. Стрий за 2016–2020 р.

Значення ГДК для основних показників питної води

Показник	pH	мг-екв/дм ³ мгО ₂ /дм ³ /м ³	Аміак, мг/дм ³	Нітрати, мг/дм ³	Заг.твердість, мг-екв./дм ³	Сухий залишок, мг/дм ³	Хлориди, мг/дм ³	Сульфати, мг/дм ³	Залізо, мг/дм ³	Фтор, мг/дм ³	Поліфосфати, мг/дм ³
ГДК	6,5-8,5	не норм	≤0,5	≤50	≤7,0	≤1000	≤250	≤250	≤0,2	0,7–1,2	≤3,5

дань у водні об'єкти сміття, стічних і баластних вод. На території третього поясу ЗСО не допускається будівництво, що може негативно впливати на стан природних вод, їх хімічне забруднення, спричинене хімічними реагентами бурових розчинів, скидами та викидами нафти, газу, а також скидами неочищених промислових і побутових стічних вод.

Рішенням Львівського облвиконкому про затвердження ЗСО Стрийського родовища на вищевказаних територіях передбачені заходи захисту від забруднення. У межах населених пунктів, які розташовані в ЗСО другого поясу, проведено будівництво централізованого водопостачання, обладнання в хлівах для худоби цементних настилів із жолобами і бетонних ям для гною, а також обладнання в житлових будинках, фермах та соціальних закладах водонепроникних вигрібних ям для стічних відходів. Цим рішенням також заборонено розробку гравійних-піщано сумішей у заплаві р. Стрий у межах цього поясу.

Проведено дослідження основних показників якості питної води водопровідної мережі м. Стрий. Відбір проб для аналізів проводився на всіх свердловинах Стрийського водозабору за 2016–2019 рр., а узагальнені показники відбиралися в резервуарах чистої води (далі – РЧВ) на насосній станції 2-го під-

йому (с. Братківці). Отримані результати проведених досліджень показано на рис. 3.

Гранично-допустимі концентрації (далі – ГДК) для основних показників питної води згідно з ДСанПін 2.2.4-171-10 наведено в табл. 1.

Головні висновки. За результатами отриманих лабораторних та натурних досліджень можна зробити такі висновки:

1. Якість річкової води є задовільною для її використання в господарсько-питному водопостачанні та для рекреаційних цілей.

2. Не спостерігається стійких перевищень вмісту забруднювальних речовин щодо ГДК.

3. Аналіз питної води артезіанських свердловин системи водопостачання м. Стрий показує її високу якість та відсутність негативного впливу річкової води на родовище підземних вод Братківського водозабору.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати досліджень дозволять удосконалити порядок комплексного моніторингу стану природних вод, підвищити ефективність функціонування та вдосконалити технологічні системи підготовки питної води. Це дозволить подавати споживачеві питну воду стабільної та гарантованої якості.

Література

1. Рациональное использование та відновлення водних ресурсів. Монографія / За заг.ред. Фещенка В.П. *Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка*, 2016. 250 с.
2. Параняк Р.П., Остаха Т.П. Механізми формування екологічного ризику антропогенного забруднення малих річок Львівської області. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2014. Том 16, № 3 (60). Частина 3. С. 371–379.
3. Снітинський В.В., Хірівський П.Р., Гнатів І.Р. Особливості формування поверхневого стоку гірських річок за вирубки лісів та розорювання схилів територій. *Науково-практичний журнал «Екологічні науки»*. 2020, № 3 (30). С. 73–77. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.12>
4. Крупка Н.О., Лотоцька-Дудик У.Б. Стан якості питної води Львівщини протягом 2009–2015 років. *Environment & Health*. 2016, № 4. С. 23–29.
5. Ситенко М.А. Забезпечення населення України якісною питною водою – один з головних пріоритетів державної політики і національної безпеки держави. *Водопостачання та водовідведення*. Спецвипуск, 2008. С. 15–17.
6. Головне управління статистики у Львівській області: офіційний сайт ГУСуЛЮ. URL: <http://lv.ukrstat.gov.ua>.
7. Прокопов В.О. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти. Київ: Медицина, 2016. 400 с.
8. Зоріна О.В. Научное обоснование совершенствования порядка эколого-гигиенического мониторинга качества природных и питьевых вод. *Environment & Health*. 2018, № 2. С. 29–35.
9. Боруцька Ю. Оцінка впливу на природні води стійкості ґрунтового покриву, лісорозробок, активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів і гірничодобувних робіт у басейні р. Стрий. *Проблеми геології фанерозою України: V всеукр. наук. конф.*, 8–10 жовтня 2014 р.: матеріали доповідей. Львів, 2014. С. 10–14.
10. Водний кодекс України; Кодекс України про надра; Лісовий кодекс України; Повітряний кодекс України: станом на 1 вересня 2011 р. / *Верховна рада України*. Харків: Право, 2011. 248 с.

МІНІМАЛЬНИЙ ТА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТІК РІЧОК У ЗОНІ НЕДОСТАТНЬОЇ ВОДНОСТІ УКРАЇНИ

Кущенко Л.В.¹, Овчарук В.А.¹, Прокоф'єв О.М.¹, Гопцій М.В.¹, Андреевська Г.М.²

¹Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, 65016, м. Одеса

²Одеський національний морський університет
вул. Мечникова, 34, 65029, м. Одеса

valeriya.ovcharuk@gmail.com

У статті розглянуто питання визначення екологічного стоку річок на базі інформації про їх мінімальний стік у період відкритого русла. Територія дослідження обмежена зоною недостатньої водності України, яка здебільшого відповідає степовій фізико-географічній зоні. У період сучасних кліматичних змін саме ця частина України перебуває в зоні суттєвого ризику внаслідок дефіциту водних ресурсів, який за прогнозними кліматичними тенденціями буде посилюватись у найближчі 30–50 років. За таких умов набуває все більшої актуальності раціональне використання водних ресурсів, зокрема, визначення екологічного стоку, який визначає характеристики річкового стоку, необхідні для підтримки функціонування прісноводних екосистем та забезпечення умов для благополучного проживання населення. Авторами дослідження проаналізовано сучасні підходи щодо кількісного визначення розрахункових екологічних витрат. Показано, що різними авторами (як в Україні, так і за її межами) запропоновані різні методики, частина з яких визначає екологічно припустиму остаточну витрату як деяку частку річкового стоку (річного, мінімального), яка залишається у річці після вилучення стоку. З іншого боку, ця характеристика може визначатися як залишкова витрата води, за якої іхтіофауна не відчуває пригнічення. У цьому дослідженні пропонується вдосконалений варіант розрахунку екологічних витрат із використанням даних про меженний стік заданої забезпеченості перевищення. Як вихідна інформація використано дані стаціонарних спостережень за 69 гідрологічними постами за період від початку спостережень до 2015 р. включно. Для визначення статистичних параметрів використано метод моментів та найбільшої правдоподібності, величини розрахункової забезпеченості визначені за методикою СНіП 2.01.14-83, а також за теоретичними розподілами С.М. Крицького, М.Ф. Менкеля та Гумбеля. Задля порівняння розрахунків виконано за методикою, рекомендованою УкрГМЦ, та на базі мінімальних витрат води заданої ймовірності перевищення. Показано, що використання даних за мінімальним стоком дає значну збіжність із величинами, отриманими на даних про річний стік, та є перспективним.

Ключові слова: екологічний стік, літньо-осіння межень, зимова межень.

Minimal and environmental runoff of rivers in the zone of the insufficient water content of Ukraine. Kushchenko L., Ovcharuk V., Prokofiev O., Goptsiy M., Andreevskaya G.

The article considers the issue of determining the environmental runoff of rivers on the basis of information about their minimal runoff during the open channel. The study area is limited by the zone of the insufficient water content of Ukraine, which mainly corresponds to the steppe physical and geographical zone. In the period of modern climate change, this part of Ukraine is in a zone of significant risk due to the shortage of water resources, which according to the forecast climate trends will increase in the next 30–50 years. Under such conditions, the rational use of water resources is becoming increasingly important, in particular, the definition of environmental runoff, which determines the characteristics of river runoff needed to support the functioning of freshwater ecosystems and provide conditions for prosperous living. The authors of the study analyzed modern approaches to quantifying the ecological runoff. It is shown that different authors, both in Ukraine and abroad, have proposed different methods, some of which determine the environmentally acceptable final flow, as some share of river runoff (annual, minimal) that remains in the river after intake. On the other hand, this characteristic can be defined as the residual water consumption at which the ichthyofauna does not feel oppressed. This study proposes an improved version of the calculation of environmental runoff using data on the low flow of a given probability excess. As initial information, the data of stationary observations for 69 hydrological posts for the period from the beginning of observations to 2015 were used. To determine the statistical parameters, the method of moments and the highest likelihood was used; the values of the calculated probability of excess were determined by the method of SNiP 2.01.14-83, as well as by the theoretical distributions of Kritsky- Menkel and Gumbel. For comparison, the calculation was performed according to the method recommended by UkrHMC, and on the basis of the minimum water discharges of a given probability of exceeding. It is shown that the use of data on the minimum runoff gives a good agreement with the values obtained on the data on the annual runoff, and is promising. *Key words:* environmental runoff, summer-autumn low flow, winter low flow.

Постановка проблеми. Забезпеченість водними ресурсами населення та різних галузей економік є одним із найважливіших та стратегічних завдань кожної країни. Незважаючи на те, що на території України протікає значна кількість річок та розташовані гирла багатьох великих річок, наприклад Дунаю, забезпеченість водними ресурсами населення є одним із найменших у Європі. За даними

[1], ресурси річкового стоку України становлять у середньому 87 млрд м³ на рік (у маловодний рік цей показник зменшується до 56 млрд м³). Питома забезпеченість річковим стоком в Україні – близько 1 тис. м³ на особу в рік, що нижче в 2,5 раза, ніж у Німеччині та Швеції, у 3,5 раза, ніж у Франції та у 5 разів, ніж в Англії. У зв'язку з вичерпанням водних ресурсів у багатьох річках, як-от у басейні

Південного Бугу, Сіверського Дінця, річок Приазов'я та Криму, склалася надзвичайно напружена ситуація щодо забезпеченості водними ресурсами. В останні роки ця ситуація ускладнюється, зважаючи на різні вияви змін клімату, зокрема підвищення середньорічної температури повітря та збільшення ймовірності настання екстремальних гідрологічних явищ – маловоддя та посух. За даними, наведеними в роботі [2], найбільш загрозлива ситуація з формування дефіциту водних ресурсів наразі спостерігається для Херсонської, Одеської, Миколаївської, Кіровоградської областей. Отже, особливо гостро ці проблеми відчуваються зоні недостатньої водності України, мінімальний та екологічний стік якої є предметом цього дослідження.

Актуальність дослідження. Міжнародне поняття екологічного стоку (environmental flow), яке широко застосовується, приведено в Брісбенській декларації¹: *екологічний стік* визначає кількісні, якісні і часові характеристики річкового стоку, необхідні для підтримки функціонування прісноводних екосистем, забезпечення умов для благополучного проживання населення, яке залежить від стану цих екосистем.

Із початку 80-х років минулого століття дослідження екологічного стоку відіграють важливу роль в управлінні річковими ресурсами. Особливої актуальності визначення екологічного стоку набуває в регіонах світу з вираженим дефіцитом прісної води. Водні законодавства Австралії, США, ПАР, Кенії вказують на важливість екологічного стоку. У Китаї, Індії, Мексиці, Бразилії, Туреччині та низці інших країн реалізуються проекти з метою визначення його параметрів для основних річок. Країни-члени Європейського Союзу зобов'язані дотримуватися Водної рамкової директиви [3], яка вимагає забезпечення необхідної величини стоку для підтримки доброго стану річок. Екологічний стік також є мірою кліматичної адаптації до таких явищ, як річкові повені і посухи. Отже, екологічний стік – це частина природного стоку, яка повинна залишатися в річці в результаті безповоротного вилучення водних ресурсів або регулювання водного режиму нижче за течією від місця впливу на річку для забезпечення стійких умов розвитку і функціонування прісноводної екосистеми [4]. Якщо зміни гідрологічного режиму перевищують гранично допустимі величини, то можуть статися безповоротні процеси в екологічних системах та їх перехід в інший стан.

¹ Брісбенська декларація (Brisbane Declaration) прийнята за підсумками X Міжнародного річкового симпозиуму і Міжнародної конференції, присвяченій питанням екологічного стоку, які відбулися в м Брісбен, Австралія, 3-6 вересня 2007 р. конференції взяли участь понад 800 учасників, включаючи вчених, економістів, інженерів, фахівців з управління природними ресурсами, представників політичних рухів із 57 країн. У декларації наведено основні висновки засідання і поняття екологічного стоку, а також запропоновані подальші можливі дії з охорони річкових екосистем.

Визначення цих меж (у частині водного режиму) лежить в основі встановлення параметрів допустимого антропогенного зниження природного стоку, критичних для відтворення організмів і функціонування екосистеми [5]. Для того, щоб досягти «доброго стану води» у всіх річках Європейського Союзу, Водна рамкова директива ЄС (далі – ВРД) включає докладні інструкції щодо проведення характеристики річкових басейнів. Незважаючи на те, що ВРД не містить безпосереднього поняття «екологічний стік», очевидно, що екологічні режими важливі для досягнення такого статусу.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Це дослідження виконане в межах науково-дослідної тематики Одеського державного екологічного університету «Комплексний метод ймовірнісно-прогностичного моделювання екстремальних гідрологічних явищ на річках Півдня України для забезпечення сталого водокористування в умовах кліматичних змін» за підтримки МОН та відповідає пріоритетному напрямку наукових досліджень «Раціональне природокористування».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні для визначення екологічних витрат використовується Положення про порядок оцінки та інформування про маловоддя (гідрологічну посуху) на водних об'єктах суші України, яке затверджене для використання у 2020 році [6]. Відповідно до цього Положення значення екологічних витрат води обчислюються як 75% середньої витрати наймаловоднішого місяця меженного періоду року 95% забезпеченості (за об'ємом річного стоку). Б.В. Фащевський визначає екологічний стік як частину природного стоку, що залишається нижче створів регулювання і вилучення вод за умовами охорони річкових екосистем щоб уникнути змін водних ресурсів та самих руслових утворень за безповоротного вилучення і регулювання [4]. І.Б. Коренєва і А.В. Христофоров визначають екологічний стік як мінімальну кількість води, що протікає в заданому річковому створі та забезпечує абіотичні і біотичні умови існування гідробіонтів і збереження характерного видового складу іхтіофауни [7]. З іншого боку, З.К. Іофін у своїх роботах [8; 9] зазначає, що всі публікації стосовно визначення екологічних витрат можна поділити на два основних напрями. У першому разі екологічно припустима остаточна витрата визначається як деяка частка річкового стоку (річного, мінімального) та мінлива витрата води, яка залишається у річці після вилучення стоку. Останній розраховується залежно від «урожайності» іхтіофауни як кінцевої трофічної ланки водних екосистем. При цьому автори використовують критерії, які застосовуються до різних точок відліку: від залишкової в річці мінімальної середньомісячної витрати води до 15–20% річного стоку [5]. Автори другого напрямку не прив'язуються до конкретної точки гідрографу і визначають залиш-



Рис. 1. Карта-схема гідрологічного районування України [12]

кову витрату води як деяку екологічну величину, за якої іхтіофауна не відчуває гноблення. Сам З.К. Іофін [9] пропонує визначати базисний екологічний стік, використовуючи коефіцієнт природної зарегульованості [10]. В Україні питанням визначення екологічно допустимих заборів води займалась група авторів під керівництвом А.В. Яцика [11] на прикладі малих річок Прип'ятського Полісся. Авторами цього дослідження встановлені екологічно допустимі об'єми відбору води з річок за багаторічний період у роки різної водної забезпеченості (50, 75, 95%) та виконано оцінку екологічно допустимого об'єму відбору стоку за умови збереження річкових екосистем. Розрахунки свідчать, що в дуже маловодний рік ($P=95\%$) водні ресурси не забезпечують об'єми екологічного стоку, а в маловодний рік ($P=75\%$) його водні ресурси незначно перебільшують екологічний стік.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Як показує короткий аналіз публікацій щодо визначення екологічного стоку річок, представлений вище, з цього питання існує декілька підходів та певна частка невизначеності. Автори цієї статті пропонують комбінований підхід, який оснований на визначенні екологічного стоку на основі розрахункових мінімальних витрат води заданої забезпеченості.

Новизна представленого дослідження полягає у тому, що вперше для зони недостатньої водності України визначені розрахункові значення мінімального та екологічного стоку річок на сучасних вихідних даних із періодом спостережень від їх початку до 2015 року включно.

Методологічне значення пропонованої роботи полягає в удосконаленні методики визначення екологічних витрат порівняно з прийнятим Положенням щодо його визначення [6]. Пропоновані методичні

підходи набувають особливого значення саме в зоні недостатньої водності України, де малі, а часто й середні річки пересихають.

Викладення основного матеріалу. Зона недостатньої водності – територія, в межах якої величина випаровування за рік у сукупності з інфільтрацією в середньому за багаторічний період перевищує кількість атмосферних опадів.

Відповідно до схеми гідрологічного районування території України [12] зона недостатньої водності відповідає степовій зоні, яка займає найбільшу площу. У межах цієї зони виокремлюють 5 областей, але в даній роботі Кримська рівнинна область дуже низької водності (рис. 1, IIIд) не розглядається через відсутність даних про стік водотоків на цій території. У межах решти чотирьох областей протікають річки, що (згідно із сучасним гідрографічним районуванням) належать до районів басейну Дунаю, річок Причорномор'я, басейну Південного Бугу, річок Приазов'я, басейну Дніпра та басейну Дону [13].

Мінімальний стік річок у зоні недостатньої водності формується за рахунок підземного живлення, яке визначається місцевими гідрогеологічними і кліматичними умовами, характером підстильної поверхні (рельєф, ґрунти, рослинність, заболоченість, озерність, залісеність) та господарською діяльністю. Загалом, на території України у водному режимі річок виокремлюють літньо-осінню та зимову межень. Літньо-осіння межень спостерігається від кінця повені до початку осінніх паводків (червень-листопад) або до льодових явищ. Літньо-осіння межень пов'язана з малою кількістю опадів і значними витратами води на випаровування. У цей період річки живляться здебільшого ґрунтовими водами, інколи літня межень може перериватися короткочасними паводками. Зимову межень спостерігається від

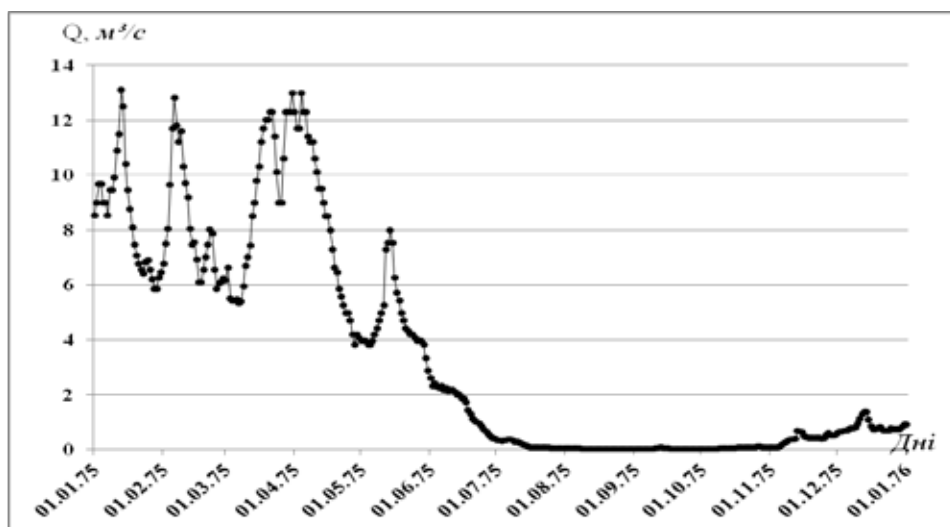


Рис. 2. Гідрограф р. Самара – с. Кочережки (1975 р.)

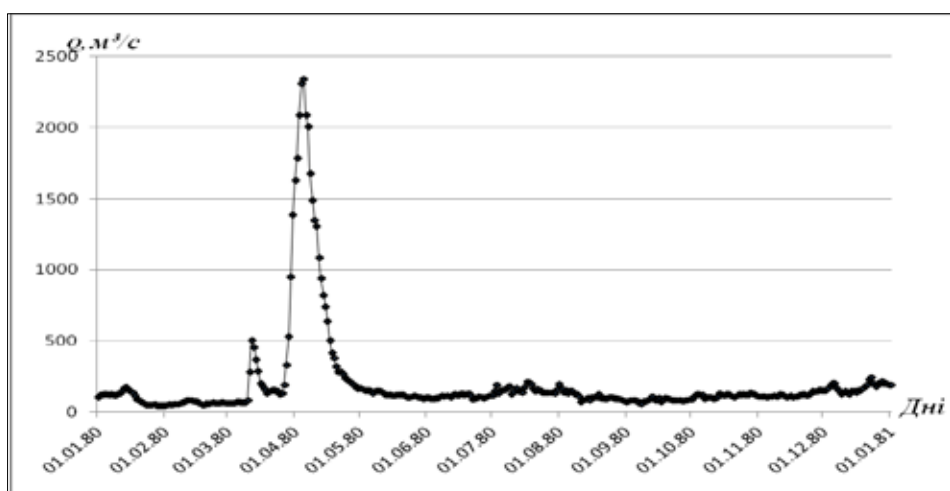


Рис. 3. Гідрограф стоку р. Південний Буг – смт. Олександрівка (1980 р.)

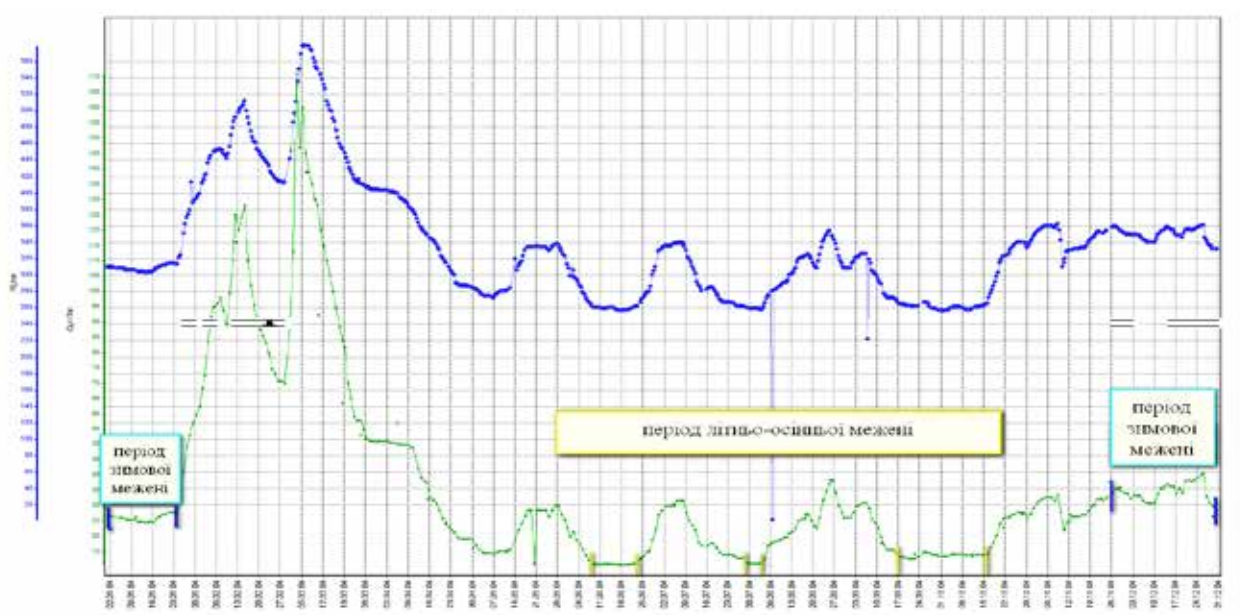


Рис. 4. Гідрограф стоку р. Самара – с. Кочережки, 2004 р.

початку льодових явищ до початку повені. Цей період зазвичай збігається з періодом льодоставу [10].

Умови формування мінімального стоку розглядаються окремо для річок зі стійким і нестійким льодоставом. Для розглядуваної території більш низька межінь характерна для літньо-осіннього періоду, коли відбувається виснаження підземних вод, що формують стік (рис. 2–3). Але в окремі роки межінь може бути не вираженою і перериватися дощовими паводками (рис. 4).

Основними розрахунковими характеристиками мінімального стоку, які використовуються на практиці, є середні місячні, або 30-добові, і середньодобові витрати води зимової й літньої межінь.

Для статистичної обробки характеристик часових рядів мінімальних 30-добових витрат використані багаторічні дані за 69 гідрологічними постами за зимовий та літньо-осінній період у зоні недостатньої водності України. За розрахунковий взято період із початку спостережень до 2015 р. включно. Для визначення статистичних параметрів використано метод моментів та найбільшої правдоподібності.

Норма мінімального 30-добового стоку (зимового або літнього) Q_{30} визначається як середньобагаторічне значення із середньомісячних величин мінімального стоку

$$\bar{Q}_{30} = \frac{\sum_{i=1}^N Q_{30i}}{N}, \quad (1)$$

де Q_{30i} – середньомісячні (30-добові) величини мінімального стоку в i -му році; N – кількість років спостережень.

Розрахункова щорічна ймовірність перевищення мінімальної 30-добової (або середньомісячної) витрати води приймається під час проектування: зрошування – 85%, гідроелектростанцій – 90%, для господарсько-питних потреб у зоні надмірного зволоження – 95%, а в зоні недостатнього зволоження – 97%. Опорною (відповідно до нормативних документів [14]) прийнята забезпеченість $P = 80\%$. Щодо інших забезпеченостей, то

$$Q_{30p} = \lambda_p Q_{3080\%}, \quad (2)$$

де λ_p – перехідний коефіцієнт від опорної $P=80\%$ до інших ймовірностей перевищення. Значення коефіцієнтів для окремих районів наведені у [14].

У коротких рядах спостережень за стоком або за їх відсутності витрати води $Q_{3080\%}$ для великих і середніх річок рекомендується визначати за річками-аналогами або інтерполяцією їх модулів у річках району, які, наприклад, наведені у СНіП 2.01.14-83 (окремо за літньо-осінній і зимовий періоди) [14].

Для малих річок із площею водозборів менше за 2 000 км² нормативним документом рекомендується $Q_{80\%}$ визначати за формулою, запропонованою А.М. Владимировим [14; 15]:

$$Q_{80\%} = 10^{-3} \alpha \cdot (F \pm f)^n, \quad (3)$$

де f – середня за районом площа з відсутністю стоку (-) або середня площа підземного басейну, який забезпечує додаткове живлення річок цього району (+) внаслідок карсту; α і n – параметри, які характеризують зволоженість цього району й інтенсивність зміни стоку зі зростанням площі водозборів. Їх значення наведені в таблицях СНіП [14], зокрема, на території України прійд часи розрахунків стоку зимової межінь виокремлюється 22 таких райони, а літньо-осінньої – 19.

Для визначення екологічних витрат авторами пропонується рівняння виду:

$$Q_{ек} = Q_{3095\%л-0} * 0,75, \quad (4)$$

де – мінімальна витрата води за період відкритого русла 95% ймовірності перевищення.

Для малих річок із площею водозборів менше за 2 000 км²

$$Q_{ек} = Q_{3075\%л-0} * 0,75, \quad (5)$$

де $Q_{3075\%л-0}$ – мінімальна витрата води за період відкритого р усла 75% імовірності перевищення

Однак використання нормативного документа СНіП 2.01.14-83 наразі обмежується вихідними даними до 1976 року, які були використані для обґрунтування розрахункових рівнянь та побудови карт ізолій і районів. Нині виникає необхідність у суттєвому уточненні розрахункових параметрів на сучасних вихідних даних, що й було зроблено в процесі представленого дослідження. Як теоретичний розподіл використано трипараметричний гамма-розподіл С.М. Крицького та М.Ф. Менкеля та розподіл Гумбеля [16]. Аналіз отриманих величин показав, що обидва розподіли мають добру узгодженість із вихідними даними, але розподіл Гумбеля за розрахунків мінімальних витрат 95%-ї забезпеченості дає від'ємні значення, що не відповідає фізичній сутності гідрологічних рядів [17].

Таким чином, для визначення екологічних витрат були використані дані багаторічних спостережень за стоком річок досліджуваної території (методика УкрГМЦ), а також розрахункові мінімальні витрати води періоду відкритого русла 95%-ї та 75%-ї забезпеченості, визначені за методикою СНіП 2.01.14-83 та теоретичним розподілом С.М. Крицького та М.Ф. Менкеля. Розрахунки виконані для всіх розглядуваних водозборів, а в табл. 1 представлені приклади за гідрографічними районами. Аналізуючи отримані результати, можна зазначити, що, по-перше, роки, в які спостерігались найменші витрати води, дуже різняться за територією та не мають вираженої закономірності, по-друге, малі та середні річки Причорномор'я та басейну Південного Бугу пересихають, тому (за методикою УкрГМЦ) екологічна витрата для них дорівнює нулю. З іншого боку, використовуючи мінімальні витрати 75%-ї забезпеченості, ми отримуємо величини, які відрізняються від 0, що, безумовно, є більш прийнят-

Таблиця 1

Визначення екологічних витрат води різними методами в зоні недостатньої водності України

№ з/п	Річка-пост	Період спостережень, F , і років	Площа водозбір, F , км ²	Район річкового басейну	$Q_{95\%}$ м ³ /с	Рік, близький до $P=95\%/Q_{сер}$	Мінімальна середня місячна витрата води з червня по листопад	Екологічна витрата (Q_{min} сер, місяць * 0,75)	Екологічна витрата $Q_{min}95\% * 0,75$ СНІП 2.01.14-83	Екологічна витрата $Q_{min}95\% * 0,75$ розподіл Крицького-Менкеля
1	Тигул – м. Березівка	47	3170	Річки Причорномор'я	0	1972; 1977/0; 1990/0 1995/0;	0	0	0	0
2	Кодима – с. Катеринка	80	2390		0,45	1959/0,43	0	0	0,01	0,07
3	Інгул – с. Новогорожене	81	6670	Південний Буг	1,73	1995/1,73	1,01	0,76	0,12	0,40
4	Південний Буг – смт Олександрівка	98	46200		42,5	1954/42,5	18,0	13,50	10,82	10,86
5	Кінська – м. Полоти	62	353		0,18	1995/0,19	0,032	0,024	0,02	0,05
6	Орчик – с. Чернещина	59	1310	Басейн Дніпра	0,66	1961/0,66	0,012	0,009	0,13	0,03
7	Самара – с. Кочеріжки	61	19800		3,17	1969/3,37	0,350	0,260	0,37	0,26
8	Казенний Торель – смт Райське	57	936		0,67	1962/0,66	0,020	0,015	0,09	0,09
9	Айдар – с. Новоселівка	66	6370	Басейн Дону	3,12	2015/3,12	1,11	0,830	0,74	0,64
10	Сіверський Донець – м. Ізюм	73	22600		21,4	1954/21,9	7,13	5,35	5,03	8,27
11	Кальчик – с. Кременівка	58	469		0,54	1986/0,54; 2013/0,54	0,17 0,067	0,13 0,05	0,05	0,08
12	Обитична – м. Приморськ	69	1300	Річки Приазов'я	0,33	2015/0,33	0,056	0,042	0,10	0,04

ним результатом. Якщо аналізувати отримані величини екологічних витрат за різними методиками, то можна зазначити, що вони мають добру збіжність у більшості випадків (червоний колір) величини екологічних витрат, які розраховані через мінімальні витрати води заданої забезпеченості, перевищують ті, що отримані за методикою УкрГМЦ. Такі результати дозволяють рекомендувати такий варіант визначення екологічних витрат нарівні з методикою, яка рекомендована УкрГМЦ.

Головні висновки. Нестача та майбутній дефіцит водних ресурсів є нагальною проблемою Півдня України, яка стає все більш актуальною в умовах змін клімату. Екологічний стік є одним із важливих показників стану водних ресурсів, який широко використовується у світі та поки не набув широкого застосування в Україні.

Визначення сучасних розрахункових характеристик мінімального стоку річок є підґрунтям для визначення екологічних витрат на річках досліджуваної території. Авторами виконаний порівняльний аналіз екологічних витрат, які визначені за різними методиками; показано, що використання даних за мінімальним стоком дає добру збіжність із величинами, отриманими на даних про річний стік, та є перспективним.

Перспективи використання результатів дослідження. Отримані результати будуть використані під час подальшого виконання науково-дослідної тематики кафедри гідрології суші ОДЕКУ, а також є складником дисертаційного дослідження Л.В. Кущенко на тему: «Мінімальний стік річок у зоні недостатньої водності України»; результати також планується передати для випробувального використання в ГМЦ ЧАМ.

Література

1. Водні ресурси. *Сталий розвиток для України*. URL: <https://sd4ua.org/golovni-temi-stalogo-rozvitku/vodni-resursi> (дата звернення: 28.02.2021).
2. Васютинська К.А., Барбашев С.В., Кімінчиджи М.І. Небезпека створення дефіциту водних ресурсів у регіонах України в умовах урбанізації. *Екологічні науки*. 2020. № 4 (31). С. 42–48.
3. DIRECTIVE 2003/35/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 May 2003. *Official Journal of the European Union*. 2003. P. 17–24. URL: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8756d3d694eeb.0004.02/DOC_1&format=PDF (Last accessed: 27.02.2021)
4. Дубинина В.Г. Методические основы экологического нормирования безвозвратного изъятия речного стока и установления экологического стока (попуска). Москва : Экономика и информатика, 2001. 118 с.
5. Методические указания по нормированию допустимого безвозвратного изъятия речного стока и установлению экологического стока (попуска) / Дубинина В.Г., Косолапов А.Е., Коронкевич Н.И., Чебанов М.С. Москва: Федеральное государственное учреждение «Межведомственная ихтиологическая комиссия», 2009. 39 с.
6. Положення про порядок оцінки та інформування про маловоддя (гідрологічну посуху) на водних об'єктах суші України. Київ: Український гідрометеорологічний центр, 2020. 13 с.
7. Коренева И.Б., Христофоров А.В. Об оценке минимального экологического стока воды в реках. *Вестник Московского университета. Серия географическая*. 1993. № 1. С. 77–83.
8. Иофин З.К. Экологическая обоснованность остаточного минимального расхода воды. *Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов: материалы научной конференции*. Иркутск, 2005. С. 80–83.
9. Иофин З.К. Экологически допустимые изъятия речного стока. *Экстремальные гидрологические события в Арало-Каспийском регионе: труды международной научной конференции*, 19–20 окт. 2006 г. Москва, 2006. С. 252–254.
10. Каганера М.С. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6. Украина и Молдавия. Вып.1. Западная Украина и Молдавия. Ленинград : Гидрометеиздат, 1969. 884 с.
11. Визначення екологічно допустимих об'ємів відбору води з малих річок / Яцик А.В. та ін. *Вісник аграрної науки*. 2019, № 3 (792). С. 57–62.
12. Руденко Л.Г., Чабанюк В.С., Бочковська А.І. Атлас України. Київ: Інститут географії Національної академії наук України і Товариство з обмеженою відповідальністю «Інтелектуальні системи ГЕО», 1999–2000. URL: <http://www.isgeo.kiev.ua> (дата звернення: 25.02.2021).
13. Кущенко Л.В., Овчарук В.А. Умови формування меженного стоку річок в зоні недостатньої водності України. Конференція молодих вчених ОДЕКУ 2018 рік. Одеса : ТЕС, 2018. С. 131–132.
14. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Ленинград : Гидрометеиздат, 1984. 447 с.
15. Владимиров А.М. Минимальный сток рек СССР. Ленинград : Гидрометеорологическое издательство, 1970. 212 с.
16. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации: учебник. Санкт-Петербург, 2007. 279 с.
17. Овчарук В.А., Кущенко Л.В. Порівняльний аналіз статистичних характеристик мінімального стоку річок в зоні недостатньої водності України. *XIX наукова конференція молодих вчених ОДЕКУ, 2020 рік*. Одеса : ОДЕКУ, 2020. С. 121–122.

ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВІ ЗВ'ЯЗКИ ЗАБРУДНЕННЯ БІОГЕННИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ БАСЕЙНУ РІЧКИ ДНІПРА: СИНТЕЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ДАНИХ

Строкаль В.П., Ковпак А.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, 03041, м. Київ
vita.strokal@gmail.com, strocal_v@nubip.edu.ua

Новизна роботи полягає у синтезі теоретичних даних для з'ясування причинно-наслідкових зв'язків забруднення басейну р. Дніпро біогенними речовинами, зокрема фосфат-іонами та нітрат-іонами. Метою досліджень є аналіз теоретичних даних для відображення основних причинно-наслідкових зв'язків забруднення водойм біогенними речовинами. Для забезпечення мети дослідження були окреслені наступні завдання: на основі синтезу теоретичних даних виокремити причинно-наслідкові зв'язки надходження основних біогенних речовин (N,P) до водойм; надати характеристику вмісту біогенних елементів у суббасейнах річки Дніпро в розрізі точкових та дифузних джерел забруднення. Під час виконання роботи були використані загальнонаукові методи дослідження такі як аналіз, синтез, дедукція, індукція.

Відповідно до завдань дослідження у роботі виокремлено наступні результати:

1. На території басейну р. Дніпро простежується вторинне забруднення зарахунок акумуляції шкідливих речовин. Зокрема, на території Суббасейну Верхнього Дніпра, який є найменшим за площею суббасейном, основним маркером антропогенного впливу на стан водойм виступає міська агломерація. Територія Суббасейну річки Прип'ять має антропогенне навантаження через сільськогосподарську діяльність та міські системи. Водойми, що знаходяться на території Суббасейну Середнього Дніпра, страждають через велику кількість розміщених на території Суббасейну промислових та сільськогосподарських підприємств. Суббасейн Нижнього Дніпра має значне антропогенне навантаження через сільськогосподарську діяльність, промисловість та туризм.

2. Виокремлені наступні причинно-наслідкові зв'язки надходження основних біогенних речовин (N,P) до водойм: 1) через сільське господарство – рослинництво – вирощування с.г. культур – внесення мінеральних та органічних добрив на поля – ерозійні процеси – змив з полів продукції та елементів – надходження у водойми біогенних елементів, зокрема сполук азоту та фосфору; 2) сільське господарство – тваринництво – розведення худоби (тварин) – накопичення органічних добрив – не контрольоване утримання гноєсховищ – надходження через ґрунтові води або за рахунок стічних вод до водойм сполук азоту, фосфору та різних бактерій та мікроорганізмів; 3) житлово-комунальне господарство – використання миючих засобів різної консистенції, що містять фосфати – через стічні води – надходження фосфатів до водойм; 4) житлово-комунальне господарство – стічні води, що утворюються у процесі життєдіяльності людини, – надходження до водойм різних сполук, у тому числі фосфатів та азоту.

3. Обґрунтовано характеристику вмісту біогенних елементів ($N_{\text{зар}}$, $P_{\text{зар}}$) на територіях Суббасейну річки Дніпро відповідно до співвідношень між точковим та дифузним джерелами забруднення. Суббасейн Верхнього Дніпра має співвідношення щодо азоту 24% (точкове – житлово-комунальне господарство) та 76% (дифузне – сільськогосподарське виробництво (внесення мінеральних та органічних добрив, розораність)). Фосфорне навантаження розподіляється наступним чином: точкове становить 83% (с.г. виробництво, зокрема розораність земель), дифузне лише 17%. Суббасейн Середнього Дніпра має наступне співвідношення: $N_{\text{зар}}$ – 52% точкове, 48% – дифузне; $P_{\text{зар}}$ – 80% точкове, 20% – дифузне. Суббасейн Нижнього Дніпра є єдиним, де точкове забруднення азотом переважає частку дифузного – 52% і 48% відповідно; дифузне надходження сполук азоту більшою мірою визначається сільським населенням; фосфатне навантаження наступне – 75% точкове, 25%-дифузне. *Ключові слова:* біогенне забруднення, басейн Дніпра, антропогенне навантаження на річки, сільське господарство, тваринництво, житлово-комунальне господарство.

Causes of nutrient pollution in the Dnieper river basin: theoretical syntheses. Strokal V., Kovpak A.

River pollution is severe in Ukraine. Rivers often contain increasing amounts of nutrients such as nitrogen (N) and phosphorus (P). This causes impacts on society (e.g., blue baby syndrome) and nature (eutrophication). However, causes of nutrient pollution in the Ukrainian rivers are still not well understood and quantified. Furthermore, a better understanding of the spatial variability in the up- mid- and downstream pollution problems is still needed. The Dnieper River is one of the largest rivers in Ukraine. It is an important river for economic activities, but experiences nutrient pollution problems.

This study aims to analyse the causes of nutrient pollution in the Dnieper river basin. To this end, we performed a literature review. We synthesized quantitatively most relevant aspects for water pollution and its causes in the up-, mid- and downstream sub-basins of the Dnieper River. We focused mainly on water pollution with N and P, but also reflected on other pollutants such as microorganisms.

Main findings includes the following. Agriculture, cities and sewers, and touristic activities are considered as the main causes of the river pollution with N and P. Agriculture is often a diffuse source of N and P in the river. It includes the use of mineral and organic fertilizers on land. Farmers apply fertilizers, often in excess of the crop need. This results in discharges of nutrients to rivers via runoff. Erosion processes can also contribute N and P in the river from agricultural fields. Livestock production is an important contributor to river pollution. livestock produces manure that is often not managed well enough to avoid losses of nutrients to the environment. Sewers are point sources of these nutrients. Sewers include human waste and waste from the use of detergents. The share of diffuse sources in the river pollution ranges from 48% (mid- and downstream) to 76% (upstream) for N, and from 17% (upstream) to 25% (downstream) for P. The share of point sources ranges from 24% (upstream) to 25% (mid- and downstream) for N, and from 75% (downstream) to 83% (upstream) for P. This study shows the importance of both diffuse and point sources to manage river pollution. Efforts are needed in reducing nutrients from agricultural fields and from sewers. *Key words:* nutrient pollution, Dnieper river basin, Anthropogenic sources of river pollution, agriculture, livestock production, sewers.

Постановка проблеми. Виклики сьогодення створюють значні перешкоди у регулюванні якості водних ресурсів в Україні. З одного боку, це політичні та економічні аспекти, з іншого – це недосконале розуміння проблем та шляхів їх вирішення. Аграрний бізнес прагне отримати високі врожаї та мати економічно вигідний дохід, при цьому забуваючи про наслідки нераціонального застосування мінеральних та органічних добрив, а також про можливість забруднення природних об'єктів. Відповідно, в першу чергу під антропогенний тиск потрапляють земельні ділянки, які знаходяться в обробітку. Проте не варто забувати, що внаслідок вітрової та водної ерозії відбувається змив з полів різних елементів до водойм, в тому числі і мінеральних та органічних добрив, які включають різний спектр біогенних речовин та важких металів. Потрапляючи до водойм, вони чинять негативний вплив на якість води та безпосередньо на гідробіоти.

Ще одним негативним чинником є діяльність аграрно-тваринницьких комплексів (великі комплекси по розведенню ВРХ, ферми, птахофабрики) [3]. Їхній вплив на водні екосистеми визначається наступним чином: відсутність відповідних санітарно-гігієнічних умов по зберіганню органічних відходів (гноєсховища, відстійники) що призводить до забруднення води; скидання неочищених та необроблених гноєвих мас та стічних вод, що містять хвороботворні бактерії, яйця гельмінтів, насіння бур'янів та повний спектр біогенних елементів (NO_2 , NH_3 , NH_4 , P_2O_5) [4].

Актуальність дослідження. Поява біогенних елементів у водних об'єктах є основною причиною виникнення процесів евтрофікації у водоймі, які зумовлюють негативний вплив на гідробіоти та всю водну екосистему в цілому. Слід зазначити, що антропогенна евтрофікація настає набагато швидше, ніж природна евтрофікація, яка може тривати тисячоліттями [26]. Це пояснюється тим, що у природній евтрофікації внаслідок неповної мінералізації водних рослин спостерігається поступове накопичення органічних речовин і збільшення концентрації біогенних елементів [26]. Тоді як внаслідок швидкого потрапляння у водойми біогенних речовин через скиди стоків від промислових та тваринницьких комплексів, внаслідок зливу з полів мінеральних та органічних добрив виникає у водоймі явище антропогенної евтрофікації, наслідки якого загрожують зменшенню різноманіття водної біоти та забрудненню водойми біогенними речовинами, зокрема фосфат-іонами та нітрат-іонами [3; 4].

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями полягає у синтезі теоретичних даних щодо виокремлення основних причинно-наслідкових зв'язків забруднення біогенними елементами Дніпровського басейну. У Водній стратегії України на період до 2025 року [8] виокремлені основні водні проблеми

України, серед яких є значний обсяг забруднювальних речовин, що надходять у річки внаслідок скидів і площинного змиву. У Технічному звіті Проекту «Водна ініціатива Європейського Союзу Плюс для країн Східного Партнерства: Результати 2 і 3 (ENI/2016/372-403)» [27] значну увагу приділено тому, що особливу небезпеку для водних об'єктів басейну Дніпра становлять біогенні елементи, зокрема мінеральні сполуки азоту та фосфору, надлишковий уміст яких призводить до евтрофікації. Поява цих біогенних елементів до водойм басейну зумовлена двома основними шляхами: сільським господарством та промисловістю [4]. Так, у звіті [27] вказано, що 69% (16 005,76 тис. га) із земельного фонду басейну Дніпра переважно знаходиться під оброблюваними сільськогосподарськими угіддями (рілля), 27% (9 304 тис. га) – задіяні під сіножатті, пасовища, ліси, забудовані території, і лише до 4% (1 915,5 тис. га) території водозбору знаходиться під водними об'єктами. Відповідно, для забезпечення запланованої урожайності на сільськогосподарських угіддях виробниками різних форм власності вносяться мінеральні та органічні добрива. За даними 2017 року [27] середні значення внесених мінеральних та органічних добрив на рілля складають: 101 кг N/га (43-239 кг N/га по областях), 23 кг P_2O_5 /га (10-82 кг P_2O_5 /га), 700 кг органічних добрив/га (від 100 кг/га до 2т/га). Промисловими підприємствами на територію басейну Дніпра відведено 3713 тон N_{total} (78% домінували сполуки NO_3) та 246,5 тон P_{total} [27].

Виходячи з вищевикладеного матеріалу, можна зазначити, що проблема забруднення річки Дніпро біогенними елементами є нині актуальною й набирає значного поширення. Ця проблема має інноваційний характер, оскільки пов'язана з основними практичними завданнями, які перетинаються у Положенні про Державне агентство водних ресурсів України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемі забрудненню біогенними елементами водних екосистем присвячено чимало публікацій та наукових досліджень як у вітчизняній, так і в зарубіжній науці. Зокрема, у своїх публікаціях О.В. Степова та В.В. Рома [26] розкривають зміст надходження та розподілу у водах місцевого стоку на Полтавщині вмісту біогенних речовин, особливо сполук азоту та фосфору, які є хімічними каталізаторами процесу антропогенного евтрофування поверхневих вод. Вони звертають увагу, що надходження поживних біогенних речовин антропогенного генезису призводить до збільшення біомаси водоростей, вищої водної рослинності, фітопланктону, що своєю чергою призводить до дефіциту кисню у воді і являє значну загрозу для життєдіяльності гідробіотів [26]. Багаторічні зміни у стоці біогенних елементів та їх вплив на компоненти водних екосистем досліджували О.І. Денисова [10] та О.П. Нахшина [18]; вмісту біогенних речовин (азоту, фосфору, калію) у водах річок присвячені праці А.Д. Кононенка,

І.Г. Гарасевича, І.Г. Енакі [15]; гідрохімічні особливості біогенних речовин Нижнього Дніпра наведені у праці Л.О. Журавльової [11]; особливості формування річкового стоку біогенних речовин річки Дніпра представлені у праці С.І. Сніжка [24; 25]; оцінку емісій біогенних елементів та органічних речовин у поверхневій воді від дифузних джерел досліджували Н.М. Осадча, О.О. Ухань, В.М. Чехній, О.Г. Голубцов [19]; формуванню вмісту сполук та розподілу їх у річках присвячені праці В. Грубінко та О. Скиба [28]; кінетичні характеристики нітрифікації у водоймах розглянуті у науковій праці вчених В.О. Юрченко, М.П. Радіонов, О.Г. Мельнікова [14]; загрозам антропогенного євтофування водних об'єктів і погіршення умов водокористування присвячені праці вітчизняних вчених О.О. Дмитрієвої, І.В. Колдоба, І.В. Хоренжя [16].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Проблеми дослідження річкових стоків

на вміст біогенних речовин та вплив їх на водну екосистему присвячено чимало наукових праць, однак залишається невирішеним питання щодо причинно-наслідкових зв'язків забруднення біогенними речовинами басейну річки Дніпро.

Новизна роботи полягає у синтезі теоретичних даних для з'ясування причинно-наслідкових зв'язків забруднення басейну р. Дніпро біогенними речовинами, зокрема фосфат-іонами та нітрат-іонами.

Загальнонаукове значення. Метою досліджень є аналіз теоретичних даних для відображення основних причинно-наслідкових зв'язків забруднення водойм біогенними речовинами. Для забезпечення мети дослідження були окреслені наступні завдання: на основі синтезу теоретичних даних виокремити причинно-наслідкові зв'язки надходження основних біогенних речовин (N,P) до водойм; надати характеристику вмісту біогенних елементів у суббасейнах річки Дніпро в розрізі точкових та дифузних джерел забруднення. Під час виконання роботи

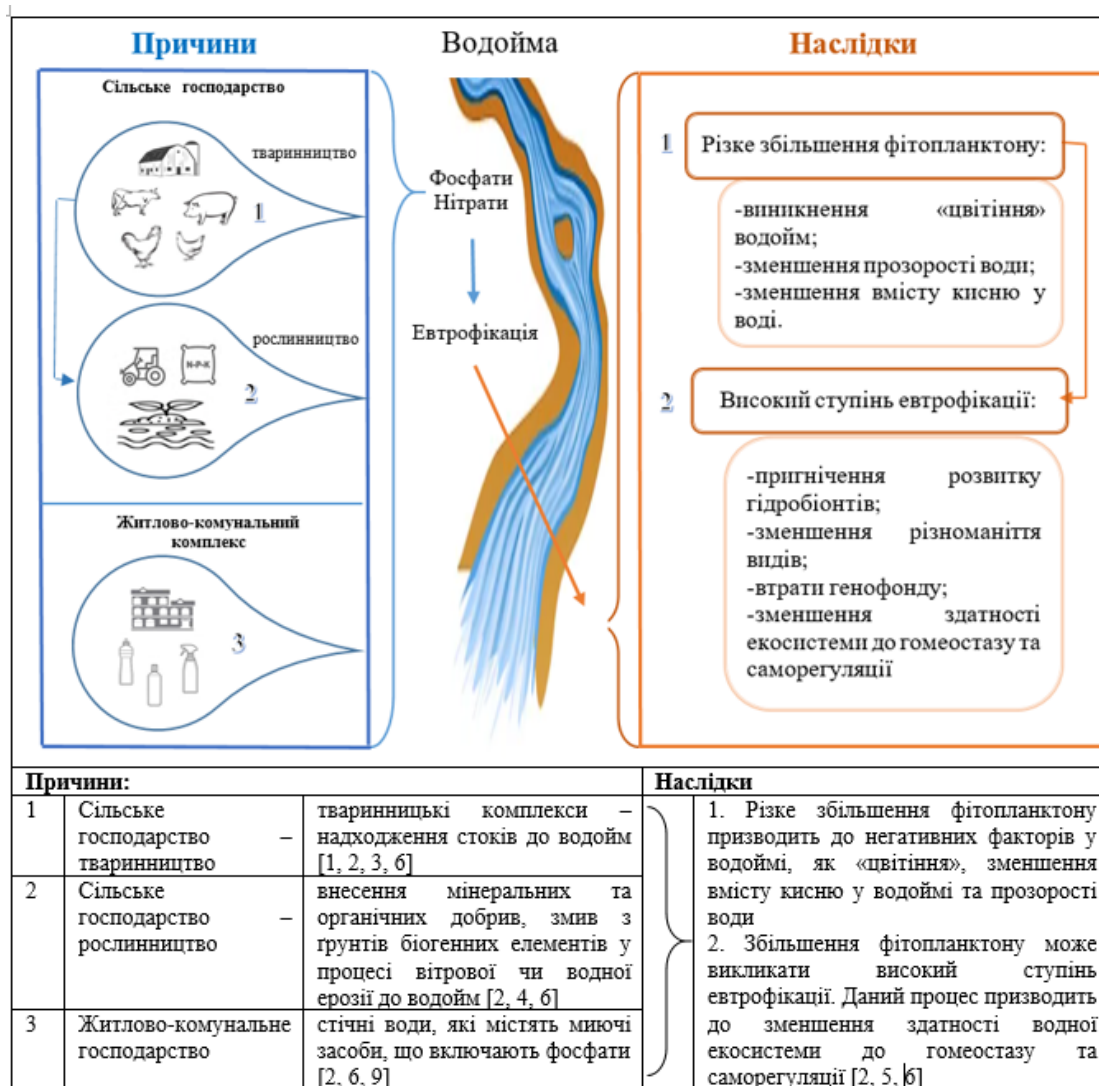


Рис. 1. Причинно-наслідкові зв'язки надходження основних біогенних речовин (N,P) до водойм
 Джерело: власна розробка на основі синтезу теоретичних даних [1-9]

були використані загальнонаукові методи дослідження, такі як аналіз, синтез, дедукція, індукція.

Виклад основного матеріалу. Відповідно до поставленого першого завдання в ході теоретичного аналізу були виокремлені основні причинно-наслідкові зв'язки надходження основних біогенних речовин (N,P) до водойм (рис. 1). Рисунок демонструє основні три причини, які зумовлюють надходження біогенних елементів (N,P) до водойм: сільське господарство, що розділене на тваринництво та рослинництво, житлово-комунальне господарство.

Виникає питання: чому саме ці три причини були виокремлені? Потрібно розглянути специфіку цих галузей для того, щоб надати відповідь. Зокрема, сільське господарство має дві основні галузі (рослинництво, тваринництво), кожна з яких чинить прямий чи опосередкований вплив на водну екосистему. Рослинництво, через вирощування сільськогосподарських культур, висока урожайність яких потребує внесення значної кількості мінеральних та органічних добрив, може впливати на якість водойм через інтенсивні ерозійні процеси (змив з ґрунтів, який містить у своєму складі елементи мінеральних та органічних добрив). Слід зазначити, що сільськогосподарські угіддя (рілля) у складі земельного фонду території басейну Дніпра становлять 69% [27], відповідно, внесення мінеральних та органічних добрив на цих територіях відбувається постійно, частка внесення азотних складає 43–239 кг N/га, фосфорних – 10–82 кг P₂O₅/га по областях. Виходячи з цих даних, можна стверджувати, що у зв'язку із появою вітрової чи водної ерозії до водойми може надійти значна частина сполук азоту та фосфору, які у процесі хімічних реакцій можуть спричинити виникнення евтрофікації або посили її процес, якщо він є наявним у даній водоймі.

Тваринництво, через розведення тварин, що супроводжується накопиченням гноєвих складів, чинить опосередкований вплив за рахунок недотримання умов зберігання гноєсховищ та неконтрольованим надходженням стоків від тваринницьких комплексів до водойм [3].

Житлово-комунальний комплекс містить у своїй структурі ряд негативних аспектів для довкілля, зокрема: по-перше, за рахунок постійного використання миючих засобів, які містять фосфати у своєму складі, зі стічними каналізаційними водами до водойм надходить велика кількість фосфатів у різних сполуках; по-друге, каналізаційні стічні води, які утворюються у процесі життєдіяльності людини, містять у складі бактерій та мікроорганізми, які є шкідливими для водної екосистеми [4; 5; 9].

Виконуючи синтез теоретичних даних щодо рівня забруднення вод басейну річки Дніпро, передусім слід звернути увагу на теоретичні дані моніторингу та екологічної оцінки водних ресурсів України, які наведені на офіційному сайті Державного агентства водних ресурсів України [13; 17].

Зокрема, на території Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни основними елементами забруднення вод виступають показники: амоній-іони, нітрит-іони, нітрат-іони та фосфат-іони (поліфосфати). Так, ключовими точками, де спостерігається перевищення даних показників відносно їх ГДК, є:

р. Білоус (0,5 км. від м. Чернігів) – вміст амоній-іонів перевищує у 4,46 раз від нормативів (2,23 мг/дм³ при нормі 0,5), вміст нітрит-іонів перевищує у 5 раз (0,4 мг/дм³ при нормі 0,08), дані за 05.12.2018 рік;

р. Кізка (5 км. від с. Демидів, поблизу знаходиться вплив зворотних вод «Агромарс») – вміст амоній-іонів перевищує у 43,2 рази від нормативів (21,6 мг/дм³ при нормі 0,5), вміст нітрит-іонів перевищує у 57,5 раз (4,6 мг/дм³ при нормі 0,08), дані за 22.10.2019 р.;

р. Дніпро (поблизу смт. Вишеньки, Київська обл., Скидний канал БСА) – вміст амоній-іонів перевищує у 20,2 рази від нормативів (10,1 мг/дм³ при нормі 0,5), вміст нітрит-іонів перевищує у 13,75 раз (1,1 мг/дм³ при нормі 0,08), вміст нітрат-іонів перевищує у 1,08 раз (43,2 мг/дм³ при нормі 40), дані за 27.11.2018 р.

Аналізуючи теоретичні дані системи моніторингу водних ресурсів України [13; 17] на території Суббасейну річки Прип'ять та Суббасейну Середнього Дніпра, слід зазначити, що ситуація краща, ніж у Суббасейні Верхнього Дніпра та річки Десни: перевищення спостерігається за показниками NO₃ NO₂ NH₄ лише у кілька разів відносно норм (в середньому від 1 до 2,5 раз).

У зв'язку із значним антропогенним навантаженням на водну екосистему, інтенсивними проявами ерозійних процесів на сільськогосподарських ділянках, які призводять до значного змиву мінеральних та органічних речовин у водойми, водойми території Суббасейну Нижнього Дніпра мають суттєве забруднення біогенними та органічними речовинами. Критичними точками забруднення водойм біогенними речовинами цього Суббасейну є [13, 17]:

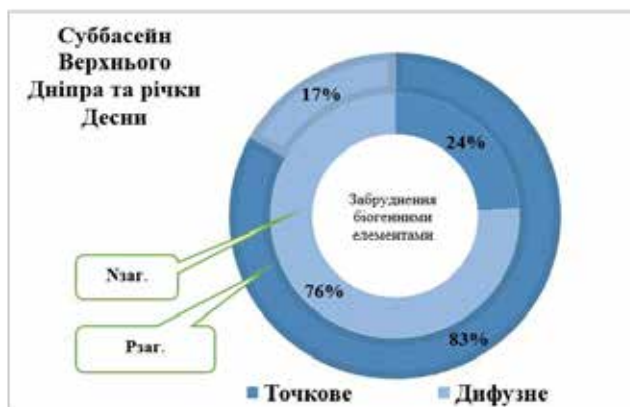
– канал Дніпро-Донбас, р. Орілька (1,5 км. від гирла) – вміст амоній-іонів перевищує у 2,44 рази від нормативів (1,22 мг/дм³ при нормі 0,5), вміст нітрит-іонів перевищує у 1,06 раз (0,085 мг/дм³ при нормі 0,08), дані за 06.12.2018 р.;

– р. Жовта (22 км. нижче скиду ТОВ «Восток-Руда») – вміст нітрит-іонів перевищує у 80,38 раз (6,43 мг/дм³ при нормі 0,08), дані за 17.10.2018 р.;

– р. Інгулець (с. Іскрівка, нижче впадіння р. Жовта) – вміст нітрит-іонів перевищує у 103,37 раз (8,27 мг/дм³ при нормі 0,08), дані за 17.10.2018 р.;

– р. Інгулець (с. Калінінське) – вміст нітрит-іонів перевищує у 2,5 рази (0,2 мг/дм³ при нормі 0,08), дані за 16.10.2018 р.

Виходячи з вищенаведених показників, слід зазначити, що найбільшу занепокоєність викликають дані за показниками вмісту нітритів та амонійного



Причини – Нзаг., Рзаг.:

Точкові джерела: стічні води ЖКГ (до 99%, з яких 46% припадає на м. Чернігів).

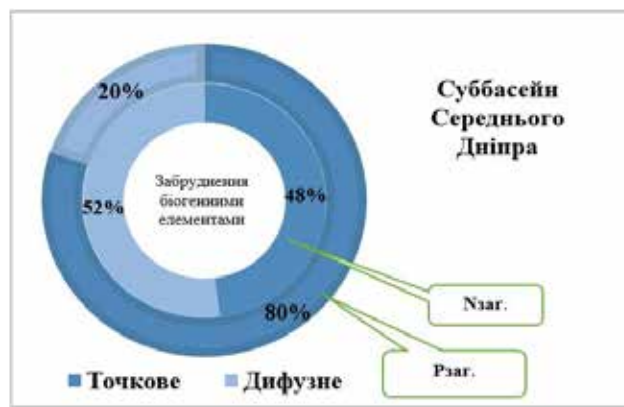
Дифузні джерела: с.г. виробництво (мінеральні добрива, гній, ерозія внаслідок розорення – 50–70%), природний фон (7–12%).

Наслідки виникнення евтрофікації:

1. Збіднення видового різноманіття.
2. Погіршення якості води для різних потреб користування

Рис. 2. Діаграма співвідношення біогенних елементів у відповідності до точкових та дифузних джерел забруднення на території Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни

Джерело: побудовано на основі теоретичних й аналітичних даних [7; 12; 21; 27]



Причини – Нзаг., Рзаг.:

Точкові джерела: стічні води ЖКГ (91–94%), промисловість (до 9%).

Дифузні джерела: сільське населення (20–34%), фоновий вміст (7–27%), сільське господарства (20–52%).

Наслідки виникнення евтрофікації:

1. Збіднення видового різноманіття.
2. Погіршення якості води для різних потреб користування

Рис. 4. Діаграма співвідношення біогенних елементів у відповідності до точкових та дифузних джерел забруднення на території Суббасейну Середнього Дніпра

Джерело: побудовано на основі теоретичних аналітичних даних [7; 12; 20; 27]



Причини – Нзаг., Рзаг.:

Точкові джерела: стічні води ЖКГ (91–98%), промисловість (до 9%).

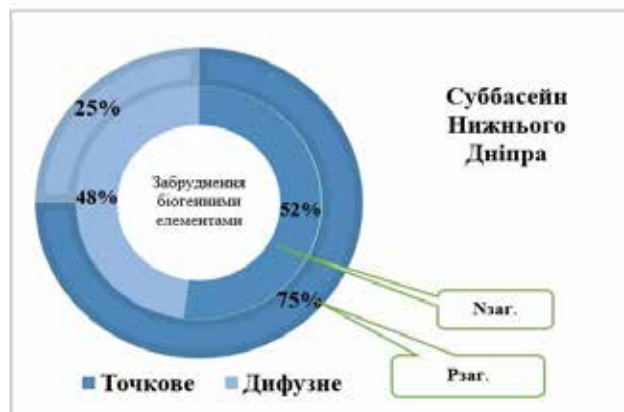
Дифузні джерела: сільське населення (31–34%), фоновий вміст (7–16%), сільське господарства, домінує ерозія (50–62%).

Наслідки виникнення евтрофікації:

1. Збіднення видового різноманіття.
2. Погіршення якості води для різних потреб користування

Рис. 3. Діаграма співвідношення біогенних елементів у відповідності до точкових та дифузних джерел забруднення на території Суббасейну річки Прип'ять

Джерело: побудовано на основі теоретичних й аналітичних даних [7; 12; 23; 27]



Причини – Нзаг., Рзаг.:

Точкові джерела: стічні води ЖКГ (до 99%).

Дифузні джерела: відсутність каналізаційних систем (16–20%), іригація та змив з ґрунту в залежності від інтенсивності опадів (61%), природний фон (8–12%)

Наслідки виникнення евтрофікації:

1. Збіднення видового різноманіття.
2. Погіршення якості води для різних потреб

Рис. 5. Діаграма співвідношення біогенних елементів у відповідності до точкових та дифузних джерел забруднення на території Суббасейну Нижнього Дніпра та річки Десни

Джерело: побудовано на основі теоретичних аналітичних даних [7; 12; 22; 27]

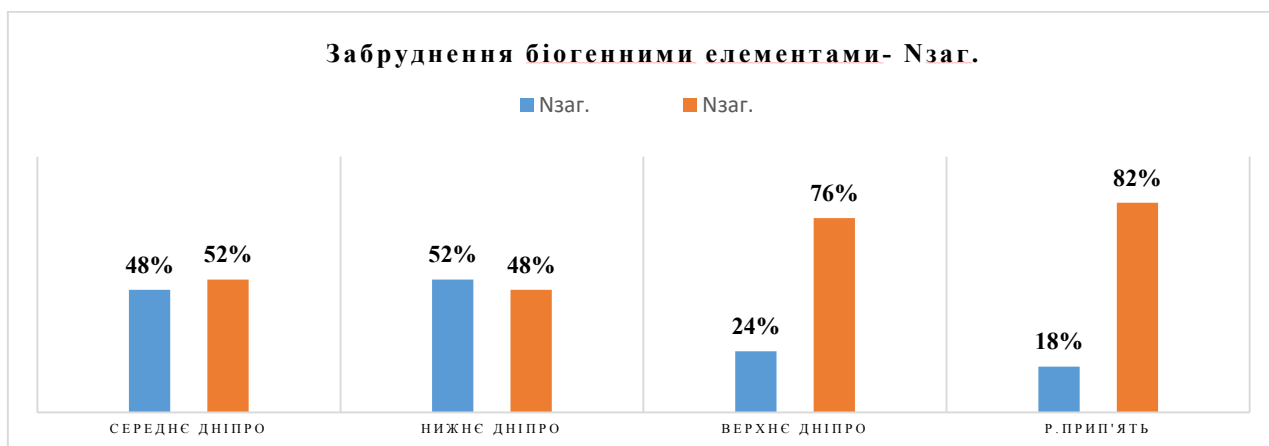


Рис. 6. Графік співвідношення забрудненості територій басейну Дніпра за показником N_{заг}

Джерело: побудовано на основі теоретичних аналітичних даних [7; 12; 20-23; 27]

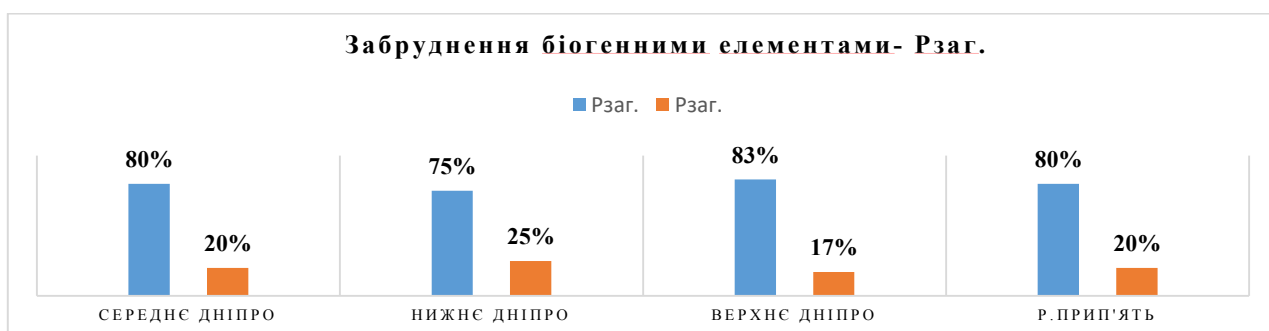


Рис. 7. Графік співвідношення забрудненості територій басейну Дніпра за показником P_{заг}

Джерело: побудовано на основі теоретичних аналітичних даних [7; 12; 20-23; 27]

азоту, які у деяких ділянках навіть мають перевищення більше ніж у 100 разів. Наявність цих показників у водоймах є результатом як дифузних джерел (сільське виробництво та господарство, інтенсивні прояви ерозійних процесів тощо) забруднення, так і точкових (стічні води житлово-комунального господарства, промисловість).

У звітах Проекту «Водна ініціатива Європейського Союзу Плюс для країн Східного Партнерства виокремлені основні еколого-водні проблеми відповідно до Суббасенів р. Дніпра [7; 20–23; 27]. Зробивши синтез даних звітів, можна стверджувати, що вплив дифузних та точкових джерел забруднення на стан надходження біогенних речовин до водойм басейну р. Дніпра відрізняється залежно від самих речовин. Так, дифузне забруднення N_{заг} перевищує точкове, тоді як точкове забруднення P_{заг} перевищує дифузне. Більш детально забруднення біогенними речовинами (N_{заг}; P_{заг}) суббасенів р. Дніпро та основні причини й наслідки наведені на рисунках 2–5, а співвідношення дифузного та точкового забруднення в розрізі суббасейнів р. Дніпро представлено на рисунках 6-7.

Головні висновки. В підсумку представленого синтезу теоретичних даних можна виокремити наступні висновки:

1. На території басейну р. Дніпро простежується вторинне забруднення за рахунок акумуляції шкідливих речовин. Зокрема, на території Суббасейну Верхнього Дніпра, який є найменшим за площею суббасейном, основним маркером антропогенного впливу на стан водойм виступає міська агломерація. Територія Суббасейну річки Прип'ять має антропогенне навантаження через сільськогосподарську діяльність та міські системи. Водойми, що знаходяться на території Суббасейну Середнього Дніпра, страждають через велику кількість розміщених на території Суббасейну промислових та сільськогосподарських підприємств. Суббасейн Нижнього Дніпра є єдиний де точкове забруднення показником азоту переважає частку дифузного, відповідно 52% і 48%.

2. Виокремлені наступні причинно-наслідкові зв'язки надходження основних біогенних речовин (N,P) до водойм: 1) через сільське господарство – рослинництво – вирощування с.г. культур – внесення мінеральних та органічних добрив на поля – ерозійні процеси – змив з полів продукції та елементів – надходження у водойми біогенних елементів, зокрема сполук азоту та фосфору; 2) сільське господарство – тваринництво – розведення худоби (тварин) – накопичення органічних добрив – неконтрольоване утримання гноєсховищ – надходження через ґрунтові

води або за рахунок стічних вод до водойм сполук азоту, фосфору та різних бактерій та мікроорганізмів; 3) житлово-комунальне господарство – використання миючих засобів різної консистенції, що містять фосфати, – через стічні води – надходження фосфатів до водойм; 4) житлово-комунальне господарство – стічні води, що утворюються у процесі життєдіяльності людини, – надходження до водойм різних сполук, у тому числі фосфатів та азоту.

3. Обґрунтовано характеристику вмісту біогенних елементів ($N_{\text{зар}}$, $P_{\text{зар}}$) на територіях Суббасейну річки Дніпро відповідно до співвідношень між точковим та дифузним джерелами забруднення. Суббасейн Верхнього Дніпра має співвідношення щодо азоту наступне – 24% (точкове – житлово-комунальне господарство) та 76% (дифузне – сільськогосподарське виробництва (внесення мінеральних та органічних

добрив, розораність). Фосфорне навантаження розподіляється наступним чином: точкове становить 83% (с.г. виробництво, зокрема розораність земель), дифузне лише 17%. Суббасейн Середнього Дніпра має наступне співвідношення: $N_{\text{зар}}$ – 52% точкове, 48% – дифузне; $P_{\text{зар}}$ – 80% точкове, 20% – дифузне. Суббасейн Нижнього Дніпра є єдиним, де точкове забруднення азотом переважає частку дифузного – 52% і 48% відповідно; дифузне надходження сполук азоту більшою мірою визначається сільським населенням; фосфатне навантаження наступне – 75% точкове, 25% – дифузне.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати роботи можна використовувати для проведення моніторингових досліджень у водній галузі, а також для проведення моделювання якості водних об'єктів.

Література

1. Bouwman, L. et al. Exploring global changes in nitrogen and phosphorus cycles in agriculture induced by livestock production over the 1900–2050 period. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110, 2013. URL: <https://doi.org/10.1073/pnas.10128781108>.
2. Li, A., Strokal, M., Bai, Z., Kroeze, C. & Ma, L. How to avoid coastal eutrophication - a back-casting study for the North China Plain. *Science of The Total Environment*. 2019. P. 676–690. URL: DOI:10.1016/j.scitotenv.2019.07.306/file:///C:/Users/user/Downloads/How_to_avoid_coastal_eutrophication_-_a_back-casti.pdf
3. Serdiuk V.V., Maksin V.I. Challenging in environmental monitoring of groundwater quality in rural areas of Kyiv's region. *Journal of water and water purification technologies. Scientific and technical news*, Kyiv. № 2(27), 2020. DOI: 10.20535/2218-93002722020203178.
4. Strokal V.P., Koypak A.V. The basin approach for water resources management in Ukraine: the SWOT analysis. *Scientific journal «Biological Systems: Theory and Innovation»* 2020. p. 35–56. URL: <http://dx.doi.org/10.31548/biologiya2020.04.004>
5. Strokal, M. & Kroeze, C. Nitrogen and phosphorus inputs to the Black Sea in 1970–2050. *Regional Environmental Change* 13. 2013. p. 179–192 DOI 10.1007/s10113-012-0328-z. URL: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10113-012-0328-z.pdf>
6. Strokal, M. et al. Cost-effective management of coastal eutrophication: A case study for the yangtze river basin. *Resources, Conservation and Recycling* 154, 104635, (2020). URL: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104635>
7. Водна ініціатива Європейського Союзу плюс для країн Східного партнерства. URL: <https://euwipluseast.eu/ru/euwi-strany-partneru/ukraina>
8. Водна стратегія України на період до 2025 року (наукові основи) – Київ : Національна академія аграрних наук України, Інститут водних проблем і меліорації, 2015. 46 с. URL: http://iwvim.com.ua/wp-content/uploads/2015/10/11_03_2015.pdf
9. Войтенко Л, Строкаль В, Слободян А. Оцінювання екологічного ризику забруднення поверхневих вод комунальними стічними водами на прикладі річки Іква. *Подільський вісник*, 2018. С. 39–50.
10. Денисова А.И. Многолетние изменения в стоке биогенных и органических веществ при зарегулировании Днепра. *Гидробиологический журнал*. 1978. Т. 14, №2. С. 80–86.
11. Журавлёва Л.А. Гидрохимия устьевой области Днепра и Южного Буга в условиях зарегулированного стока. Київ : Наук. думка, 1988. 175 с.
12. Заключний звіт «Ідентифікація та розмежування масивів підземних вод у басейні річки Дніпро, Україна» / Водна ініціатива плюс ЄС для країн Східного партнерства (EUWI+): результат 2 і 3 – ENI/2016/372-403, 2019. 117 с.
13. Інтерактивна карта забрудненості річок в Україні на основі даних Державного агентства водних ресурсів. URL: <https://texty.org.ua/water/>
14. Кінетичні характеристики нітрифікації у водоймі – джерелі питного водопостачання / Юрченко В.О., Радіонов М.П., Мельнікова О.Г. *Науково-практичний журнал «Екологічні науки»*, Випуск 1 (24) том 1, 2019. С. 121–126. URL: http://www.ecoj.dea.kiev.ua/archives/2019/1/part_1/23.pdf
15. Коненко А.Д. Азот, фосфор и калий в воде рек правобережного Украинского Полесья / А.Д. Коненко, И.Г. Гарасевич, И.Г. Енаки. *Гидробиол. журнал*, 1974. Т. 10, №5. С. 14–20.
16. Концептуальні напрями дослідження умов життя населення в зоні евтрофованих водних об'єктів / Дмитрієва О.О., Колдоба І.В., Хоренжая І.В. *Науково-практичний журнал «Екологічні науки»*, Випуск 4 (27), 2019. С. 134–145. URL: <http://www.ecoj.dea.kiev.ua/archives/2019/4/22.pdf>
17. Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України / Офіційний сайт Державного управління водними ресурсами України. URL: <http://monitoring.dav.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>
18. Нахисна Е.П. Ионный и биогенный сток рек бассейна Верхнего Днепра. *Гидрохим. материалы*, 1981. Т. 78. С. 57–64.
19. Оцінка емісії біогенних елементів та органічних речовин у поверхневі води басейну річки Сіверський Донець від дифузних джерел / Осадча Н.М., Ухань О.О., Чехній В.М., Голубцов О.Г. Колективна монографія: Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології. Київ : Ніко-центр, 2019. С. 192–201
20. План управління річковим басейном Дніпра: Суббасейн Середнього Дніпра – головні водно-екологічні проблеми. URL: https://drive.google.com/file/d/1ZkUyUa6zcGgC_eAd5_j8Q5UcZLQpmDRD/view

21. Про головні водно-екологічні проблеми суббасейну верхнього Дніпра та річки Десни – Інформаційні матеріали підготовлено Держводагентством спільно з проектом «Водна ініціатива плюс Європейського Союзу для країн Східного партнерства». URL: https://www.davr.gov.ua/fls18/upperdnipro-desna_summary_21072020.pdf.
22. Про головні водно-екологічні проблеми Суббасейну Нижнього Дніпра – Інформаційні матеріали підготовлено Держводагентством спільно з проектом «Водна ініціатива плюс Європейського Союзу для країн Східного партнерства». URL: <https://www.davr.gov.ua/news/pro-golovni-vodnoekologichni-problemi-subbasejnu-nizhnogo-dnipro>.
23. Про головні водно-екологічні проблеми суббасейну Прип'ять – Інформаційні матеріали підготовлено Держводагентством спільно з проектом «Водна ініціатива плюс Європейського Союзу для країн Східного партнерства». URL: <https://drive.google.com/file/d/19JIP8mVQII9kmZRPTp11Wr2fwBkZcNqn/view>
24. Снежко С.И. Особенности формирования речного стока биогенных веществ на примере бассейна р. Днепр в пределах УССР : автореф. дисс. ... к.геогр.н. Ростов-наДону, 1989. 24 с.
25. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод : підручник. Київ : Ніка-Центр, 2001. 264 с.
26. Степова О, Рома В. Оцінка біогенного забруднення поверхневих водойм Полтавської області. *Вісник Полтавської державної аграрної академії* 2016. С. 93–97.
27. Технічний звіт: опис характеристик району басейну річки Дніпро / Проект «Водна ініціатива Європейського Союзу Плюс для країн Східного Партнерства: Результати 2 і 3 (ENI/2016/372-403)», 2020. 40 с. URL: https://euwipluseast.eu/images/2020/01/PDF/EUWI_UA_Dnipro_Characteristic_Summary_UA_2020.pdf.
28. Формування вмісту та розподіл сполук фосфору у річках Тернопільщини – притоках Дністра у зв'язку із ступенем антропогенного навантаження / Грубінко Василь, Скиба Олена. URL: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/55-59_19.pdf.

ВПЛИВ ЗАРЕГУЛЮВАННЯ ТЕЧІЇ НА ДИНАМІКУ ЕКОСИСТЕМ ДОЛИНИ РІЧКИ ЛІСНА (ЖИТОМИРСЬКА ОБЛАСТЬ)

Хом'як І.В., Зарічна М.С., Демчук Н.С., Костюк В.С.,
Василенко О.М., Власенко Р.П., Гарбар Д.А.
Житомирський державний університет імені Івана Франка
вул. Велика Бердичівська, 40, 10002, м. Житомир
ecosystem_lab@ukr.net

Стаття присвячена аналізу впливу зарегулювання течії малих річок на різноманіття та динаміку екосистем їхньої долини. Було проведено комплексні дослідження рослинних угруповань річки Лісна (Житомирська область) із застосуванням стандартних методів геоботаніки та синфітоіндикації. Крім традиційного вивчення водних та прибережно-водних екосистем, обстежували прирічкові чагарники, заплавні луки та рудеральні угруповання. Було вивчено ценотичне та флористичне різноманіття на ділянках в районі водосховищ, вище і нижче від них за течією.

Встановлено, що зміни ценотичного складу є незначними, однак міняються співвідношення площ окремих рослинних угруповань. Спостерігається збільшення площ для евтрофних водних та прибережно-водних екосистем. Відбувається перерозподіл органічних решток в заплаві річки та пов'язаних із ними солей. Це призводить до формування нітрофільних угруповань на бортах річища та загального збіднення заплавних лук. Домінування нітрофілів веде до перебудови упаковки еконіш в екосистемах. В результаті зникають характерні види трав'яного покриву прируслових лісів та чагарників. Водночас такі екосистеми стають вразливими для інвазій видів-трансформерів.

У межах заплави спостерігається зниження видового та ценотичного різноманіття. Найбільш чітко це помітно для заплавних лук. При цьому зростають площі маловидових монодомінантних болотних угруповань класу *Phragmiti-Magnocaricetea* та лук асоціацій *Scirpetum sylvatici* і *Juncetum effusi* (клас *Molinio-Arrhenatheretea*).

Зарегулювання течії призводить до прямих та опосередкованих збитків довкілля як у найближчій, так і у віддаленій перспективі. Це вимагає більш комплексного аналізу проєктів створення ставків та водосховищ. Експертний висновок під час підготовки оцінки впливу на довкілля має охоплювати не лише безпосередню територію проєктованої діяльності, а й всю річкову долину. Рекомендовано зважувати реальні прибутки від проєкту із побудови водосховища і реальні збитки для навколишнього середовища та їхній негативний вплив на інші галузі господарства та благополуччя місцевих громад як у найближчому майбутньому, так і на віддалену перспективу. *Ключові слова*: синфітоіндикація, антропогенна трансформація, екосистеми, біорізноманіття.

Influence of flow regulation on the dynamics of ecosystems of the Lisna river valley (Zhytomyr region). Khomiak I., Zarichna M., Demchuk N., Kostiuk V., Vasylenko O., Vlasenko R., Harbar D.

The article is devoted to the analysis of the impact of regulation of small rivers on the diversity and dynamics of ecosystems in their valley. A comprehensive study of plant communities of the river Lisna (Zhytomyr region) was conducted. We used standard methods of geobotany and synphytoindication. We studied except water and coastal water ecosystems even riverine thickets, meadows and ruderal communities. The coenotic and floristic diversity was studied in the areas near the reservoirs, upstream and downstream.

It was found that changes in the coenotic composition are insignificant, but the ratios between the areas of individual plant groups change. Habitat areas of eutrophic aquatic and coastal aquatic ecosystems are increasing the most. There is a redistribution of organic residues and associated salts in the river floodplain. The redistribution of organic residues leads to the formation of nitrophilic groups on the riverbed and the general impoverishment of floodplain meadows. The dominance of nitrophiles restructures econiche packaging in ecosystems. Species of grass cover are disappearing in riverside forests and shrubs. These ecosystems are vulnerable to invasive transformers species. There is a decrease in species and coenotic diversity within the floodplain. Areas of low-species wetlands and of wet meadows are increasing.

Regulation of the flow leads to direct and indirect damage to the environment. Complex analysis methods should be applied to projects related to flow regulation. The expert opinion during the preparation of the environmental impact assessment should cover the entire river valley. It is recommended to weigh the real profits of the reservoir project and the real long-term damage to the environment. *Key words*: synphytoindication, anthropogenic transformation, ecosystems, biodiversity.

Постановка проблеми. Екосистеми річкових долин здавна піддавалися антропогенному впливу та трансформації. З часів палеоліту людина селилася вздовж річок, які були багатими мисливськими, рибальськими й збиральницькими угіддями та транспортними магістралями. Активна експлуатація ресурсів у цій місцевості разом із іншими діями призводила до їхньої антропогенної трансформації [1]. З початком індустріальної революції виникла потреба в збільшенні енергетичних ресурсів, обсягів

водопостачання міст, що розросталися і постійного поливу сільськогосподарських угідь в субаридній зоні. Це призвело до побудови гребель, за допомогою яких утворювалися водосховища. На середину ХХ століття це явище стало масовим для усіх категорій річок.

Актуальність дослідження. Тривалий час питання впливу зарегулювання течії на долини річок не ставилися. На початок ХХІ століття поєднання глобальних змін клімату із віддаленим куму-

лятивним впливом побудови водосховищ зробило вивчення цієї наукової та практичної проблеми надзвичайно актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблеми впливу зарегулювання течії з'являються в публікаціях лише в 80-х роках ХХ століття [2; 3]. Вони стосуються насамперед США та деяких країн Європи [4]. Ні в часи Радянського Союзу, ні в перші роки після його розпаду ці питання серйозно не розглядалися [5]. Західна концепція функціонування річок стала кардинально відрізнятись від тієї, яка сформувалася в Україні [6; 7]. Стало розглядатися питання дерегуляції течії з метою відновлення функціонування річкових екосистем [8].

Причинами такої зміни підходів стали численні випадки негативного впливу зарегульованості річок [5]. Тетяна Корчан до проблем, які виникають в такому випадку, відносить:

- уповільнення водообміну вздовж значної ділянки русла;
- накопичення наносів вище за течією від розташування греблі;
- збільшення втрат води через зростання площі випаровування;
- зниження якості води за рахунок виключення самоочищення в потоках води;
- забруднення біогенними елементами за рахунок зростання контактної зони із дном і берегами;
- дефіцит кисню в придонних шарах води;
- масове розмноження ціанобактерій;
- порушення природного водного режиму нижче за течією;
- зміна характеру заплав;
- порушення процесів формування русла;
- втрата нерестилищ;
- порушення середовища існування аборигенних видів риб;
- втрата рекреаційної цінності річок.

До цього списку слід додати ще й вразливість до інвазій чужинських видів-трансформерів. Усе це разом призводить до великих змін не лише в водних та прибережно-водних екосистемах, а і на решті території долини річок [9; 10]. Оскільки екосистеми є відкритими системами, що формують неперервну живу оболонку планети, то відбувається вплив на усю річкову долину [11]. Якщо на Заході щороку з'являються все нові і нові дослідження та розробки, у нас ця тема досі не популярна [12]. Останні події, спровоковані глобальними змінами клімату, довели її актуальність та першочергове практичне значення [13; 14].

Мета та завдання дослідження. Метою дослідження є встановлення впливу зарегулювання течії на екосистеми річки Лісна. Відповідно до мети було поставлено такі завдання:

- а) встановити видовий та ценотичний склад екосистем долини річки лісна;
- б) порівняти автотрофні блоки та показники провідних факторів в районі зарегулювання течії, в міс-

цях, де річище зазнавало впливу меліорації, та його природної частини;

в) врахувати ймовірний вплив інших антропогенних та природних факторів.

Матеріали та методи досліджень. Матеріалами є стандартні геоботанічні описи та результати фенологічних спостережень, зроблені в 2020–2021 роках в долині річки Лісна. Дослідження проводилися маршрутно-експедиційними та напівстаціонарними методами. Під час польових досліджень було створено серію геоботанічних описів за стандартною методикою та закладено три еколого-ценотичні профілі. За отриманими описами було класифіковано автотрофні блоки екосистем згідно із принципами еколого-флористичної шкали Браун-Бланке з використанням «Продромусу рослинності України» [15]. Показники екологічних факторів визначалися з використанням пакету програм Simargl 1.12 [16; 17; 18; 19].

Результати досліджень та їхнє обговорення. Річка Лісна, відома серед місцевого населення як Струмок Лісовий або Лісова, розташована в колишньому Романівському районі Житомирської області [20]. Вона є лівою притокою Тетерева і належить до басейну Дніпра. На сьогодні річка знаходиться на північній межі Лісостепу [21]. Ця територія за геоботанічним районуванням належить до Європейсько-Сибірської лісостепової області, Східноєвропейської провінції, Подільсько-Середньодніпровської підпровінції, Старокостянтинівсько-Білоцерківського округу, Любарсько-Чуднівського району. У зв'язку із глобальними змінами клімату відбувається зміщення цієї межі на північ. Долини річок є відносно стійкими та інертними щодо таких змін, що робить їх дослідження на межі Полісся і Лісостепу ще більш важливим та актуальним.

Річка належить до малих річок. Її довжина біля 38 км, а площа басейну біля 268 км². Похил річки біля 1,92 м/к. Річка має класичну трапецієвидну долину завширшки 2 км і глибиною не більше 20 м. Деякі частини заплави заболочені. Ширина слабо звистого річища в кінцевій частині течії досягає 5–7 м. [22]. Річка має п'ять лівих (Лукавець, Синява, Грабарка, Крута, струмок Кривий) та одну праву притоку (Дреничку). Вона бере свій початок на північно-східній околиці села Гордіївка і рухається протягом 10 км на північний схід. Після проходження через смт Романів повертає на північний захід. Після приєднання лівої притоки Грабарки змінює напрям руху на східний, аж до впадання в річку Тетерів [23; 24].

Десяту частину річища було змінено за допомогою меліоративних заходів. Це відрізки від Корчівки до початку смт Романів; у межах самого селища (700 метрів від кладовища до вулиці Промислової); на східній околиці села Ясногород та в селі Гвіздярня (від дороги у напрямку села Садки до мосту на дорозі до села Іванівщина). У долину річки заходять території населених пунктів Гордіївка, Врублівка, смт Романів, Корчівка, Гвіздярня, Ясногород,

Іванівщина, Лісна Рудня та Бартуха. Це призводить до посилення та урізноманітнення антропогенного тиску на екосистеми долини річок. Наприклад, фіксується постійне забруднення сільськогосподарськими хімічними засобами (район сіл Гордіївка, Камінь, Врублівка), скидами неочищених стоків каналізації та дощоприймачів у смт. Романів (район вул. Заводська).

Оскільки більшість площі долини річки Лісна займають сільськогосподарські угіддя (рілля), то екосистеми із автотрофними блоками у вигляді сегетальної рослинності для аналізу не використовувалися. Особливих відмінностей в синтаксономічному складі частини долини із природною із зарегульованою та природною течією не відмічається. Однак спостерігаються зміна видового складу, співвідношення проєктивних покриттів окремих видів та площ, зайнятих певними угрупованнями.

Помітним є зростання площ евтрофних угруповань. Це стосується як екосистем сформованих вільнопливаючими на поверхні видами (клас *Lemnetea de Bolós et Masclans* 1955), так і прибережно-водної рослинності (*Phragmiti-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941). Вздовж берегів першого за течією водосховища (між селами Камінь і Врублівка) їхні площі змінені меншою мірою. Нижче за течією частка площ, вкритих евтрофною рослинністю, зростає. Можна припустити, що має місце акумулюючий ефект впливу зарегулювання. Оскільки на кожному із водосховищ відбувається втрата води, то нижче за течією її об'єм менший за очікувану природну норму. Зважаючи на те, що частина території дна ставків була в минулому родючими ґрунтами, показники вмісту солей та розчинених органічних комплексів в них підвищуються. Місцями вони перевищують 9 балів за уніфікованою шкалою Дідуха-Плюти [25]. Цьому процесу сприяє і глобальна зміна клімату, що супроводжується ксерофітизацією ландшафтів помірних широт Східної Європи.

Вплив зменшення обсягу води і посилення евтрофікації добре помітно і в водних екосистемах, розташованих одразу за греблями водосховищ. Тут він присутній не лише серед водних і прибережно-водних екосистем, а і в заплаві. Це стосується насамперед нітрофікованих узлісь *Galio-Urticetea* Passrge et Кореску 1969. У межах бортів річища відбувається постійне накопичення органічних решток. В незарегульованих повноводних річках воно розноситься в результаті розливів на усю заплаву або виноситься вниз за течією. Значне зниження рівня води та регулювання течії призводить до накопичення органіки. З часом тут утворюються нітрофільні елементи. Навіть у межах прируслових верболізів класів *Salicetea purpurea* Moog 1958 та *Franguletea*

Doing ex Westhoff in Westhoff et Den Held 1969 частка нітрофільної фауни є значною [26]. Такі екосистеми є дуже вразливими для інвазії виду-трансформера *Acer negundo* L. Це призводить до перетворення аборигенних прибережних угруповань фанерофітів на ценози асоціації *Cheledonio-Aceratum negundi* L. Ishbirdin et A. Ishbirdin 1991 союзу *Cheledonio-Acerion negundo* L. Ishbirdin et A. Ishbirdin 1991 порядку *Cheledonio-Robinietales* Jurco ex Hadač et Sofron 1980 класу *Robinietales* Jurco ex Hadač et Sofron 1980. В результаті відбувається різке зниження біотичного та ценобіотичного різноманіття території [27; 28]. Також відсутність перерозподілу органічних решток заплавою річки призводить до збіднення та поступової деградації лучних екосистем [29]. Частина заплави перетворюється на маловидові та монодомінантні угруповання вологих лук чи евтрофних боліт. Ми це спостерігаємо у разі, коли притоки річки розташовані в зоні водосховища або ставка. Наприклад, долина правої притоки річки Лісна в районі населеної пункту Врублівка. Тут великі площі маловидових асоціацій *Phragmitetum australis* Savič 1926, *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953 (клас *Phragmiti-Magnocaricetea*), *Scirpetum sylvatici* Ralski 1931 та *Juncetum effusi* (Pauca 1941) Soó 1947 (клас *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx 1937).

Висновки. У результаті зарегулювання течії збільшуються площі евтрофних водних (із класом *Lemnetea*) та прибережно-водних екосистем (із класом *Phragmiti-Magnocaricetea*).

Поблизу екосистем прибережних чагарників зростає вміст доступного нітрогену, що призводить до формування екосистем нітрофільних узлісь (із класом *Galio-Urticetea*). Це порушує систему упаковки еконіш, в результаті чого вони стають вразливими для інвазій виду-трансформера *Acer negundo*.

Спостерігається зниження видового та ценобіотичного різноманіття заплавної луки в районі ставків та водосховищ. Зростають площі маловидових болотних угруповань класу *Phragmiti-Magnocaricetea* та луки асоціацій *Scirpetum sylvatici* і *Juncetum effusi* (клас *Molinio-Arrhenatheretea*).

Оскільки зарегулювання течії призводить до прямих та опосередкованих збитків для довкілля в найближчій та віддаленій перспективі, то оцінку таких проєктів необхідно проводити більш комплексно. Експертний аналіз під час підготовки оцінки впливу на довкілля має охоплювати не лише безпосередню територію проєктованої діяльності, а й всю річкову долину. Рекомендовано зважувати реальні прибутки проєкту із побудови водосховища та реальні збитки для навколишнього середовища та їхній негативний вплив на інші галузі господарства й благополуччя місцевих громад.

Література

1. Дубина Д.В., Устименко П.М. Антропогенна трансформація та оцінка збалансованості площ рослинності верхнього басейну р. Тиси. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2008. Т. 4, № 1. С. 14–25.
2. Hynes H. B. N. *The Ecology of Running Waters*. Toronto, Canada: University of Toronto Press, 1970. 555 p.
3. Stanford J.A. & Ward J.V. The hyporheic habitat of river ecosystems. *Nature*. 1988. Vol. 335. P. 64–66.
4. Ellis E.C., Goldewijk K.K., Siebert S., Lightman D., Ramankutty N. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography*. 2010. Vol. 19. P. 589–606.
5. Корчан Т.А. Вплив гідротехнічної трансформації русел на стан екосистем річок (на прикладі річок Сумської області). 2011. 30 с.
6. Resh V.H., Brown A.V., Covich A.P., Gurtz M.E., Li H.W., Minshall G. W., Reice S.R., Sheldon A.L., Wallace J.B., Wissmar R.C. The role of disturbance in stream ecology. *Journal of the North American Benthological Society*. 1988. Vol. 7, № 4. P. 433–455.
7. Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell J.R., Cushing C.E. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 1989. Vol. 37, № 137. P. 130–137.
8. Гомля Л.М. Рослинність долини річки Хорол та її флористичні і нозологічні особливості: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.05. Київ, 2005. 22 с.
9. Хом'як І.В. Фітоіндикаційний аналіз ступеня трансформації екосистем Центрального Полісся. *Питання біоіндикації та екології*. 2012. Вип. 17, № 1. С. 3–11.
10. Хом'як І.В. Особливості антропогенного впливу на природну динаміку екосистем Українського Полісся. *Екологічні науки*. 2018. №1(20), Т. 2. С. 69–73.
11. Дубина Д.В., Устименко П.М., Якубенко Б.С. Динаміка рослинного покриву в долині Тиси та її приток в умовах антропопресії. *Наук. вісн. Нац. аграрн. ун-ту*. 2008. № 125. С. 223–227.
12. Кукурудза С.І. Гідроекологічні проблеми суходолу: навч. посібник / за ред. проф. В. Хільчевського. Львів: Світ, 1999. 232 с.
13. Schmutz S., Kaufmann M., Vogel B., Jungwirth M., Muhar S. A multi-level concept for fish-based, river-type-specific assessment of ecological integrity. *Hydrobiologia*. 2000. Vol. 422. P. 279–289.
14. Vörösmarty C.J., McIntyre P.B., Gessner M.O., Dudgeon D., Prusevich A., Green P., Glidden S., Bunn S.E., Sullivan C.A., Liermann R.C., Davies P.M. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*. 2010. Vol. 467. P. 555–561.
15. Хом'як І.В., Онишчук І.П., Коцюба І.Ю., Брень А.Л., Шкилюк Ю.В. Рецензія на монографічне видання «Продромус рослинності України». *Екологічні науки*. 2020. Вип. 2(29). Т. 1. С. 170–173.
16. Гончаренко І.В. Фітоіндикація антропогенного навантаження: монографія. Дніпро: Середняк Т.К., 2017. 127 с.
17. Дідух Я.П., Хом'як І.В. Оцінка енергетичного потенціалу екоотопів залежно від ступеня їх гемеробії на прикладі Словечансько-Овруцького кряжу. *Український ботанічний журнал*. 2007. № 1. С. 235–243.
18. Хом'як І.В., Василенко О.М., Гарбар Д.А., Андрійчук Т.В., Костюк В.С., Власенко Р.П., Шпаковська Л.В., Демчук Н.С., Гарбар О.В., Онишчук І.П., Коцюба І.Ю. Методологічні підходи до створення інтегрованого синфітоіндикаційного показника антропогенної трансформації. *Екологічні науки*. 2020. Вип. 5(32). С. 136–141.
19. Khomiak I., Onishchuk I., Demchuk N. Phytoindicators of ecosystem dynamics in Ring-banc Ukrainian Polissia. *Science Rise: Biological Science*. 2018. № 4 (13). P. 25–30.
20. Каталог річок України / уклад. Г.І. Швец, Н.І. Дрозд, С.П. Левченко; відп. ред. В.І. Мокляк. Київ: Видавництво АН УРСР, 1957. С. 88.
21. Географічна енциклопедія України: в 3-х томах / редкол.: О.М. Маринич (відпов. ред.) та ін. Київ: «Українська Радянська Енциклопедія» ім. М. П. Бажана, 1990. 480 с.
22. Сніжко С.І., Орлов О.О., Закревський Д.В., Костриця М.Ю., Олійник Ю.С. Гідрохімія та радіогеохімія річок і боліт Житомирської області. Житомир: Волинь, 2002. 262 с.
23. Шкилюк Ю.В., Хом'як І.В. Еколого-ценотичний профіль долини річки Тетерів на межі Полісся і Лісостепу. *Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції: тези Всеукраїнської науково-практичної конференції (Житомир, 9 листопада 2017 р.)*. Житомир: ЖДТУ, 2017. С. 35.
24. Шкилюк Ю.В., Хом'як І.В. Екологоценотичний профіль річки Тетерів на межі Полісся та Лісостепу. *Біологічні дослідження – 2018: Збірник наукових праць*. Житомир: ПП «Рута», 2018. С. 235.
25. Хом'як І.В. Фітоіндикаційний аналіз трансформаційних процесів водно-болотних угідь. *Заповідна справа в Україні*. 2013. Вип. 1., Т. 19. С. 38–42.
26. Хом'як І.В., Демчук Н.С., Василенко О.М. Фітоіндикація антропогенної трансформації екосистем на прикладі Українського Полісся. *Екологічні науки*. 2018. Вип. 3(22). С. 113–118.
27. Ward J.V., Stanford J.A. The serial discontinuity concept of lotic ecosystems. In: T.D. Fontaine & Bartell, S.M. (eds.). *Dynamics of lotic ecosystems*. Ann Arbor Science. Ann Arbor, Michigan, USA. P. 29–42.
28. Ward J.V., Tockner K. Biodiversity: Towards a unifying theme for river ecology. *Freshwater Biology*. 2001. Vol. 46. P. 807–819.
29. Khomiak I., Harbar O., Demchuk N., Kotsiuba I., Onyshchuk I. Above-ground phytomas dynamics in autogenic succession of an ecosystem. *Forestry ideas*. 2019. Vol. 25, № 1 (57). P. 136–146.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІДВИЩЕННЯ РОБОТИ ОБОРОТНОЇ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ КОКСОХІМІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Галкіна О.П.¹, Куницький С.О.²¹Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
вул. Маршала Бажанова, 17, 61002, м. Харків²Національний університет водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, 33028, м. Рівне

helen.smilka31@gmail.com, s.o.kunytskyi@nuwm.edu.ua

У статті наведені розрахунки ефективності впровадження технічних рішень для підвищення роботи оборотної системи водопостачання коксохімічного підприємства. Розрахунок ефективності впровадження технічних рішень із метою підвищення ефективності роботи оборотної системи водопостачання підприємства оцінювався як з екологічної, так і з економічної точки зору. Такі технічні рішення включають підготовку води з її доочищенням на піщаних фільтрах із метою доведення її до якості для використання в оборотній системі водопостачання на ПрАТ «Харківський коксовий завод». Процес доочищення води з метою її освітлення пропонується проводити за допомогою блока фільтрації з використанням шару кварцового піску як фільтрувального завантаження. Пропонується застосовувати автоматичне дозування розчину флокулянта, замінивши дійсний коагулянт на ефективніший. Перед поданням води на очищення пропонується попередньо розводити її у змішувачі. Впровадження низки технічних заходів дозволить використовувати фенольну воду в технічних цілях підприємства, зменшити споживання свіжої води та припинити скидання фенольних стічних вод у міську каналізаційну мережу. Економічний та екологічний ефекти від упровадження технічних заходів досягаються з огляду на скорочення споживання свіжої технічної води на 60 540 м³/рік та припинення скидання фенольних стічних вод у міську каналізаційну мережу, а також з огляду на заміну реагенту на ефективніший та зменшення його витрати. Установлено, що впровадження технічних рішень в оборотну систему водопостачання коксохімічного підприємства є економічно і екологічно доцільним. Наведені техніко-економічні розрахунки доводять позитивний ефект від пропонованих технологічних рішень на ПрАТ «Харківський коксовий завод». Економічний ефект становить 1 338,06 грн/рік, тобто впровадження технічних рішень оборотної системи водопостачання є економічно доцільним. *Ключові слова:* ефективність, економіка, екологія, коксохімічні підприємства, фенольні стічні води.

Efficiency of improving operation of the cooling water supply system of the coke-chemical plant. Galkina O., Kunytskyi S.

The article provides calculations of the efficiency of implementation of technical solutions to improve the operation of the recycled water supply system of the coke chemical enterprise. Розрахунок ефективності впровадження технічних рішень з метою підвищення ефективності роботи оборотної системи водопостачання підприємства оцінювався як з екологічної, так і з економічної точки зору. Such technical solutions include the preparation of water with its post-treatment on sand filters in order to bring it to quality for use in the recycled water supply system at the Kharkiv Coke Plant. The process of post-treatment of water for the purpose of its illumination is proposed to be carried out using a filtration unit using a layer of quartz sand as a filtering charge. It is proposed to apply an automatic dosage of the flocculant solution, replacing the existing coagulant with a more effective one. Before supplying water for purification, it is proposed to pre-dilute it in a mixer. The introduction of a number of technical measures will allow the use of phenolic water for technical purposes of the enterprise, reduce the consumption of fresh water and stop the discharge of phenolic wastewater into the city sewage network. The economic and environmental effects of the introduction of technical measures are achieved due to a reduction in the consumption of fresh service water by 60,540 m³/year and the cessation of the discharge of phenolic wastewater into the urban sewage network, as well as due to the replacement of the reagent with a more efficient one and a decrease in its costs. It was established that the introduction of technical solutions in the recycled water supply system of the coke chemical enterprise is economically and environmentally feasible. The above technical and economic calculations prove the positive effect of the proposed technological solutions at the Kharkiv Coke Plant. The economic effect is 1,338,06 UAH/year, that is, the introduction of technical solutions for a recycled water supply system is economically feasible. *Key words:* efficiency, economics, ecology, coke-chemical enterprises, phenolic wastewater.

Постановка проблеми. Одним із найважливіших питань захисту навколишнього середовища є охорона водного басейну від забруднень, тому основним напрямом екологічності підприємств є ресурсозбереження, повторне або послідовне використання всіх категорій стічних вод. Жорсткість вимог щодо захисту повітряного басейну від забруднень підвищують і вимоги до якості очищення стічних вод [1].

Актуальність дослідження. Актуальність обраної теми зумовлена необхідністю підвищення ефективності процесу очищення води на коксохімічних підприємствах за умови раціонального використання водних ресурсів підприємства та з урахуванням їх економічності. Відомо, що одним із найважливіших питань захисту навколишнього середовища є охорона водного басейну від забруднень, тому основним досягненням екологіч-

ності підприємств є ресурсозбереження, повторне або послідовне використання всіх категорій стічних вод [1].

Отож, підвищення роботи оборотної системи водопостачання коксохімічних підприємствах з економічної, екологічної і технічної точки зору є головним фактором у підготовці води для повторного її використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблема очищення стічних вод коксохімічного виробництва вирішується комплексом фізико-хімічних, механічних і біохімічних методів, які використовуються для очищення локальних стоків і загального фенольного стоку на біохімічних установках. Вибір методів і ефективність очищення визначаються тим, як використовуються очищені стічні води. На більшості коксохімічних підприємств очищені стічні води використовуються для гасіння коксу [2–3].

Зарубіжний досвід очищення фенольних стічних вод на коксохімічних підприємствах показує, що очищення проводиться екстракційним методом, а доочищення – біологічним. На деяких заводах установлені кварцеві фільтри, які ефективно витягують смолисті речовини з надсмольної води, і флотаційні установки для знемаслення стічних вод, а також біологічні установки для знешкодження стічних вод. Останнім часом актуальним є доочищення стічних вод, адже лише біохімічного очищення промислових стічних вод у ряді випадків уже не є достатньо [1–6].

Метою дослідження є розрахунок ефективності підвищення роботи оборотної системи водопостачання на коксохімічних підприємствах для доведення якості оборотної води для повторного використання в системі. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

– запропонувати технічні рішення та провести відповідні розрахунки щодо підвищення ефективності процесу очищення води на коксохімічних підприємствах з урахуванням як екологічних, так і економічних факторів;

– провести економічне обґрунтування пропонуваніх технічних рішень.

Виклад основного матеріалу. Економічний ефект та підвищення ефективності процесу очищення води проводиться на ПрАТ «Харківський коксовий завод» і досягається впровадженням системи оборотного водопостачання та передбачає нові технічні рішення [7]:

– уведення розчинів флокулянта за допомогою автоматичної станції приготування розчинів флокулянтів «Smart Mix»;

– підвищення ефективності роботи біохімічної установки шляхом додавання доочистки блоку фільтрації для освітлення стічної води з використанням шару кварцового піску як фільтрувального завантаження;

– трубопроводи для подання технічної очищеної води в оборотну мережу водопостачання заводу.

Економічний та екологічний ефекти від упровадження системи оборотного водопостачання розраховується за формулою [8-9]:

$$\Delta E = E(C + K \cdot r), \quad (1)$$

де E – ефективність заходу; C – капітальні витрати, грн; r – коефіцієнт дисконтування, 0,15; K – експлуатаційні витрати, грн/рік.

Ефективність заходів розраховують за формулою:

$$E = (P_{ci} - P_{ci}^{cob}) + P_{зб} + P_{сб}^{cob}, \quad (2)$$

де P_{ci} – величина наявної суми збору за спеціальне водокористування, грн/рік.

P_{ci}^{cob} – величина суми збору за спеціальне водокористування під час упровадження системи оборотного водопостачання, грн/рік.

$P_{сб}$ – дійсна величина плати за скидання стічних вод у систему міської каналізації, грн/рік.

$P_{зб}^{cob}$ – величина плати за скидання стічних вод у систему міської каналізації під час упровадження системи оборотного водопостачання, грн/рік.

Величина дійсної суми збору за спеціальне водокористування ПрАТ «Харківський коксовий завод». Фактичні витрати зі свердловин становлять 241 200 м³ за рік (за даними ТП водогосподарства за 2018 рік (витрата розраховані за даними балансової схеми водоспоживання та водовідведення підприємства)). Ліміт водоспоживання за рік склав 300 000 м³/рік згідно з Паспортом водного господарства заводу.

Дійсна сума збору, яка проводиться за спеціальне водокористування (P_{ci}), обчислюється платниками самостійно щоквартально зростаючим підсумком із початку року відповідно до Інструкції про порядок обчислення і справляння збору за спеціальне використання водних ресурсів та збору за користування водами для потреб гідроенергетики і водного транспорту від 01.10.99 р. №231/539/118/219.

Сума збору визначається за формулою:

$$P_{ci} = V_n \cdot H_{bi} + 5V_{св} \cdot H_{bi} \quad (3)$$

де V_n – фактичний об'єм води, що споживається в межах ліміту (м³/рік);

H_{bi} – норматив збору за спеціальне водокористування підземних вод,

$H_{bi} = 2$ грн/м³ (згідно з даними підприємства та відповідно до постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження нормативів збору за спеціальне використання водних ресурсів та збору за користування водами для потреб гідроенергетики і водного транспорту» м. Київ, оскільки найменування регіону – Харківська область).

$V_{св}$ – об'єм споживаної води понад ліміту, м³/рік.

Оскільки відсутній об'єм водоспоживання понад ліміту, то формула набуде такого вигляду: $P_{ci} = V_n H_{bi} = 241200 \cdot 2 = 482\,400$ грн/рік.

Таким чином, дійсна сума збору за водокористування на потреби ПрАТ «Харківський коксовий завод» становить: 482 400 грн /рік.

Величина дійсної плати за скидання стічних вод на ПрАТ «Харківський коксовий завод» у систему міської каналізації ведеться Водоканалом.

Розрахунок проводиться за формулою відповідно до Інструкції про встановлення та стягнення плати за скид

промислових та інших стічних вод у системи каналізації населених пунктів та Правил приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів № 37 від 19.02.2002 р. м. Київ:

$$P_{cb} = T \cdot V_{дог} + 5T \cdot V_{пдог} + V_{пз} \cdot K_k \cdot H_n \quad (4)$$

де T – тариф за надання послуг водовідведення, грн/м³ (встановлений Харківкомуночиствод); $T = 6,5$ грн/м³.

$V_{дог}$ – об'єм скинутих підприємством стічних вод у межах установлених договором, м³;

$V_{сд}$ – об'єм скинутих стічних вод понад установлену межу, м³;

$V_{пз}$ – об'єм скинутих підприємством стічних вод із наднормативним забрудненням, м³. Період, за який установлюється плата за скидання з перевищенням допустимих концентрацій, не може перевищувати трьох календарних місяців. Уважаємо, що порушення разове, тому: $V_{пз} = V_{ф} / 4$;

K_k – коефіцієнт кратності, який урахує рівень небезпеки скинутих забруднень для технологічних процесів очищення стічних вод та екологічного стану водойми;

H_n – установлений норматив плати за скид понаднормативних забруднень у систему каналізації, грн/м³.

На ПрАТ «Харківський коксовий завод» є договір із «Харківкомуночиствод» на ліміт водовідведення та кількість відведених забруднювальних речовин зі стічними водами в одиниці об'єму. Ліміт на водовідведення становить 360 000 м³ на рік. За даними ТП водогосподарства за рік підприємством було скинуто 60 540 м³.

Плата за скид виробничих стічних вод у міську каналізаційну мережу буде проведена за зменшеною формулою, зважаючи на те, що об'єм скинутих виробничих стічних вод від розглянутого об'єкта перебуває в межах ліміту та відсутня наднормативне забруднення стічних вод.

Тоді, $P_{зб} = T \cdot V_{дог} = 6,5 \cdot 60540/4 = 983\,777,5$ грн.

Величина плати за скид стічних вод у систему міської каналізації за рік склала: $P_{зб}' = 60540 \cdot 6,5 = 393\,510$ грн.

Проектована сума збору за спеціальне водокористування підземних вод. Під час впровадження замкнутого водопостачання необхідно зменшити споживання води зі свердловин до 180 660 м³/рік. Ліміт на водоспоживання – 300 000 м³/рік згідно з Паспортом водного господарства заводу.

Сума збору, яка планується проводитись за спеціальне водокористування ($P_{сб}^{cob}$), буде обчислюватися платниками самостійно шоквартально зростаючим підсумком із початку року відповідно до Інструкції про порядок обчислення і справляння збору за спеціальне використання водних ресурсів та збору за користування водами для потреб гідроенергетики і водного транспорту від 01.10.99 р. № 231/539/118/219.

Сума збору визначається за формулою:

$$P_{сб}^{cob} = V_n \cdot H_{bi} + 5V_{св} \cdot H_{bi} \quad (5)$$

де V_n – фактичний об'єм води, що споживається в межах ліміту (м³/рік);

H_{bi} – норматив збору за спеціальне водокористування підземних вод, та становить 2 грн за 1 м³ води (згідно з постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження нормативів збору за спеціальне використання водних ресурсів та збору за користування водами для потреб гідроенергетики і водного транспорту» м. Київ, оскільки найменування регіону – Харківська область);

$V_{св}$ – об'єм споживаної води понад ліміт, м³/рік.

Оскільки заплановані витрати води не буде перевищувати ліміту, при цьому сума збору за водокористування на потреби цього об'єкта становитиме:

$$P_{сб}^{cob} = V_n \cdot H_{bi} = 180660 \cdot 2 = 361\,320 \text{ грн/рік.}$$

Величина плати за скид стічних вод у систему міської каналізації. Під час упровадження системи оборотного водопостачання відсутнє скидання стічних вод у міську каналізаційну мережу, тому: $P_{зб}^{cob} = 0$ грн.

Таким чином, економічний ефект від запропонованих технічних рішень у зв'язку із скороченням скиду води у міську каналізаційну мережу та зменшенням витрати води зі свердловини становитиме:

$$E = (P_{сб} - P_{сб}^{cob}) + P_{зб} + P_{сб}^{cob} = (482400 - 361320) + 393510 + 0 = 514\,590 \text{ грн.}$$

Витрати у зв'язку із застосуванням реагентів. Зважаючи на запропоноване технологічне рішення, яке передбачає застосування розчину флокулянту для підвищення ефективності процесу очищення води на підприємстві, виникають додаткові витрати (у зв'язку із застосуванням реагентів) (табл. 1).

Таким чином, економія витрат (у зв'язку зі зміною реагенту та його дози) становитиме 1 176 820 грн.

Таблиця 1

Додаткові витрати у зв'язку із застосуванням реагентів

Номер з/п	Спосіб оброблення	Ціна реагентів за 1 кг, грн/кг	Витрата реагентів, т/рік	Ціни на витрату реагентів, грн/рік
Композитний коагулянт:				
1	- сульфат заліза (II) $FeSO_4$	3,5	35,00	122500
2	- хлорид алюмінію $AlCl_3$	180	10,416	1874880
Усього за п.п. 1+2			1997380	
Флокулянт:				
3	Extraflock або Besfloc	156	5,26	820560
Усього за п. 3			820560	

У процесі розрахунку приймаємо питомі норми витрати матеріалів на одиницю продукції. Ціни на реагенти – договірні. Питомі норми витрати реагентів установлюємо на 1 м³ води.

Розрахунок витрат за матеріалами приймаємо на об'єм води, що надходить на очищення [8–9].

Капітальні та експлуатаційні витрати. Капітальні витрати на підвищення ефективності процесу очищення води на коксохімічному підприємстві враховують:

- вартість станції приготування реагенту;
- вартість блока фільтрації для доочищення води;
- вартість експлуатаційних витрат (монтажних робіт обладнання та витрати на обслуговування обладнання).

Капітальні витрати будуть розраховуватися так:

$$C = C_{СПФ} + C_{фільтр} + C_{змішувач} = 52\ 000 \text{ грн.}$$

де $C_{СПФ}$ – капітальні витрати на установку приготування реагенту, грн;

$C_{фільтр}$ – капітальні витрати на установку фільтра для освітлення стічної вод з використанням в якості фільтруючого завантаження – шар кварцового піску, грн;

$C_{змішувач}$ – капітальні витрати на установку змішувача для виробничих і побутових стічних вод, грн.

Експлуатаційні витрати будуть розраховуватися за формулою:

$$K = K_{загрузки} + K_{фільтр.} = 89\ 000 \text{ грн/рік}$$

де $K_{загрузки}$ – експлуатаційні витрати на обслуговування станції приготування реагенту СПФ 2100;

$K_{фільтр.}$ – експлуатаційні витрати на обслуговування блока фільтрації для освітлення стічної води з використанням шару кварцового піску як фільтрувального завантаження, грн /рік;

Таблиця 2

Капітальні та експлуатаційні витрати

Матеріали та обладнання	Капітальні витрати; С, грн	Експлуатаційні витрати; К, грн/рік
• станція приготування реагенту	320 000	10 000
• блок фільтрації для освітлення стічних вод з використанням шару кварцового піску як фільтрувального завантаження;	20 000	4 000
• ємність для змішування виробничих і побутових стічних вод (100 м ³) • проектування, реконструкція, капітальний ремонт ємності для змішування • пусканалагоджувальні роботи	–	75 000
Усього:	340 000	89 000

Таблиця 3

Техніко-економічні показники впроваджуваного методу очищення води

Номер з/п	Назва показників	Од. вим.	Базовий варіант	Після впровадження технології
1	Автоматизована станція приготування реагенту	тис. грн	-	320
2	Блок фільтрації для доочищення води	тис. грн	-	20
3	Ємність для змішування води	м ³	100	100
4	Усього за п.п. 1+2+3	тис. грн	-	340
5	Проектування, реконструкція, капітальний ремонт ємності для змішування*	тис. грн	-	30
6	Пусканалагоджувальні роботи*	тис. грн	-	45
7	Витрати на ремонт і обслуговування обладнання	тис. грн/рік	-	14
8	Автоматизована станція приготування реагенту	тис. грн	-	10
9	Блок фільтрації для доочистки води	тис. грн	-	4
10	Усього за п.п. 5+6+7=8+9	тис. грн	-	89
11	Ціна забору технічної води	грн/м ³	2	2
12	Ціна скиду фенольних стічних вод	грн/м ³	6,5	6,5
13	Кількість споживаної технічної води	тис. м ³ /рік	241,2	180,66
14	Кількість фенольних стічних вод, які скидаються в міську каналізаційну мережу	тис. м ³ /рік	60,54	-
15	Ціна оброблення води коагулянтами чи флокулянтам	тис. грн/рік	1997,38	820,56

* Згідно з даними, представленими підприємством.

$K_{зм}$ – експлуатаційні витрати на обслуговування змішувача для виробничих і побутових стічних вод, грн/рік.

Склад капітальних витрат на підвищення ефективності процесу очищення води на коксохімічному підприємстві та необхідних експлуатаційних витрат наведено в таблиці 2.

Техніко-економічні показники впровадженого методу для підвищення ефективності роботи оборотної системи водопостачання на коксохімічних підприємствах із застосуванням ефективних коагулянтів чи флокулянтів наведено в таблиці 3.

Таким чином, загальний економічний ефект, розрахований за формулою (1), становить:

$$\Delta E = 514,59 + 1\,176,82 - (340 + 89 \cdot 0,15) = 1\,338,06 \text{ грн.}$$

Таким чином, економічний ефект від упровадження технічних рішень із застосуванням ефективного флокулянту та доочищенням води на піщаних фільтрах з урахуванням використання фенольної води як підживлювальної в перший рік експлуатації становитиме 1 338,06 грн/рік.

Головні висновки та перспективи використання результатів дослідження. Розроблені нові технологічні рішення щодо підвищення ефективності роботи оборотної системи водопостачання дозволяють досягти екологічного ефекту за рахунок припинення скидання фенольних стічних вод у міську каналізаційну мережу та зменшення споживання артезіанської води зі свердловин на 60 540 м³/рік. Так, результати роботи [7] використано під час розроблення технологічних рішень щодо підвищення ефективності процесу очищення води коксохімічних підприємств, зокрема на ПрАТ «Харківський коксовий завод».

Наведені техніко-економічні розрахунки доводять позитивний ефект від пропонованих технологічних рішень на ПрАТ «Харківський коксовий завод», який становить 1 338,06 грн/рік, тобто впровадження технічних рішень оборотної системи водопостачання є економічно доцільним. Таким чином, економічний ефект досягається не тільки скороченням споживання артезіанської води зі свердловин та припиненням скидання фенольних стічних вод у міську каналізаційну мережу, а також у зв'язку із заміною реагенту на ефективніший та зменшенням його витрати.

Література

1. Лях Б.А. Проблема очистки сточных вод на предприятиях коксохимической промышленности. *Охрана навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів* : матеріали XXI Всеукр. наук. конф. аспірантів і студентів, 12–14 квітня 2011 р. Донецьк, 2011. С. 103–104.
2. Павлов Д.В., Вараксин С.О., Колесников В.А. Обратное водоснабжение промышленных предприятий. *Сантехника*. 2010. № 2. С. 30–35.
3. Фізико-хімічні та біологічні методи очистки стічних вод: навч. посібник / Епоян С. М. та ін. Харків : вид. «Міськдрук», 2012. 452 с.
4. Popova A., Christov M. Evaluation of impedance measurements on mild steel corrosion in acid media in the presence of heterocyclic compounds. *Corros. Sci.* 2006. Vol. 48. P. 3208.
5. Термодинамические аспекты технологии очистки маслоэмульсионных сточных вод / Слепцов Г. В. и др. *Экология и промышленность*. 2013. № 4. С. 65–68.
6. Александров И.В., Родюшкин О.И., Ибраев К.С. Электрофлотационная очистка сточных вод коксохимического производства от смол и масел. *Кокс и химия*. 1992. № 7. С. 41–44.
7. Galkina O., Vlahodarna H. The use of effective coagulants and flocculants to intensify the process of water purification at coke plants. *Slovak Journal of Civil Engineering*. 2019. V. 27, № 2. С. 21–28.
8. Економіка довкілля і природних ресурсів: навч. посібник / за заг. ред. П. Т. Бубенка. Харків : Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова, 2014. 280 с.
9. Салов В.Н., Сусяева М.Ю. Экономические и технологические аспекты синтеза полимерных флокулянтов и инновационные технологии полимеризации. *Вода : Экология и Технология* : тезисы IV Междунар. конгресса, 30 мая – 2 июня 2000 р. Москва, 2000. С. 416.

СТАН ІНТРОДУКЦІЙНОЇ ПОПУЛЯЦІЇ *CRAMBE PONTICA* *STEVEN EX RUPR.* НА ЗАЛІЗОРУДНОМУ ВІДВАЛІ (КРИВИЙ РІГ)

Павленко А.О., Красова О.О.

Криворізький ботанічний сад Національної академії наук України
вул. Маршака, 50, 50089, м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл.
anolpavl@gmail.com, kras.kbs.17@gmail.com

Охарактеризовано сучасний стан інтродукційної популяції *Crambe pontica* на автомобільному відвалі Першотравневого кар'єру Північного ГЗК.

Виявлено, що на території відвалу популяція *C. pontica* внаслідок екотопічної та фітоценотичної гетерогенності розподілена на чотири популяційні локуси. Перший з них є первинним осередком створення популяції в ході рекультивацийного експерименту, де досліджуваний вид був висіяний разом із насінням *Stipa ucrainica* P.A. Smirn. Решта локусів сформувалась в результаті спонтанного поширення виду: два з них приурочені до екоотопів з розрідженою трав'яною рослинністю на кам'янистому плато і суглинисто-кам'янистому схилі; останній являє собою розріджене насадження *Pinus pallasiana* D. Don. Побудовано та проаналізовано онтогенетичні спектри субпопуляційних локусів за 2017 та 2020 роки, визначено їх типи та категоріальну належність згідно з класифікацією Т.О. Работнова. Встановлена належність популяції загалом до нормальних повночленних, однак пропорції різновікових особин розрізняються в субпопуляційних локусах. Ознаки кращого стану субпопуляцій відмічаються в умовах розрідженого трав'яного покриву, навіть за умови часткового затінення в сосновому насадженні; за обставин міжвидової конкуренції у зімкнутому злаковому угрупованні фіксуються прояви «старіння».

У ретроспективному плані спостерігаються значні коливання чисельності особин *C. pontica* протягом 20 років до початку наших досліджень. З'ясовано, що таке явище спричинене дією погодних флуктуацій. Попри тривалі засухи в останні роки та екологічну невідповідність щодо умов зростання *C. pontica* в межах природного ареалу, інтродукційна популяція созофіту, включеного до Червоної книги України здатна до самопідтримання. Це забезпечується прихованими адаптивними можливостями стенотопічного виду.

Результати досліджень доцільно враховувати в системі коригуючого управління розвитком біогеоценотичного покриву порушених земель. *Ключові слова:* інтродукційна популяція, динаміка, *Crambe pontica*, залізорудні відвали, постмайнінгові ландшафти, рекультивация, Криворіжжя, созофіт.

The state of introduced population of *Crambe pontica* Steven ex Rupr. on an iron ore waste dump (Kryvyi Rih). Pavlenko A., Krasova O.

We characterized the current state of the introduced population of *Crambe pontica* on the automobile dump of the Pershotravnevyi quarry of the Northern ODC.

It was found that the population of *C. pontica* is divided into four population loci due to ecotopic and phytocoenotic heterogeneity on the territory of the dump. The first of these loci is the primary population center during the revegetation experiment, where the studied species was sown together with the seeds of *Stipa ucrainica* P.A. Smyrn. The rest of the loci were formed as a result of the spontaneous spread of the species: two of them are confined to ecotopes with sparse grassy vegetation on a rocky plateau and a loamy-rocky slope; the latter is a sparse plantation of *Pinus pallasiana* D. Don.

The ontogenetic spectra of subpopulation loci for years 2017 and 2020 are constructed and analyzed, their types and categorical affiliation are determined according to T.O. Rabotnov's classification. The affiliation of the population as a whole to normal full-membered type has been established, however, the proportions of different-aged individuals vary in subpopulation loci. Signs of the best condition of subpopulations are observed in the conditions of sparse grass cover, even at partial shading in a pine plantation; under the circumstances of interspecific competition in a closed grass community, manifestations of "aging" are recorded.

In retrospect, there have been significant fluctuations in the number of *C. pontica* during the 20 years prior to our studies. This phenomenon has been found to be caused by weather fluctuations. Despite prolonged droughts in recent years and ecological inconsistencies in the growing conditions of *C. pontica* within the natural range, the introduced population of sozophyte species, which is included in the Red Book of Ukraine, is capable of self-sufficiency. This is provided by the hidden adaptive capabilities of the stenotopic species.

The results of research should be taken into account in the system of corrective management of the development of biogeocoenotic cover of disturbed lands. *Key words:* introductory population, dynamics, *Crambe pontica*, iron ore waste dumps, post-mining landscapes, revegetation, Kryvyi Rih, sozophyte.

Постановка проблеми. На території Криворізького залізорудного басейну 140 років ведеться підземний і відкритий видобуток залізної руди (офіційною датою початку її промислового видобутку вважають 1881 рік). Однією з характерних форм новоствореного техногенного ландшафту є відвали – пози-

тивні акумулятивні форми, в межах яких відбувається накопичення мінерального матеріалу. Висота окремих із них сягає 100 м, а загальна площа складає близько 70 км², тобто майже 30% площі, що займають усі техногенні форми рельєфу [1]. Згідно з земельним законодавством України землі,

які зазнали змін у структурі рельєфу, екологічному стані ґрунтів і материнських порід та у гідрологічному режимі внаслідок проведення гірничодобувних та інших робіт, підлягають рекультивациі. У комплексі досліджень з біологічної рекультивациі важливе місце займає вивчення структури та життєвості популяцій аборигенних та інтродукованих рослин. Такі відомості надають можливість виявлення перспективних видів, толерантних до специфічних умов техноекосистем.

Актуальність досліджень. Біологічна ефективність фітомеліорації визначається способом господарського використання антропогенно трансформованих геосистем та вибором рослин для утворення фітоценозів [2]. Проте штучно створені рослинні угруповання через певний час опиняються на шляху саморозвитку, адже вони ніяким чином не лишаються поза дією суцесійних процесів. Отже, актуальним є моніторинг стану популяцій, що є складовими елементами штучних фітоструктур. Популяційні дослідження становлять основу для розробки способів раціонального використання природних рослинних ресурсів, створення системи коригуючого управління розвитком біогеоценотичного покриву порушених земель.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням формування популяцій інтродуцентів на відвалах гірничопромислових відходів у степовій зоні в останні роки присвячена поки що незначна кількість публікацій. Переважно це стосується деревних рослин – *Pinus pallasiana* D. Don [3], *Populus bolleana* Lauche, *P. × berolinensis* Dipp., *P. simonii* Carr. [4], *Tamarix ramosissima* Ledeb. [5]. Особливості формування локальної популяції середземноморського напівчагарничка виду *Hyssopus officinalis* L. установлені М.О. Баранцем та І.І. Коршиковим [6]. Нами розглянуто специфіку розвитку інтродукційної популяції рідкісного созофіту *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht. у постмайнінговому ландшафті Криворіжжя [7].

Стосовно популяції *Crambe pontica* Steven ex Rupr. [*Crambe maritima* auct. non L.], виду, включеного до Червоної книги України [8], дослідження проводились у двох напрямках. Неодноразово їх стан вивчався на територіях природного поширення виду [9; 10; 11]. Ріст і розвиток катрану понтичного *ex situ*, детальний опис морфології різних вікових груп проведені в ботанічних садах [12; 13]. Слід відмітити також публікацію щодо виникнення спонтанної популяції катрану в околицях Харкова [14].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Техногенні ландшафти, виведені з експлуатації, в результаті проведеної рекультивациі та подальшого саморозвитку все більше набувають аналогії з природними екосистемами. Ці території розглядаються як рефугіуми для раритетних видів флори, зокрема і тих, що натуралізувалися в ході рекультивациі. Новим напрямом збагачення фіто-

різноманіття індустріального регіону стало привнесення раритетних видів до технотопів. Тому за мету досліджень було поставлено виявлення динаміки онтогенетичної структури інтродукційної популяції созофіту *C. pontica* у постмайнінговому ландшафті Криворіжжя.

Новизна. У статті вперше висвітлені особливості субпопуляційних фрагментів *C. pontica*, здатність їх до самопідтримання в екологічній обстановці, яка кардинально відрізняється від кліматичних та едафічних умов у межах первинного ареалу виду.

Матеріали та методи досліджень. Відвал Першотравневого кар'єру Північного гірничозбагачувального комбінату (ПРАТ ПівнГЗК) сформований на початку 70-х років минулого століття в північній частині Кривого Рогу. Він відсипаний залізістими кварцитами, сланцями, суглинками та глинами і має 3 яруси (берми). Загальна площа поверхні становить 40 га. Із західного боку відвал межує з кар'єром, зі східного – з балкою Грядкувата [15].

Криворізький регіон належить до помірно-континентальної суббореальної семіаридної кліматичної підзони. Характерними рисами клімату є спекотне сухе літо, досить холодна, а в більшості випадків малосніжна зима, інтенсивно перебігаюча весна, часті посухи та суховії [16].

В основу роботи покладено матеріали польових досліджень, виконані авторами восени 2017 та 2020 років. Онтогенетична структура популяції в межах окремих локусів вивчалася за загальноприйнятими методиками [17; 18]. Вікові групи виділені згідно з описом О.А. Михайлової [13] та на основі власних уточнень. Клімадіаграми побудовані за методом Вальтера – Госсена [19]. Латинські назви видів наведено за зведенням С.Л. Мосякіна та М.М. Федорончука [20].

Виклад основного матеріалу. *Crambe pontica* – європейсько-середземноморський вид, який має поширення на літоральних пісках та черепашниках із різкою зміною зволоження у Причорномор'ї та Приазов'ї. Вважається, що зменшення його чисельності зумовлене не лише антропогенними, а й природними причинами – насамперед стенотопністю і низькою конкурентною спроможністю виду [8].

Проте на Криворіжжі *C. pontica* поширюється як адвентивний вид уздовж залізничних шляхів. Спонтанно сформовані локальні популяції його відмічені на залізорудних відвалах у центральній частині Кривого Рогу поблизу станції Вечірній Кут. Наразі катран понтійський використовується для рекультивациі техногенних ландшафтів у регіоні.

У 1975 році на трьох ділянках відвалу Першотравневого кар'єру, розташованих на другому і третьому ярусах, в ході рекультивацийного експерименту було висіяно насіння кількох десятків видів вищих рослин, зокрема і *C. pontica* [21]. Нині рослини цього виду розселилися по всій відвальній поверхні, але найвища концентрація їх спостерігається на верх-

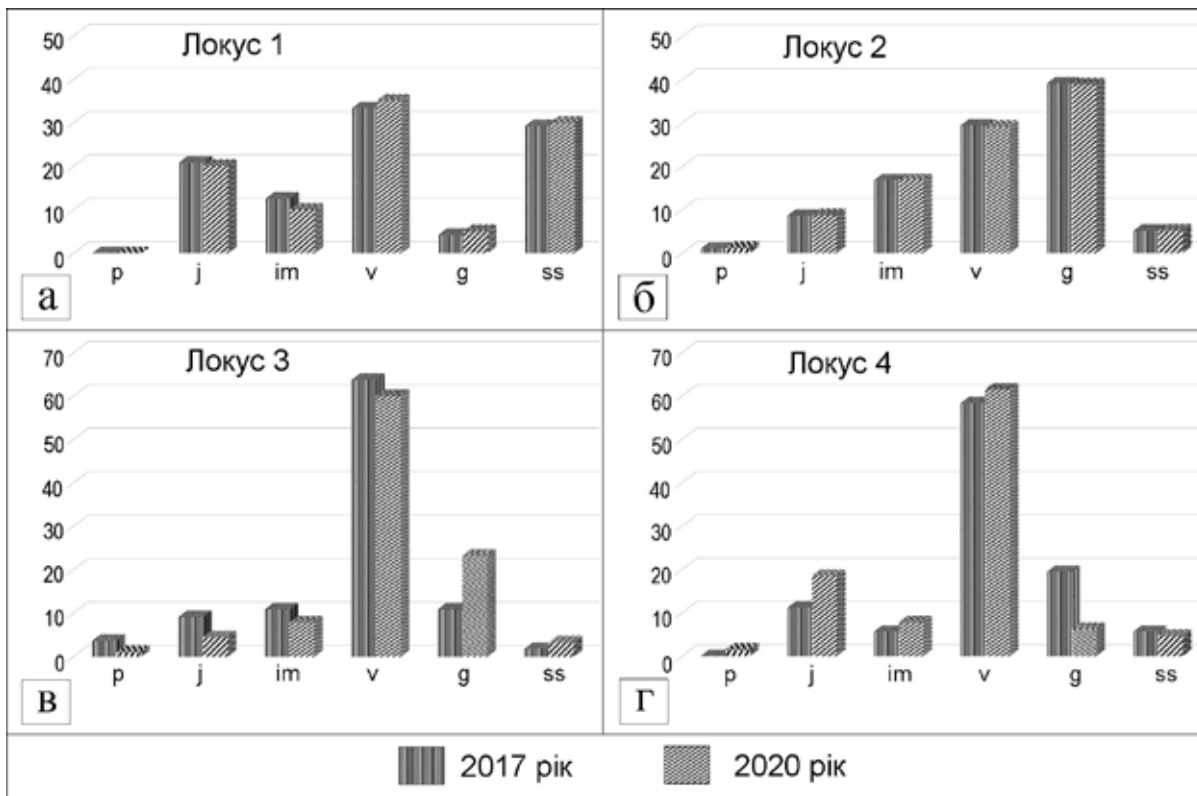


Рис. 1. Онтогенетична структура *C. roptica* у субпопуляційних локусах: а – локусу 1; б – локусу 2; в – локусу 3; г – локусу 4

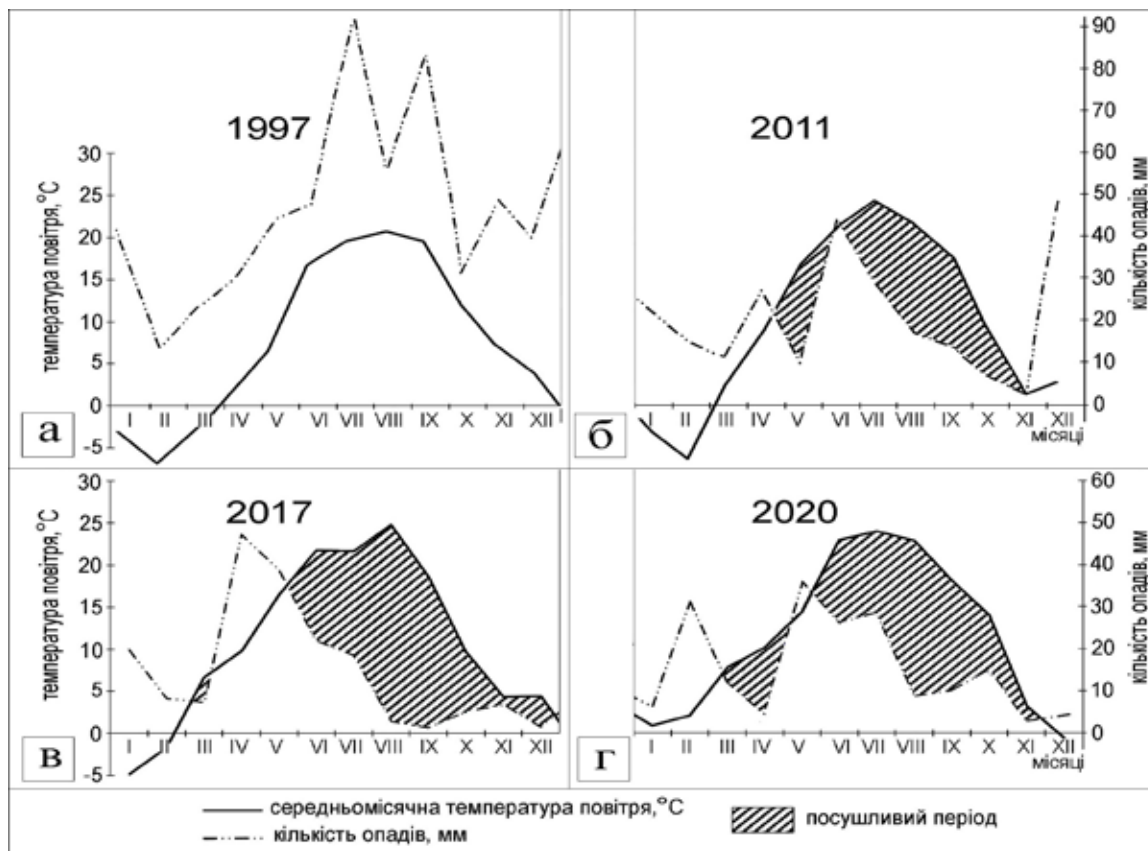


Рис. 2. Кліматодіаграми: а, б – 1997 та 2011 років (за даними метеостанції Кривий Ріг); в, г – 2017–2020 років (за даними метеостанції «Davis 6152 C Vantage Pro 2», КБС НАН України)

ній бермі та схилі, який переходить у борт кар'єру. Тут інтродукційна популяція катрану внаслідок екологічної та фітоценотичної гетерогенності досить чітко розподілена на чотири популяційні локуси.

Локус 1 приурочений до контуру на вершинному плато, відсипаного лесовидними суглинками. Це частина експериментальної ділянки, де 46 років тому проводилась рекультивация; нині тут сформувалися примітивні розвинені ґрунти [22]. У 2020 році виявлено 20 особин *C. pontica*. Наразі тут сформувався «квазістеповий» фітоценоз з домінуванням *Stipa ucrainica* P.A. Smirn, загальне проективне покриття (ЗПП) якого становить 80%. З інших видів різотрав'я наявні *Securigera varia* (L.) Lassen, *Hieracium virosum* Pall., *Seseli campestre* Besser, *Cichorium intybus* L. Загалом цей популяційний локус перебуває в найгіршому стані порівняно з трьома іншими: частка генеративних особин складає лише 5%, тоді як частка субсенільної фракції шестеро більша (30%).

Локус 2 представлений складним комплексом пагорбів, западин та невеликих за площею вирівняних поверхонь, що зумовлено неоднорідністю автомобільної відсипки. Субстратну основу утворюють уламки кварцитів розміром від 10–20 см до 1–2 м у поперечнику. У проміжках між великими уламками зростають дерева – *Betula pendula* Roth, *Ulmus minor* Mill., *Pinus pallasiana* D. Don, *Robinia pseudoacacia* L., *Armeniaca vulgaris* Lam. та кущі – *Crataegus fallacina* Klokov, *Rosa corymbifera* Borkh. Трав'яний покрив фрагментарний. Окрім *C. pontica* (у 2020 році виявлено 172 особини), зустрічаються *Melica transsilvanica* Schur, *Hyssopus officinalis* L., *Seseli campestre*, *Festuca valesiaca* Gaudin, *Linaria genistifolia* (L.) Mill., *Oberna cserei* (Baumg.) Ikonn., *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal.

Локус 3. Являє собою бровку та схил південно-західної експозиції відвалу, який нижче переходить в борт кар'єру. Відсипка сформована суглинками з домішкою кварцито-сланцевого щебеню. Окремі дерева представлені *Robinia pseudoacacia*, *Armeniaca vulgaris*, *Acer negundo* L.; кущі – *Rosa corymbifera* та *Elaeagnus angustifolia* L. Схил частково задернований; у місцях з розрідженим травостоєм розвивається поверхнева ерозія субстрату. Протиерозійну роль відіграють переважно злаки – *Festuca valesiaca*, *Melica transsilvanica*, *Stipa ucrainica*. Представниками різотрав'я є *C. pontica* (у 2020 році виявлено 90 особин), *Potentilla obscura* Willd., *Seseli campestre*, *Helichrysum arenarium* (L.) Moench.

Локус 4 обмежений контуром штучного насадження *Pinus pallasiana* з домішкою *Ulmus minor*, *Cerasus mahaleb* (L.) Mill., *Rosa corymbifera* на схилі західної експозиції. Зімкнутість деревостану – 0,6. У «вікнах» між деревами отримують розвиток трав'яні рослини: *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Hyssopus officinalis*, *Hieracium virosum* та *C. pontica*. Представників останнього виду у 2020 році виявлено 65 особин.

Тож едафічні та кліматичні умови посттехногенних екоотопів кардинально відрізняються від тих, що характерні для первинного ареалу *C. pontica*. Загальна чисельність популяції *C. pontica* за три роки практично не змінилась: у 2017 році вона становила 348 особин, а в 2020 – 347. Онтогенетичний стан популяції також виявив стабільність протягом 3-річного часового відрізка (рис. 1). Вікова структура в усіх випадках характеризується «рівноважними» спектрами відносно правої та лівої її частин. В онтогенетичних спектрах присутні всі вікові групи, отже, локальні популяції є повночленними, з максимумом на віргінільних особинах.

Вияток становить локус 2, де максимальна частка припадає на генеративні особини – 39,1% та 38,9% у 2017 та 2020 роках відповідно; утім, наступною за чисельністю віковою групою в цьому локусі також є віргінільні особини: 29,4% (2017 р.) та 29,1% (2020 р.) відповідно.

Специфічний розподіл вікових станів спостерігається також у локусі 1: тут частки субсенільних та ювенільних особин є співставними з часткою віргінільних (причому в першому випадку частки майже однакові: 29,2% і 33,3% відповідно у 2017 р. та 30% і 35% відповідно у 2020 р.); частка ж генеративних рослин є найнижчою серед усіх 4 локусів, а частка субсенільних – найвищою. Така диспропорція, очевидно, пояснюється тим, що локус знаходиться у зімкнутому ковиловому угрупованні з доволі потужним шаром підстилки. *C. pontica* у межах первинного ареалу є представником піонерної рослинності класу *Festucetea vaginatae* Soó ex Vicherek 1972 [23], тому уникає міжвидової конкуренції. Стан цієї частини популяції має тренд у бік деградації.

Ознаки кращого стану субпопуляцій відмічаються в умовах розрідженого трав'яного покриву, навіть за умови часткового затінення в сосновому насадженні.

У ретроспективному плані спостерігаються значні коливання чисельності особин протягом 20 років до початку наших досліджень. Так, М.Г. Сметаною на підставі обробки ряду геоботанічних описів з даного відвалу, виконаних у 1997 році, описана асоціація *Crambetum (ponticae) purum* як проміжна стадія формування рослинного покриву на сильно кам'янистих суглинистих субстратах. У флористично збіднених угрупованнях (10–14 видів на описову ділянку) при загальному проективному покритті 55% на частку *C. pontica* припадало близько половини [24]. Проте на момент 2011 року виявлені лише поодинокі рослини, що не утворюють угруповань [15].

Очевидно, що така динаміка спричинена дією погодних флуктуацій. Як видно з кліматодіаграми 1997 року (рис. 2а), у цьому сприятливому для розвитку рослин вегетаційному сезоні не спостерігалось посух, характерних для регіону.

Натомість у 2011 році зафіксована найменша кількість опадів за останні півстоліття –

247 мм та два посушливих періоди (рис. 2б), і саме це могло стати причиною катастрофічного зменшення чисельності популяції катрану. Зазначимо, що попередній рік був «вологим» (річна сума опадів – 579 мм) [25]. Роки проведення наших досліджень характеризувались тривалими посухами (рис. 2в, г), що вважається проявом глобальних кліматичних змін, проте їм також передували річні періоди зі значною кількістю опадів (2016 – 664 мм; 2019–561 мм).

Усе наведене може свідчити про прояв прихованих адаптивних можливостей *C. pontica*, які забезпечують здатність штучно започаткованої популяції до самопідтримання.

Головні висновки. Таким чином, аналіз динаміки онтогенетичної структури інтродукційної популяції *C. pontica* у постмайнінговому ландшафті Криворіжжя засвідчив стабільність співвідношення вікових станів протягом трьох останніх років.

Загалом популяція є нормальною повночленною, однак пропорції різновікових особин розрізняються в субпопуляційних локусах. Ознаки кращого стану субпопуляції відмічаються в умовах розрідженого трав'яного покриву, навіть при частковому затінненні в сосновому насадженні; за обставин міжвидової конкуренції у зімкнутому злаковому угрупованні фіксуються прояви «старіння». Ретроспективний аспект дослідження вказує на здатність популяції до самопідтримання, попри погодні флуктуації та екологічну невідповідність щодо умов зростання *C. pontica* в межах природного ареалу.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати досліджень популяційної динаміки виду з високими адаптивними можливостями щодо існування в умовах дестабілізованого середовища доцільно враховувати в системі коригуючого управління розвитком біогеоценотичного покриву порушених земель.

Література

1. Агаджанов М.Є. Геоінформаційні критерії інформаційно-ресурсної моделі антропогенних форм рельєфу Кривбасу. *Геоінформатика*. 2011. № 1. С. 72–79.
2. Іванов Є.А., Біланюк В.І. Проблеми рекультивативної ревіталізації земель, порушених гірничими роботами. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування* : матеріали Четвертої міжнар. наук.-практ. конф. Трускавець, 2017. С. 262–270.
3. Красноштан О.В. Еколого-біологічні детермінанти успішності зростання видів роду *Pinus* L. на залізрудних відвалах Криворіжжя : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.16. Дніпро, 2019. 182 с.
4. Данильчук Н.М. Життєздатність видів роду *Populus* L. на залізрудних відвалах Криворіжжя : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.16. Львів, 2021. 165 с.
5. Красова О.О., Мазур А.Ю. Досвід використання *Tamarix ramosissima* Ledeb. у рекультивативній об'єктів гірничовидобувної промисловості. *Сучасні технології розробки рудних родовищ. Еколого-економічні наслідки діяльності підприємств ГМК* : мат. IV науково-техн. конф. Кривий Ріг : Видавець Роман Козлов, 2019. С. 172–174.
6. Баранець М.О., Коршиков І.І. Формування й самопідтримання популяції *Hyssopus officinalis* L. в умовах залізрудного відвалу Криворіжжя. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія»*. 2020. Вип. 34. С. 43–51.
7. Красова О.О., Павленко А.О. Розвиток інтродукційної популяції *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht. у постмайнінговому ландшафті Криворіжжя. *Інтродукція рослин : сучасний стан, проблеми та перспективи* : мат. МНК. Харків : Колегіум, 2019. С. 270–275.
8. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 912 с.
9. Оскольская О.И., Лукина А.Е. Состояние популяции катрана морского (*Crambe maritima* L.) в районе косы Северной (Западный Крым). *Екологічний вісник*, 2013. № 1(76). С. 17–19.
10. Михайлова О.А. Современное состояние популяций *Crambe maritima* L. в Крыму. *Ученые записки Таврического федерального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия»*. 2014. Том 27 (66), № 5. С. 94–101.
11. Горлова А.П., Подорожний С.М. Характеристика рослинного покриву та стан рідкісних видів рослин на території ландшафтного заказника місцевого значення «Степанівська коса» на прикладі катрану понтійського (*Crambe pontica*). *Мелітопольські краєзнавчі читання* : матеріали II відкритої регіональної наук.-практ. конф. Мелітополь, 2014. С. 27–35.
12. Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н., Федяева В.В. Рост и развитие *Crambe maritima* L. (сем. *Brassicaceae*) в условиях интродукции в ботаническом саду ЮФУ. *Научный журнал КубГАУ*. 2014. № 96(02). С. 1–14.
13. Михайлова О.А. Особенности онтогенеза *Crambe maritima* L. в условиях *ex situ*. *Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия»*. 2015. Том 1 (67), № 2. С. 105–115.
14. Садрицька А.І., Мирошниченко Т.С., Бенгус Ю.В. Знахідка популяції *Crambe maritima* в околицях Харкова. *Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень* : матеріали П'ятої міжнар. наук.-практ. конф. Чернівці : Друк Арт, 2018. С. 213–214.
15. Сметана О.М., Ярошук Ю.В., Долина О.О., Михайленко І.Л. Просторова диференціація екологічного потенціалу посттехногенного ландшафту (відвал Першотравневого кар'єру ПАТ«ПівніГЗК»). *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя : ЗНУ, 2012. Вип. 17, № 1. С. 35–55.
16. Клімат України / В.А. Дячук, В.М. Бабіченко, З.С. Бондаренко, С.Ф. Рудішина; під. ред. В.М. Ліпінського. Київ : Видавництво Раєвського, 2003. 342 с.
17. Уранов А.А. Вопросы изучения структуры фитоценозов и видовых ценопопуляций. *Ценопопуляции растений (развитие и взаимоотношения)*. Москва : Наука, 1977. С. 8–20.
18. Работнов Т.А. Структура и методика изучения ценопопуляций многолетних травянистых растений. *Экология*. 1978. № 2. С. 5–13.

19. Метод клімадіаграм за Госсеном–Вальтером : Практичний порадник. Укладач О.І. Спірін. Харків : ХНАМГ, 2012. 38 с.
20. Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kiev, 1999. 345 p.
21. Пługина Т.В., Чайка В.Є., Чуприна Т.Т. Природне та штучне заростання відвалів Кривбасу. *Укр. ботан. журн.* 1981. Т. 38, № 4. С. 76–77.
22. Сметана О.М., Долина О.О., Ярошук Ю.В. Диференціація екотопів посттехногенних ландшафтів (гігро- та літохімічний аспект). *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя : ЗНУ, 2013. Вип. 18. № 1. С. 11–15.
23. Продромус рослинності України / Д.В. Дубина, Т.П. Дзюба, С.М. Ємельянова та ін. Київ : Наукова думка, 2019. 783 с.
24. Сметана М.Г. Синтаксономія степової та рудеральної рослинності Криворіжжя. Кривий Ріг : Видавництво «І. В. І.», 2002. 132 с.
25. Погода и климат. Летопись погоды в Кривом Роге. URL: http://www.pogodaiklimat.ru/history/33791_2.htm (дата звернення: 15.04.2021).

ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ПРОМИСЛОВИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ ШЛЯХОМ УПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Романь А.М., Пікареня Д.С., Накемпій О.К.
Технічний університет «Метінвест Політехніка»
вул. Сеченова, 71А, 87524, м. Маріуполь, Донецька обл.
anatoliy.roman@mipolytech.education,
dmitriy.pikarenya@mipolytech.education,
elena.nakempiy@mipolytech.education

Продуктування забруднюючих речовин промисловими підприємствами має тенденцію до щорічного зростання. Натомість міжнародна екологічна політика стає більш суворою і спрямованою на стимулювання щодо зменшення цих показників. В той самий час як в економічно розвинених країнах для підвищення екологічної ефективності підприємств залучаються кошти зі спеціальних фондів, промислові об'єкти, розташовані в менш розвинутих країнах, можуть розраховувати лише на власні ресурси. Пропонується стратегія підвищення рівня екологізації промислових підприємств шляхом оптимізації технологічних процесів та модернізації обладнання за рахунок внутрішнього потенціалу підприємства. Як інструмент пропонується використовувати вертикально інтегровану систему екологічного менеджменту за стандартом ISO 14001. Такий підхід, реалізований шляхом застосування циклу Шухарта – Демінга, також відомого як циклу PDCA (Plan-Do-Check-Act), дозволить виявити найбільш пріоритетні зони для покращень, сформувані відповідну стратегію та поступово її реалізувати, залучаючи кошти, зекономлені внаслідок підвищення ефективності технологічних процесів. Застосування підходу, заснованого на стандарті ISO 14001, має п'ять основних переваг: простота, системність, уніфікованість, проактивність та репутація. Загальна схема послідовності організації процесу «екологізації» промислового підприємства може бути описати трьома основними етапами: інтеграція системи ISO 14001; створення екологічного фонду; пошук зон оптимізації та розробка стратегії і її впровадження. В результаті очікуваними є покращення показників у трьох основних напрямках: зниження викидів забруднюючих речовин, оптимізація процесу споживання природних ресурсів та підвищення виробничих показників. *Ключові слова:* екологічна ефективність підприємств, екологічний менеджмент, екологізація промислових підприємств, еколого-орієнтований підхід, екологічний менеджмент

Industrial plants pollutant emissions reduction by introduction of an environmental management system. Roman A., Pikarenya D., Nakempiy O.

Industrial plants pollutant production tends to grow annually. International environmental policy instead of is becoming more stringent and aimed to encourage of these indicators reduction. While in economically developed countries, money from special funds is raised to increase the environmental efficiency of enterprises, industrial facilities located in less developed countries can only rely on their own resources. The strategy of industrial enterprises greening level increase by technological processes optimization and the expense of internal potential of the enterprise modernization equipment is offered. As a tool, it is proposed to use a vertically integrated environmental management system based on ISO 14001 standard. This approach, implemented using the Schuhart-Deming cycle, also known as the PDCA cycle (Plan-Do-Check-Act), will identify the most priority areas for improvement, to form appropriate strategy and gradually implement it, attracting the savings saved by increasing the efficiency of technological processes. There are five main benefits to using an ISO 14001 approach: simplicity, systemacity, uniformity, pro-activity, and reputation. The general sequence scheme of the industrial enterprise “greening” process organization can be described by three main stages: integration of the ISO 14001 system; ecological fund creation and optimization zones search and also strategy development and its implementation. As a result, it is expected to improve performance in three main areas: reducing of pollutants emissions, consumption of natural resource process optimizing and production performance improving. *Key words:* ecological efficiency of plants, ecological management, greening of industrial enterprises, ecologically-oriented approach, ecological management.

Постановка проблеми. За даними УкрСтату [1] у 2019 році в Україні було утворено 441 516,5 тис. тон відходів, з них 390 563,8 тис. тон (88,5%) доводиться на підприємства з видобутку корисних копалин та 30 751,8 тис. тон (7%) відходів на підприємства переробної промисловості. За загальною кількістю це на 26 5116,3 тис. тон, тобто в 1,5 рази, більше порівняно з 1995 роком (найбільш ранні статистичні дані). Дещо інакше виглядає ситуація з викидами газоподібних забруднюючих речовин та скидами забруд-

нених вод. Так, у 2019 році в атмосферу потрапило 694,6 тис. тон газів, що на 944,5 тис. тон або майже в 2,5 рази менше, порівняно з 1995 роком. Також за даними на 2017 рік було скинуто 158 млн м³ неочищених стоків, що майже в 6 разів менше порівняно з показником у 912 млн м³ у 1995 році.

Актуальність дослідження. Тенденція, зокрема відносно викидів газоподібних забруднюючих речовин і скидів неочищених вод, виглядає відносно позитивно, однак реальні абсолютні показники

далекі від бажаних. Питання підвищення екологічності промислових підприємств з року в рік загострюється. Тенденція щодо зниження рівня викидів і скидів забруднюючих речовин пов'язана більше з економічними процесами, що призвели до спадів у промисловому виробництві, ніж з реальним підвищенням екологічної ефективності виробництв. За умови застосування комплексної оцінки екологічної ефективності підприємств України ситуація виглядає песимістично: в рамках міжнародного законодавства рівень екологічної ефективності країни (Environmental Performance Index) визначається за 32 показниками, що рознесені в 11 категорій. Кожен з показників має певний, виражений у відсотках вплив на формування значення індексу. Сьогодні Україна за сукупністю показників посідає 60 місце із загальною 180 країн за рівнем екологічної ефективності Environmental Performance Index 2020 [2] з індексом 49,5 (найвищу оцінку (82,5) має Данія, посідаючи, відповідно, перше місце).

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Ключовим у вирішенні питання екологізації промислового виробництва і, як наслідок, підвищенні рівня екологічної ефективності країни є модернізація галузей, що виступають в ролі найбільших забруднювачів. Ключовою перепорою у вирішенні даного питання є наявність необхідних коштів.

Метою роботи є аналіз доступних шляхів пошуку і залучення коштів на модернізацію виробництва шляхом впровадження системи екологічного менеджменту на промислових підприємствах.

Виклад основного матеріалу. Аналізуючи досвід Європейських країн в контексті вирішення питання фінансової підтримки промисловості, можна зрозуміти, що роль держави як такої в цьому процесі зведена до функції регулятора. Зокрема, пряма державна фінансова підтримка будь-якої галузі промислового виробництва в країнах ЄС фактично заборонена. Основними джерелами залучення коштів на фінансування підприємств країн центральної і західної Європи з метою підвищення їх енергетичної і екологічної ефективності є два основних фонди [3]: Фонд згуртування (Cohesion Fund) та Європейський фонд регіонального розвитку (European Regional Development Fund, ERDF). Тоді як Cohesion Fund орієнтований на підтримку проєктів у країнах, ВВП (Валовий Національний Продукт) яких складає менше 90% на душу населення від середнього показника по ЄС (Болгарія, Хорватія, Кіпр, Чехія, Естонія, Греція, Угорщина, Латвія, Литва, Мальта, Польща, Португалія, Румунія, Словаччина та Словенія), і направляє кошти на реорганізацію об'єктів інфраструктури та підвищення рівня екологічної безпеки навколишнього природного середовища; European Regional Development Fund є галузеорієнтованим і зосереджує свої інвестиції на кількох ключових пріоритетних сферах:

інновації; цифрові технології; підтримка малих та середніх підприємств; декарбонізація економіки. Крім двох зазначених, є ще Фонд Солідарності (Solidarity Fund), кошти з якого спрямовуються на боротьбу зі стихійними лихами, такими як землетруси, повені, лісові пожежі тощо. Лише раз кошти даного фонду були направлені на ліквідацію нафтової плями біля берегів Іспанії у листопаді 2003 року.

Підприємства України не мають можливості залучати фінансову підтримку фондів ЄС для проведення модернізації виробництв і, окрім кредитних коштів, можуть розраховувати лише на власні ресурси. Однак перевагою вітчизняних промисловиків є досить серйозний фінансовий потенціал, зосереджений у самих підприємствах. Зокрема, якщо брати до уваги представників енергетичного, гірничо-видобувного і переробного (маються на увазі металургійні підприємства та підприємства, що входять до циклу металургійного виробництва) секторів, можна відзначити їх відносну технологічну відсталість, порівняно з аналогічними підприємствами, розташованими в економічно більш розвинених країнах. Відповідно, впровадження більш сучасних технологій і оновлення обладнання практично миттєво знаходить свій відгук у фінансових показниках роботи підприємства. Для порівняння: дані прогнозів свідчать про те, що питома вартість скорочення викидів вуглекислого газу промислово розвиненими країнами складає від 50 до 500 доларів за тону. Для України зниження викидів на одну тону CO₂ коштуватиме лише 5–20 доларів [4]. Основними причинами, як було зазначено, є застарілість як обладнання, так і технологічних процесів. З огляду на це одним з потенційних джерел надходження коштів можуть бути внутрішні фінансові ресурси, звільнені внаслідок оптимізації процесів на підприємстві.

Першим пропонованим кроком на шляху підвищення рівня ефективності промислових підприємств є модернізація системи управління. Даний аспект не потребує інвестицій у спеціальне обладнання чи закупівлю сучасних технологій. Найбільш простим і дієвим способом ми вбачаємо інтегрування в загальну систему управління підприємствами системи екологічного менеджменту за стандартом ISO 14001. Застосування цього стандарту має п'ять основних переваг: простота (стандарт є простим у застосуванні і достатньо продуманим, що економить час і матеріальні ресурси); системність (стандарт забезпечує системний підхід, зменшуючи ризики та імовірність похибки); уніфікованість (стандарт легко інтегрується з іншими стандартами серії ISO); проактивність (залучення до участі персоналу всього підприємства, що формує певну культуру досягнення спільної мети та розвиває навички роботи в команді) та репутація (впровадження стандартів системи ISO має позитивний ефект на імідж компанії як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках).

3 позиції функціонування під екологічним менеджментом розуміють частину системи управління організації, яка має власну структуру, обов'язки, відповідальність і ресурси для формування, аналізу та актуалізації екологічної політики конкретної організації [5]. Умовно кажучи – це окрема структурно-функціональна одиниця в системі управління підприємством, що має власні методи, методики, відпрацьовані процеси та важелі впливу на формування екологічної політики. Система екологічного менеджменту, вибудована на основі стандарту ISO 14001, є вертикально інтегрованою, що дає можливість вирішувати відповідні завдання на різних рівнях компетентності. Основними принципами, на яких базується робота системи екологічного менеджменту, є:

- охорона і збереження довкілля та підтримання на належному рівні його якості (води, повітря, земельних ресурсів);

- охорона здоров'я працівників підприємства і місцевого населення;

- регулювання процесу споживання та використання природних ресурсів [6]

Інтегруючи дану систему, підприємство не лише покращує екологічні показники, що є прямим завданням екологічного менеджменту, а й зменшує споживання ресурсів та сировини, паралельно підвищуючи рівень ефективності та імідж підприємства.

Основний фінансовий потенціал промислових підприємств зосереджений щонайменше у трьох аспектах, а саме: зниження викидів забруднюючих речовин (за рахунок оптимізації технологічних процесів) і як наслідок – зменшення виплат; регулювання процесу споживання природних ресурсів (зокрема як сировини, так і води) та підвищення виробничих показників (вихід готової продукції, затрати в людиноднях тощо). Для прикладу: екологічний податок на викид однієї тони забруднюючої речовини у вигляді твердих часточок складає 92,37 грн/т (стаття 243 ПКУ), в той же час виробництво 1 млн тон сталі супроводжується викидами 350 т пилу на добу протягом року [4]. Тобто вартість зазначеного об'єму виробництва складає близько 32 тис. грн, або майже 1 тис. євро кожної доби протягом року, що в кінцевому підсумку складатиме 350 тис. євро/рік з кожного виробленого 1 млн тон сталі. За 2018 рік підприємствами України вироблено 21 100 тис. тон сталі [7], тобто за дуже приблизними розрахунками в атмосферу потенційно могло бути викинуто (не беручи до уваги систему очищення) 2,7 млн тон твердих часточок у вигляді пилу на суму екологічного податку в розмірі 250 млн грн, або ж майже 7,5 млн євро. Зниження рівня викидів на 10% дозволить зекономити майже 3/4 млн євро. Одна з головних умов, що уможливує знизити викиди шкідливих речовин, – правильне, кваліфіковане ведення технологічних процесів. З одного боку, це є запорукою запобігання аваріям та непередбаченим

викидам шкідливих речовин, а з іншого – є прямою економією ресурсів. Так, киснево-конверторний спосіб виробництва сталі пов'язаний з досить значним виносом пилу у процесі продування киснем – з газами видувається до 1,5–2,0% дрібно-дисперсних часточок від маси залитого чавуну. В середньому, якщо оперувати абсолютними показниками, концентрація пилу у вихідних газах коливається в межах 20–250 г/м³ і залежить як від системи відводу та охолодження газів, так і від технології ведення процесу варіння сталі.

Другим етапом буде створення відповідного екологічного фонду на підприємстві, який буде наповнюватись коштами, отриманими в результаті економії за рахунок проведеної оптимізації технологічних процесів та обладнання.

Третій етап, що є фактичним продовженням попереднього, передбачає пошук зон для оптимізації, розробку стратегії досягнення цілей та її реалізацію.

На практиці налагодження подібного процесу є досить складним. Суттєво спрощує вирішення подібного завдання застосування циклу Шухарта – Демінга, також відомого як циклу PDCA (Plan-Do-Check-Act)–Плануй-Дій-Перевірй-Впливай. Сутність даного процесу зводиться до циклічності операцій, спрямованих на досягнення поставлених цілей з регулярною перевіркою (оцінкою) відповідності дій щодо поставлених завдань і внесенням відповідних коректив у разі виявлення такої потреби.

Прикладом ефективної діяльності системи екологічного менеджменту є чеська металургійна компанія Třinecké železářny, яка у 2013 році провела реконструкцію системи вторинного уловлювання пилу в кисневих конвертерах та оновлення деяких застарілих елементів пиловловлюючого обладнання на окремих виробничих ділянках, а також компанія ArcelorMittal Ostrava, яка встановила обладнання для уловлювання пилу на агломераційній фабриці. В обох випадках система екологічного менеджменту дала можливість виявити найбільш слабкі з точки зору забруднення навколишнього середовища ланки в системі і спрямувати зусилля на вирішення відповідних завдань.

Розглядаючи металургійне виробництво (за виключенням компонентів гірничо-видобувного комплексу) з точки зору пошуку зон для покращення, можна зрозуміти, що лівову частку забруднень дрібно-дисперсними речовинами (більше 70%) створюють аглофабрики [4]. Відповідно, реконструкція останніх і є пріоритетним напрямом модернізації. Таким шляхом пішла компанія ArcelorMittal Ostrava, що суттєво скоротила викиди за рахунок модернізації агломераційного виробництва. Кошти Třinecké železářny були спрямовані на реконструкцію аспіраційного обладнання киснево-конверторного виробництва, яке за рівнем продукування дрібно-дисперсних часточок займає друге місце після агломераційного (не беручи до уваги маргентівський спосіб отримання сталі). Окрім реконструкції агло-

фабрики, остання з 2013 року на доменних печач використовує технологію вдування пиловугільного палива, що дозволяє економити кокс. Коксохімічне виробництво є одним з найбільших забруднювачів атмосферного повітря органічними речовинами. Обидва підприємства паралельно з інтеграцією екологічного менеджменту залучали кошти Європейського фонду регіонального розвитку, що суттєво прискорило процес модернізації.

Прикладом реалізації проєктів з впровадження системи екологічного менеджменту за стандартом ISO 14001 є вітчизняні підприємства холдингу Метінвест. Загалом система екологічного менеджменту на основі стандарту ISO 14001:2015 інтегрована на 15 підприємствах холдингу. Так, шляхом залучення власних коштів була проведена реконструкція найбільшої в Європі аглофабрики МК імені Ілліча. Даний процес триває з 2015 року і наразі перебуває на завершальному етапі. Загальний обсяг інвестицій у даний проєкт склав близько 150 млн доларів США. Модернізована система очищення агломераційних газів дозволить зменшити викиди твердих часточок на 90%, та викиди оксиду сірки до 42%. Завдяки модернізації газоочисної станції та дробоструминної камери Маріупольський ремонтно-механічний завод зменшив викиди пилу на 30%. Підприємство «Запоріжжкокс» провело капітальний ремонт трьох коксових батарей, що зменшило викиди на 45%. Ці та інші модернізаційні процеси стали можливими в тому числі завдяки впровадженню системи екологічного менеджменту на виробництвах. Залучення ресурсів відповідних фондів могло б суттєво прискори-

рити реконструкцію, однак сьогодні поточний підхід залишається оптимальним у реаліях України.

Основними перевагами інтеграції екологічного менеджменту на виробництвах є:

- дотримання вимог екологічної безпеки, екологічних стандартів, нормативів та лімітів використання природних ресурсів;
- запобігання забрудненню навколишнього природного середовища;
- впровадження маловідходних та безвідходних технологій на виробництвах;
- підвищення відповідальності та сприяння мотивуванню щодо охорони навколишнього природного середовища.

Окремим позитивним аспектом впровадження екологічного менеджменту є можливість пошуку і мобілізації внутрішніх ресурсів підприємства та їх спрямування у фонд екологізації, а загальним результатом всього процесу є підвищення іміджу підприємства.

Головні висновки. В Українських реаліях підприємствам досить важко знайти кошти на екологічну модернізацію, що з часом призводить до зменшення їх конкурентної ефективності на ринку. Можливим виходом із ситуації є залучення внутрішніх можливостей самих підприємств. Основним інструментом є екологічний менеджмент. Впровадження даної системи на підприємстві дозволить сформувати відповідний екологічний фонд, наповнення якого буде відбуватись за рахунок економії коштів, отриманих внаслідок процесу оптимізації промислового виробництва і технологій – екологізації виробництва.

Література

1. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 19.03.2021).
2. Environmental Performance Index 2020. URL: <https://epi.yale.edu/> (дата звернення: 19.03.2021).
3. European Structural and Investment Funds. URL: https://ec.europa.eu/regional_policy/en/funding/ (дата звернення: 19.03.2021)
4. Мальований М.С., Боголюбов В.М., Шаніна Т.П., Шмандій В.М., Сафранов Т.А. Техноекологія: підручник / за ред. М.С.Мальованого. Львів : Національний університет «Львівська політехніка», 2013. 424 с.
5. Балацький О., Лук'янихін В., Лук'янихіна О. Екологічний менеджмент: проблеми і перспективи становлення та розвитку. *Економіка України*. 2000. № 5. С. 67–73.
6. Білявська Ю.В. Екологічний менеджмент підприємства. *Економіка України*. 2016. 4 (653). С. 104–111.
7. Steel Statistical Yearbook, 2018. 126 p. URL: https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:e5a8eda5-4b46-4892-856b-00908b5ab492/SSY_2018.pdf.

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ ПІДПРИЄМСТВ З ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ НА ОТОЧУЮЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Савченко В.М., Міненко С.В., Савченко Л.Г.

Поліський національний університет
бульв. Старий, 7, 10002, м. Житомир
dgs-ua@ukr.net, dgs-ua1@ukr.net, slgua@ukr.net

В умовах соціально-економічних перетворень, що відбуваються в Україні, значимість автомобілів у транспортній системі постійно зростає. Процес автомобілізації країни можна назвати суперечливим. З одного боку, він забезпечує нову якість життя людей і сприяє розвитку ринкової економіки, з іншого – зазначений процес супроводжується й негативними наслідками, основним з них є забруднення навколишнього середовища. Наразі частка автотранспорту в забрудненні навколишнього середовища в Україні досягає 23%, що перевищує аналогічний показник розвинених країн більш ніж в 1,2 рази. У контексті вищезазначеного важливим є удосконалення системи технічного сервісу автотранспортних засобів і підвищення рівня надання послуг з їх технічного обслуговування й ремонту. В таких умовах особливу важливість набуває проблема забезпечення екологічної безпеки підприємств технічного сервісу. Мета статті полягає у розкритті особливостей системи управління охороною навколишнього середовища на підприємствах технічного сервісу як важливого складника їх екологічної безпеки.

У статті розглянуто особливості системи управління охороною навколишнього середовища на підприємствах технічного сервісу; визначено цілі екологічної політики; відзначено важливість планування природоохоронної діяльності; оговорено основи впровадження й функціонування системи охорони навколишнього середовища; сказано про напрями проведення перевірок діяльності, що впливає на навколишнє середовище. Доведено, що подібно до загальної економічної діяльності, природоохоронна діяльність та функціонування екологічної системи на підприємствах технічного сервісу періодично потребують корекції та удосконалення. І цьому сприятиме ефективна система управління охоронного навколишнього середовища, що включатиме наступні основні елементи: екологічну політику; планування природоохоронної діяльності; впровадження й функціонування системи охорони навколишнього середовища; проведення перевірок діяльності, що впливає на навколишнє середовище; аналіз результатів діяльності з охорони навколишнього середовища з боку керівництва. *Ключові слова:* екологічна безпека, навколишнє середовище, підприємство технічного сервісу, системи управління охороною навколишнього середовища, екологічна політика.

Ecological safety and lowering impact on environment of the company of technical service. Savchenko V., Minenko S., Savchenko L.

In the context of social and economic transformations taking place in Ukraine, the importance of cars in the transport system is constantly growing. The process of motorization of the country can be called controversial. The process of motorization of the country provides a new quality of life for people and contributes to the development of a market economy, on the other hand, this process is accompanied by negative consequences, the main of which is environmental pollution. Currently, the share of vehicles in environmental pollution in Ukraine reaches 23%, which is more than 1.2 times higher than in developed countries. In the context of the above, it is important to improve the system of technical service of vehicles and increase the level of provision of services for their maintenance and repair. In such conditions, the problem of ensuring the environmental safety of companies of technical service becomes especially important. The goal of the article is to disclose the peculiarities of environmental management system in companies of technical service as an important compound of their ecological safety.

The article considers the features of the environmental management system at the companies of technical service; defines the goals of environmental policy; notes the importance of environmental planning; agrees on the basics of implementation and functioning of the environmental protection system; shows the directions of carrying out inspections of activities that affect the environment. It is proved that, like general economic activity, environmental protection and the functioning of the ecological system at companies of technical service need to be corrected and improved from time to time. And this will be facilitated by an effective system of environmental management, which will include the following main elements: environmental policy; environmental planning; introduction and functioning of the environmental protection system; conducting inspections of activities that affect the environment; analysis of the results of environmental activities by management. *Key words:* ecological safety, environment, company of technical service, environment protection management system, ecological policy.

Постановка проблеми. В умовах соціально-економічних перетворень, що відбуваються в нашій країні, значимість автомобілів у транспортній системі постійно зростає. Швидкими темпами росте їх внесок у забезпечення мобільності й підвищення рівня життя населення. Однак процес автомобілізації країни можна назвати суперечливим. З одного боку,

автомобілізація забезпечує нову якість життя людей і сприяє розвитку ринкової економіки, з іншого боку, зазначений процес супроводжується й негативними наслідками. Основні з них пов'язані зі збитком від ДТП, перевантаженням доріг і міських вулиць, проблемою утилізації автотранспортних засобів, а також із забрудненням навколишнього середовища. Наразі

частка автотранспорту в забрудненні навколишнього середовища в Україні на даний момент досягає 23%, що перевищує аналогічний показник розвинених країн більш ніж в 1,2 рази.

У контексті вищезазначеного важливим є удосконалення системи технічного сервісу автотранспортних засобів і підвищення рівня надання послуг з їх технічного обслуговування й ремонту. При цьому динаміка розвитку інфраструктури технічного сервісу автотранспорту повинна чітко корелюватися з темпами розвитку автомобільної промисловості й динамікою продажу автомобілів закордонного виробництва. Тільки за умови адекватного збільшення кількості постів обслуговування й ремонту автотранспортних засобів за рахунок уведення нових, розширення й реконструкції існуючих підприємств автосервісу, оснащення їх сучасним технологічним устаткуванням і кваліфікованим персоналом автотранспорт, що перебуває в експлуатації, буде вчасно обслужений і забезпечений якісним ремонтом. У таких умовах особливу важливість набуває проблема забезпечення екологічної безпеки підприємств технічного сервісу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Загальні проблеми, пов'язані із впровадженням екологічної політики на підприємствах, знайшли відображення у працях таких відомих закордонних і вітчизняних вчених, як О. Балацький, Р. Єфремова, Т. Галушкін, А. Ендерс, Л. Жубанова, В. Ігнатов, А. Кокін, Л. Мельник, А. Сармурзина, Ю. Саталкін, В. Шевчук, Ш. Хамзіна, А. Хачапуров, М. Яцків, І. Яремчук та ін. Проте, незважаючи на численні розробки, питання забезпечення екологічної безпеки саме на підприємствах технічного сервісу залишаються актуальними.

Мета статті полягає у розкритті особливостей системи управління охороною навколишнього середовища на підприємствах технічного сервісу як важливого складника їх екологічної безпеки.

Виклад основного матеріалу. Система управління охороною навколишнього середовища будь-якого підприємства (в тому числі і підприємства технічного сервісу) повинна включати такі основні елементи:

- екологічну політику;
- планування природоохоронної діяльності;
- впровадження й функціонування системи охорони навколишнього середовища;
- проведення перевірок діяльності, що впливає на навколишнє середовище;
- аналіз результатів діяльності з охорони навколишнього середовища з боку керівництва [3, с. 27].

Екологічна політика відповідно до характеру й масштабів впливу виробничої діяльності на навколишнє середовище визначає найважливіші екологічні аспекти діяльності підприємства технічного сервісу, а також включає цілі та зобов'язання у сфері постійного її покращення й запобігання забрудненню.

Екологічна політика підприємства технічного сервісу в ХХІ ст. повинна ґрунтуватися на наступних принципах і зобов'язаннях [4, с. 102]:

- раціональності використання ресурсів;
 - пріоритетності планованих і реалізованих дій та заходів, пов'язаних з попередженням (запобіганням) впливу на навколишнє середовище, перед заходами і й діями з мінімізації й ліквідації наслідків такого впливу;
 - охорони здоров'я й безпеки персоналу підприємства автосервісу й населення;
 - послідовному безперервному покращенні характеристик і показників впливу здійснюваної діяльності, продукції й послуг на навколишнє середовище й споживання ресурсів з орієнтацією на сформований на конкретному етапі науково-технічного прогресу рівень розвитку техніки й технології й стан розвитку суспільства;
 - обов'язковому дотриманні вимог природоохоронного законодавства, у тому числі міжнародних угод, українського державного й місцевого законодавства, галузевих нормативних вимог, а також інших нормативних вимог, які регламентують діяльність підприємств технічного сервісу;
 - прийнятті й реалізації будь-яких управлінсько-виробничих рішень із урахуванням екологічних аспектів майбутньої діяльності, виробленої продукції й надаваних послуг;
 - послідовному залученні й мотивації (підвищення кваліфікації, заохочення, відповідальність) усього персоналу до природоохоронної діяльності;
 - інформуванні й підтримці відкритого діалогу з усіма зацікавленими в екологічних аспектах діяльності підприємства технічного сервісу й результатах оцінки його впливу на навколишнє середовище;
 - розумінні пріоритетності системного екологічного управління у сфері природоохоронної діяльності й прагнення до послідовного впровадження міжнародних стандартів з менеджменту.
- Ю.О. Ніколаєв називає основні цілі екологічної політики підприємства технічного сервісу [6, с. 140]:
- досягнення рівня екологічної безпеки, що відповідає показникам кращих підприємств;
 - підвищення екологічної безпеки підприємства, зниження впливу на навколишнє середовище за рахунок підвищення надійності, забезпечення безпечної й безаварійної роботи технологічного устаткування;
 - запобігання й мінімізація кількості й токсичності викидів, скидів забруднюючих речовин і відходів при збільшенні обсягів виробництва за рахунок впровадження нових технологій, устаткування, матеріалів і підвищення рівня автоматизації управління технологічними процесами;
 - впровадження ефективних технічних рішень і технологій з мінімізації й ліквідації рівня забруднення навколишнього середовища.
- Екологічна політика кожним підприємством технічного сервісу має розроблятися самостійно й пері-

одично переглядатися з урахуванням результатів перевірок, аудиту й аналізу, доводиться до відомості всіх співробітників.

Планування природоохоронної діяльності здійснюється, виходячи з виявлених екологічних аспектів діяльності і виділення з них пріоритетних. При виділенні пріоритетних екологічних аспектів враховуються [1, с. 34]:

- 1) масштаб впливу;
- 2) вимоги нормативно-правових актів;
- 3) зобов'язання, визначені в екологічній політиці.

На основі виділених пріоритетних екологічних аспектів формуються цілі й завдання природоохоронної діяльності підприємства технічного сервісу. Ці завдання припускають розробку планових показників і показників оцінки досягнення, а також відповідальних і строки виконання, забезпечення фінансовими, матеріальними й трудовими ресурсами, які формалізуються у планах і перспективних програмах з навколишнього середовища.

Впровадження й функціонування системи охорони навколишнього середовища передбачають організацію й практичну реалізацію природоохоронної діяльності на підприємствах технічного сервісу.

Ефективне функціонування системи управління навколишнього середовища базується на виконанні таких умов [1, с. 35]:

– розподілі відповідальності за охорону навколишнього середовища, що ґрунтується на організаційній структурі кожного підприємства технічного сервісу;

– системі екологічного навчання персоналу підприємства технічного сервісу, якою визначатимуться категорії фахівців і персоналу, чия діяльність впливає на навколишнє середовище, категорії визначення потреби в навчанні, порядок прийняття рішень про направлення на навчання, порядок перевірки ефективності навчання (атестації);

– системі стимулювання персоналу підприємства технічного сервісу щодо підвищення кваліфікації й ефективності природоохоронної діяльності;

– оперативного зв'язку між різними рівнями системи управління охороною навколишнього середовища;

– системі поводження з документами, що регламентують або реєструють всі аспекти цієї діяльності. Система документообігу у сфері охорони навколишнього середовища функціонує відповідно до внутрішнього регламенту, а також документів, що регламентують звітність перед контролюючими організаціями;

– визначенні й контролі операцій, що впливають на навколишнє середовище. Порядок управління операціями визначає: процедури ідентифікації операцій, виявлення найбільш значимих операцій, визначення кількісних критеріїв роботи персоналу на операціях з метою дотримання встановлених планових екологічних показників, функціональну відповідальність за дотримання встановлених вимог;

– системі запобігання надзвичайних і аварійних ситуацій на підприємствах технічного сервісу, що включає: процедури й методи визначення ризиків, виникнення надзвичайних ситуацій, документування всіх виникаючих аварійних і надзвичайних ситуацій, порядок дій персоналу у разі виникнення аварійної й надзвичайної ситуації, план заходів щодо попередження аварійних і надзвичайних ситуацій тощо.

Проведення перевірок діяльності, що впливає на навколишнє середовище на підприємствах технічного сервісу, має здійснюватися у формі екологічного моніторингу, виробничого екологічного контролю й екологічного аудиту, у ході яких реєструються дані про навколишнє середовище, на підставі яких проводиться аналіз, виявляються невідповідності й приймаються попереджувальні й коригувальні дії [2, с. 9].

Керівництво підприємства технічного сервісу регулярно проводить аналіз результатів діяльності з охорони навколишнього середовища з метою забезпечення ефективності процесу управління охороною навколишнього середовища. Результати аналізу з боку керівництва оформлюються документально й використовуються для підготовки попереджувальних і коригувальних дій.

Внутрішні нормативно-методичні, організаційні документи підприємства технічного сервісу у сфері охорони навколишнього середовища розробляються на основі міжнародних, державних законодавчих і нормативних актів, з урахуванням вимог, встановлених органами місцевого самоврядування територій, на яких підприємство технічного сервісу і його структурні підрозділи здійснюють свою діяльність. Внутрішні документи, які розробляються та приймаються на підприємстві технічного сервісу з питань охорони навколишнього середовища й ресурсів, повинні бути спрямовані на запобігання впливу на навколишнє середовище й на послідовне покращення усіх екологічних аспектів діяльності, а також забезпечувати можливість оцінки впливу на навколишнє середовище та її стан; розробки, прийняття й коректування екологічної політики, цілей і завдань; планування, організації й практичної реалізації діяльності з охорони навколишнього середовища; поточного моніторингу й контролю діяльності; аудиту систем управління навколишнім середовищем, аналізу досягнутих результатів й удосконалення діючої системи управління охороною навколишнім середовищем [2, с. 10].

Зазвичай керівництво щодо реалізації політики у сфері екологічної безпеки здійснюють або власне сам директор, або безпосередньо особа, уповноважена у сфері охорони навколишнього середовища (технічний директор, головний інженер тощо). Керівник підприємства технічного сервісу:

– організує розробку, забезпечує реалізацію й необхідне коректування екологічної політики підприємства;

– організує діяльність з дотримання співробітниками підприємства державного природоохоронного законодавства, нормативно-правових актів органів місцевого самоврядування, приписів органів державного нагляду;

– визначає обов'язки керівників структурних підрозділів підприємства технічного сервісу (або спеціально вповноваженого співробітника), відповідального за екологічну безпеку;

– затверджує внутрішні документи, що регламентують природоохоронну діяльність підприємства технічного сервісу [8, с. 69].

Особа, безпосередньо уповноважена у сфері охорони навколишнього середовища, своєю чергою:

– організує й забезпечує реалізацію екологічної політики й найважливіших природоохоронних цілей;

– організує забезпечення відповідності виробництва, продукції й послуг вимогам відповідних стандартів, правил і норм охорони навколишнього середовища й раціонального використання природних ресурсів;

– організує й забезпечує планування природоохоронної діяльності, спрямовану на досягнення затверджених екологічних цілей відповідних цільових і планових показників з усіх найважливіших екологічних аспектів виробництва, продукції й послуг;

– керує розробкою, розглядає, затверджує й коректує природоохоронні плани й програми;

– організує розробку й забезпечує впровадження прогресивних систем і форм організації роботи з охорони навколишнього середовища;

– контролює забезпечення головними спеціалістами відповідності технології виробництва, устаткування, будинків і споруд вимогам стандартів, правил і норм охорони навколишнього середовища;

– здійснює контроль над виконанням працівниками підприємства правил, наказів керівника;

– керує розробкою, організує розгляд і затвердження у встановленому порядку організаційно-технічних заходів щодо покращення екологічної обстановки, організує контроль їх виконання;

– періодично перевіряє організацію роботи з охорони навколишнього середовища в структурних підрозділах підприємства;

– проводить перевірку знань у сфері охорони навколишнього середовища;

– забезпечує формування планів екологічного навчання працівників;

– організує розробку й впровадження форм і систем стимулювання (заохочення) працівників за кращу роботу у сфері охорони навколишнього середовища;

– організує і забезпечує регулярний процес екологічного моніторингу й екологічного аудиту;

– організує й забезпечує взаємодію між різними рівнями управління, а також зв'язки із зовнішніми зацікавленими з питань природоохоронної діяльності сторонами;

– здійснює загальне управління розробкою і впровадженням нормативно-методичних документів, що регламентують природоохоронну діяльність підприємства технічного сервісу [8, с. 70].

Під час здійснення своїх обов'язків особа, уповноважена у сфері охорони навколишнього середовища, має право:

– у будь-який час доби безперешкодно оглядати виробничі об'єкти, знайомитися з документами з питань охорони навколишнього середовища;

– давати керівникам і фахівцям (інженерно-технічним працівникам) підрозділів вказівки про усунення виявлених недоліків у роботі й порушень правил і норм з охорони навколишнього середовища. Ці вказівки можуть бути скасовані тільки письмовим розпорядженням генерального директора;

– забороняти роботу на виробничих об'єктах за умов, небезпечних для навколишнього природного середовища;

– відсторонювати від роботи осіб, що допустили порушення правил і норм з охорони навколишнього середовища (через керівників відповідних підрозділів);



Рис. 1. Система управління охороною навколишнього середовища на підприємствах технічного сервісу [5, с. 69]

– вносити керівнику підприємства пропозиції про заохочення окремих працівників за активну діяльність у сфері охорони навколишнього природного середовища, а також про позбавлення або зниження розміру премії, про накладення дисциплінарних стягнень на керівників і фахівців підрозділів за порушення правил і норм з охорони навколишнього середовища [8, с. 70].

Конкретні обов'язки співробітників підприємства технічного сервісу у сфері охорони навколишнього середовища відбиваються в їх посадових інструкціях з урахуванням структури й специфіки виробничо-господарської діяльності підприємства.

Реалізація системи управління охороною навколишнього середовища на підприємствах технічного сервісу вимагає одночасного вирішення ряду взаємозалежних завдань (рис. 1).

Так, контроль за станом навколишнього середовища здійснюється з огляду на виявлені екологічні аспекти діяльності й виділення з них пріоритетних [5, с. 69]:

- контроль за неналежною утилізацією відходів;
- контроль за станом стічних вод і проведення заходів щодо їх очищення;
- контроль за станом атмосферного повітря й рівнем шуму;
- контроль за дотриманням правил охорони навколишнього середовища усіма працівниками підприємства.

Розробка пропозицій і реалізація заходів з охорони навколишнього середовища має на увазі організацію й практичну реалізацію природоохоронної діяльності:

- проведення заходів щодо очищення зливних і технологічних вод. Використання системи оборотного водопостачання;
- проведення заходів щодо очищення повітря й зниження рівня шуму;
- розробка й впровадження методів, що дозволяють зменшити частку відходів [5, с. 70].

Робота з кадрами припускає:

- інформування всіх працівників про необхідні навчально-роз'яснювальні заходи;
- підготовка й проведення контрольно-роз'яснювальних заходів;
- тісна взаємодія з іншими уповноваженими особами підприємства (тими, хто відповідає, наприклад, за охорону праці).

Інформаційне забезпечення передбачає:

- інформування в інтересах підтримки позитивного іміджу підприємства, громадськості й клієнтів про вжиті заходи із захисту навколишнього середовища;
- інформування комерційної дирекції про виявлені небезпеки, недоліки й порушення;

– інформування керівництва про альтернативні можливості утилізації відходів з меншими витратами;

– інформування всіх працівників із правилами поведінки з небезпечними матеріалами [5, с. 70].

До нормативно-правових аспектів належать такі:

– придбання для підприємства видань, інформаційних матеріалів, що включають усі закони, які поширюються на нього, підзаконні акти й інші правові документи з охорони навколишнього середовища;

– постачання служб підприємства необхідною для них спеціальною літературою, інструкціями й інформаційними матеріалами;

– одержання необхідних дозволів;

– регулярний зв'язок з компетентними представниками влади;

– участь у заходах щодо підвищення кваліфікації.

Економіка й організація підприємства технічного сервісу включає:

– постійний контроль за витратами на охорону навколишнього середовища;

– регулярне вивчення альтернативних і більш раціональних природоохоронних заходів;

– участь у прийнятті рішень щодо придбання експлуатаційних й інших матеріалів з урахуванням можливого здешевлення утилізації відходів [5, с. 71].

Маркетинг передбачає:

– постійний контроль каналів утилізації відходів;

– перевірку й відбір за екологічними критеріями фірм, що пропонують різні послуги;

– участь у прийнятті рішень про придбання експлуатаційних й інших матеріалів, потенційно небезпечних для навколишнього середовища.

Для малих підприємств технічного сервісу характерно, що питаннями екологічної безпеки та охорони навколишнього середовища займаються або безпосередньо власник або начальник сервісного цеху.

Висновки. У підсумку зауважимо, що в Україні велика кількість підприємств (у тому числі і підприємства технічного сервісу) досить мало уваги звертають у власній діяльності на охорону навколишнього середовища. Подібно до загальної економічної діяльності, природоохоронна діяльність та функціонування екологічної системи на підприємствах технічного сервісу періодично потребують корекції та удосконалення. І цьому сприятиме ефективна система управління охоронного навколишнього середовища, що включатиме наступні основні елементи: екологічну політику; планування природоохоронної діяльності; впровадження й функціонування системи охорони навколишнього середовища; проведення перевірок діяльності, що впливає на навколишнє середовище; аналіз результатів діяльності з охорони навколишнього середовища з боку керівництва.

Література

1. Бабина Ю.В. Экологическая политика предприятия в современных условиях хозяйствования. *Экология производства*. 2017. № 3. С. 32–40.
2. Голуб С.Г. Механізми управління екологічною безпекою на підприємстві. *Причорноморський екологічний бюлетень*. 2014. № 3. С. 8–18.
3. Егорова Л.Г. Система управления охраной окружающей среды на предприятии. *Вестник науки и техники*. 2014. № 2. С. 24–36.
4. Михайлик О.Л. Екологічний менеджмент : навч. посіб. Вид. 2-ге. Київ : Знання, 2012. 366 с.
5. Ибатуллина С. Системный подход к внедрению международных экологических стандартов на современных предприятиях. *Экономика и управление*. 2016. № 2. С. 68–72.
6. Ніколаєв Ю.О. Нікітко В.І. Формування системи еколого-економічного управління на вітчизняних підприємствах. *Економічний вісник НГУ*. 2008. № 1–2. С. 140.
7. Потай О.А. Концептуальні засади екологічного менеджменту підприємства. *Регіональна економіка*. 2008. № 5. С. 32–37.
8. Швиданенко Г.О., Криворучкіна О.В., Матукова Д.Г. Розвиток підприємства на еколого-економічних засадах: монографія. Київ : КНЕУ, 2017. 184 с.

ЕКОЛОГІЯ ТА ЕКОНОМІКА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

УДК 336.22 (094.4): 504: 657

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.12>

АНАЛІЗ РОЗМІРІВ СПЛАТИ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОДАТКІВ НА ТЕРИТОРІЇ ЗАХІДНОЇ УКРАЇНИ

Бондар О.Б.

Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія імені Тараса Шевченка
вул. Ліцейна, 1, 47003, м. Кременець, Тернопільська обл.
olexandr.bondar@i.ua

Збільшення кількості населення планети підвищує значне антропогенне навантаження на довкілля. Одним зі способів зменшення цього впливу та відновлення навколишнього середовища є сплата екологічних податків.

Мета роботи – проаналізувати розмір сплати екологічних податків.

Для проведення аналізу сплати екологічних податків на території західної України використовували дані із сайту www.saveecobot.com. Цей аналіз здійснювали за допомогою програми Microsoft Excel 2010, а для побудови схеми-карти використовували MapInfo Professional 12.3 та векторну карту України.

Розмір сплати екологічних податків проаналізовано на території Західної України (Волинської, Рівненської, Львівської, Тернопільської, Хмельницької, Закарпатської, Івано-Франківської та Чернівецької адміністративних областей) з 2016 до 2020 року. Так, цих податків загалом сплачено в розмірі 3,1 млрд грн. Серед адміністративних областей найбільшу частку цього податку сплачено в Львівській області (86,0% від загальної кількості податків), частка сплати екологічного податку на території інших областей є незначна (Хмельницька – 4,2%, Івано-Франківська – 3,5%, Волинська – 1,3%, Тернопільська – 0,8%, Закарпатська – 0,5% Чернівецька – 0,4%).

Проаналізовано сплату екологічних податків Західної України за викиди в атмосферне повітря (двоокисом вуглецю), розміщення відходів, скидів забруднювальних речовин у водні об'єкти в розрізі восьми адміністративних областей України станом на 2020 рік. Так, найбільшу частку сплачено екологічного податку за викиди в атмосферне повітря (89,2% від загальної кількості податків), значно менше становить частка від розміщення відходів (6,8%) та скидів забруднювальних речовин у водні об'єкти (4,0%). Наведено перелік топ-10 організацій за найбільшим обсягом сплати екологічного податку у восьми областях України.

Практичне значення результатів досліджень полягає в тому, що підвищення ефективності екологічних податків сприятиме зменшенню рівня забруднення навколишнього середовища, а це спричинить підвищення рівня здоров'я населення.
Ключові слова: екологічні податки, адміністративна область, відходи, забруднення повітря, Західна Україна.

Analysis of the amount of environmental taxes' payment in Western Ukraine. Bondar O.

Growing population of the planet increases the significant anthropogenic pressure on the environment. One of the ways to reduce this impact and restore the environment is to pay environmental taxes.

The purpose of the work was to analyze the amount of environmental taxes' payment.

To perform the analysis of the payment of environmental taxes in western Ukraine data from the website www.saveecobot.com were used. This analysis was performed using Microsoft Excel 2010, while MapInfo Professional 12.3. and vector map of Ukraine were applied to build the sketch map.

The amount of payment of environmental taxes was analyzed in western Ukraine (Volyn, Rivne, Lviv, Ternopil, Khmelnytskyi, Zakarpattia, Ivano-Frankivsk and Chernivtsi administrative regions) from 2016 to 2020. Thus, these taxes were paid in the amount of UAH 3.1 billion in total. Among administrative regions, the largest share of this tax was paid in Lviv region (86.0 % of the total amount of taxes), the share of environmental tax payment in other regions was insignificant (Khmelnytskyi – 4.2%, Ivano-Frankivsk – 3.5%, Volyn – 1.3%, Ternopil – 0.8%, Zakarpattia – 0.5%, Chernivtsi – 0.4%).

The payment of the following environmental taxes in western Ukraine was analyzed: tax for atmospheric emissions (including carbon dioxide emissions), tax for waste disposal, discharges of pollutants into water bodies as of 2020. It was revealed that the largest share of environmental tax was paid for atmospheric emissions (89.2% of the total amount of taxes), much smaller were the shares of waste disposal (6.8%) and discharges of pollutants into water bodies (4.0%). The list of the top 10 organizations by the largest amount of environmental tax payment in eight regions of Ukraine is provided.

The practical significance of the research results is that increasing efficiency of environmental taxes will contribute to reducing the level of environmental pollution, which in turn will improve the health of the population. *Key words:* environmental taxes, administrative region, waste, air pollution, western Ukraine.

Постановка проблеми. У сучасних урбанізованих умовах забезпечення екологічного добробуту є одним із ключових пріоритетів існування людства. Одним із факторів підвищення екологічного добробуту є впровадження екологічних податків, які впливатимуть фінансово і економічно на шкідливу господарську діяльність підприємств.

У Податковому кодексі України вказано, що «екологічний податок – загальнодержавний обов’язковий платіж, що справляється з фактичних обсягів викидів у атмосферне повітря, скидів у водні об’єкти забруднювальних речовин, розміщення відходів, фактичного обсягу радіоактивних відходів, що тимчасово зберігаються їх виробниками, фактичного обсягу утворених радіоактивних відходів та з фактичного обсягу радіоактивних відходів, накопичених до 1 квітня 2009 року» [6; 7].

В Україні необхідно інструментами державного управління стимулювати екологізацію виробництва шляхом застосування екологічного оподаткування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження проблем екологічного оподаткування в Україні присвячено значна кількість наукових публікацій таких учених, як Т.М. Шульга [9], В.А. Фостолович, А.С. Возик [8], О.В. Лега, Л.В. Яловега, Т.Б. Прийдак [4], К. Канонішена-Коваленко [2] С.О. Нікола, А.О Гусев [5]. У наукових працях вищенаведених учених охарактеризовано та проаналізовано роль та сучасний стан екологічного оподаткування та стягнення екологічного податку в Україні, а також запропоновано способи щодо його реформування.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. У цій статті наведена інформація щодо сплати екологічних податків до бюджетів областей платниками рентної плати за користування надрами. Для розвитку й контролю екологічного оподаткування в нашій державі необхідно більш суворо регулювати обсяги викидів та забезпечити своєчасну сплату цих податків.

Новизна. Уперше для областей Західної України (Львівської, Тернопільської, Івано-Франківської, Волинської, Рівненської, Хмельницької, Чернівецької та Закарпатської) проаналізовано динаміку екологічних податків із 2016 до 2020 років.

Проаналізовано класифікацію видів доходів бюджетів Західної України (із 1 січня до 31 грудня 2020 року). Складено список організацій (топ-10) за найбільшим обсягом сплати екологічного податку в Хмельницькій, Закарпатській, Івано-Франківській, Чернівецькій областях.

Методологічне або загальнонаукове значення. Для проведення досліджень використовували дані аналітики щодо екологічних податків в Україні [1]. До Західної України були уналеженні такі адміністративні області (рис. 1): Волинська (1), Рівненська (2), Львівська (3), Тернопільська (4), Хмельницька (5), Чернівецька та Закарпатська (6), Івано-Франківська (7), Чернівецька (8).

Географічні координати крайніх точок регіону досліджень: на півночі – 25°15'33", 51°58'09", півдні – 24°53'05", 47°43'26", заході – 22°08'31", 48°25'43" та сході – 27°54'05", 49°11'10".



Рис. 1. Схема-карта регіону дослідження

Класифікація видів доходів бюджетів областей [1] Західної України (з 1 січня до 31 грудня 2020 року):

1) екологічний податок за викиди в атмосферне повітря (код: 19010100);

2) надходження від скидів забруднювальних речовин у водні об'єкти (код: 19010200);

3) надходження від розміщення відходів (код: 19010300);

4) екологічний податок за утворення та/або тимчасове зберігання радіоактивних відходів (код: 19010400);

5) екологічний податок за викиди в атмосферне повітря двоокису вуглецю (код: 19011000)

Аналіз цих даних проведено з використання геоінформаційних технологій (*MapInfo Professional 12.3. beta*), а також відповідних прикладних комп'ютерних програм (*Microsoft Excel 2010*).

Виклад основного матеріалу. Усього на території Західної України з 2016 до 2020 рр. сплачено податків на суму майже 3,1 млрд. грн. (табл. 1). Так, найбільшу частку податків сплачено на території Львівської

області (86,0% від загальної кількості податків), значно менше – у Хмельницькій (4,2%), Івано-Франківській (3,5 %), частка сплати в інших областях становить менше 3,2% (Волинська – 1,3%, Тернопільська – 0,8%, Закарпатська – 0,5% Чернівецька – 0,4%).

Аналіз структури сплати екологічних податків свідчить про те, що за період дослідження (із 1 січня 2016 до 31 грудня 2020 року) спостерігається певні закономірності (табл. 1):

– збільшується щорічно загальний розмір сплати екологічних податків на території таких Волинської, Тернопільської, Хмельницької, Івано-Франківської та Чернівецької областей.

– протягом одного року (2016–2017 роки) розмір сплати екологічних податків у Львівській області збільшився у 10,5 раза, з 2018 до 2019 рр. екоподаток збільшився на 31,8%, а з 2020 року сплата цього податку зменшилася у 1,5 раза порівняно з минулим роком (2019 рік).

– протягом двох років (2016–2018 роки) розмір сплати екологічних податків у Закарпатській області

Таблиця 1

Динаміка сплати екологічних податків у розрізі областей (2016–2020 рр.), млн грн.

Область	Рік					Разом
	2016	2017	2018	2019	2020	
Волинська	4,9	5,7	8,3	8,9	12,7	40,4
Рівненська	10,6	7,5	16,1	29,9	36,1	100,3
Львівська	57,1	599,3	662,5	803,1	538,4	2 660,4
Тернопільська	3,3	3,8	4,7	6,3	6,4	24,6
Хмельницька	15,5	18,6	20,7	36,0	38,1	129,0
Закарпатська	3,9	3,1	2,4	3,3	3,8	16,5
Івано-Франківська	4,3	5,5	9,5	30,7	59,7	109,7
Чернівецька	2,2	2,3	2,5	2,8	3,9	13,8
Всього	102,0	645,8	726,8	921,1	699,0	3 094,7

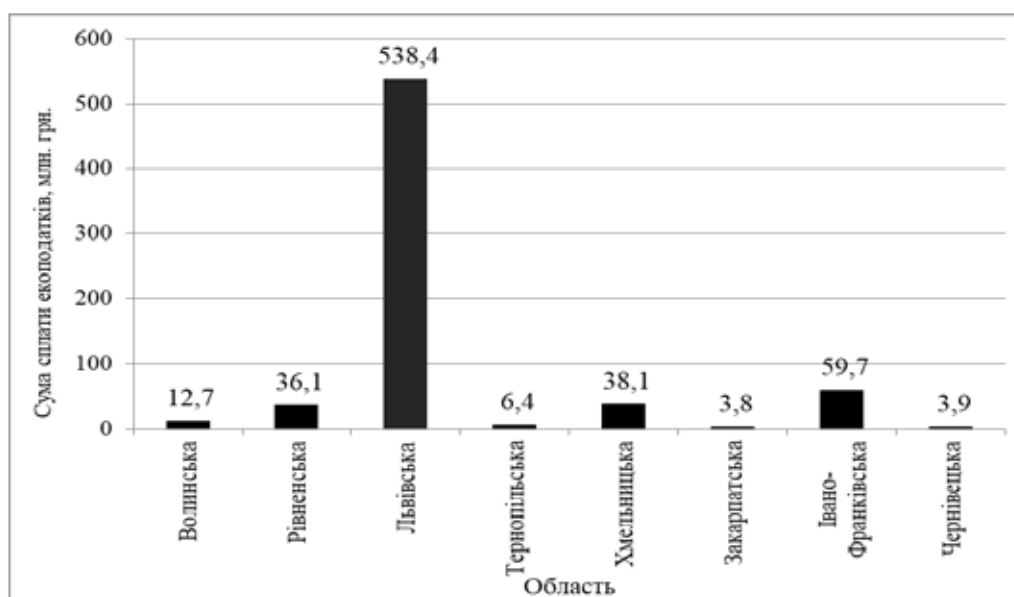


Рис. 2. Сума сплати екологічних податків у розрізі адміністративних областей, млн грн

зменшився на 38,5%, а з 2019 до 2020 рр. сплата цього податку поступово збільшується на 14,6%.

– протягом одного року (2016–2017 роки) розмір сплати екологічних податків у Рівненській області зменшився у 1,4 раза, а з 2018 до 2020 рр. загальний розмір сплати екоподатку поступово збільшується.

Найбільший обсяг сплати екологічних податків зосереджено на території Львівської області. Це пояснюється значною (великою) кількістю: чисельності місцевих жителів, підприємств [3] порівняно з іншими областями Західної України.

Усього на території дослідного об'єкта за період з 1 січня до 31 грудня 2020 року сплачено екологічних податків на суму 699,0 млн грн (рис. 2).

Так, найбільшу частку цих податків сплачено в Львівській області (77% від загальної кількості

податків), значно менше – у Рівненській (8,5%), Хмельницькій (5,4%) та Івано-Франківській (5,2%), частка сплати екоподатку в інших областях сягає менше 4,0% (Волинська – 1,8%, Тернопільська – 0,9%, Чернівецька – 0,6%, Закарпатська – 0,5%).

Види доходів до бюджету за екологічним оподаткуванням на території Західної України характеризуються певними особливостями. Так, найбільшу частку сплачено цього податку становлять викиди в атмосферне повітря: 62,8% від загальної кількості податків станом за 2020 рік, у 2,3 раза менше сплачено екоподаток за викиди в атмосферне повітря двоокису вуглецю – 26,4%, частка надходження від розміщення відходів (6,8%) та надходження від скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти (4,0) є значно меншою (рис. 3).

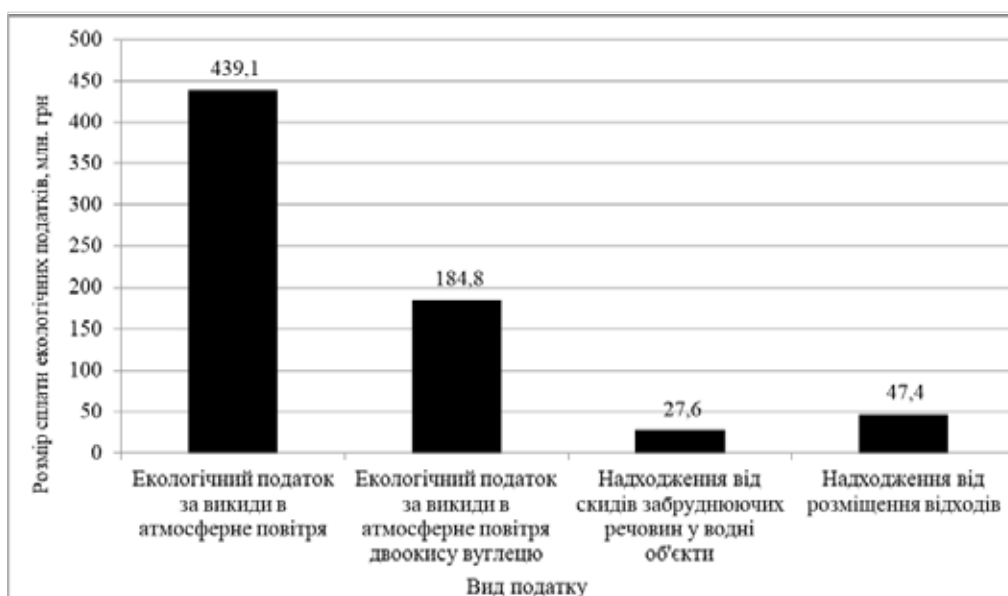


Рис. 3. Види доходів у бюджету за екологічним оподаткуванням, млн грн

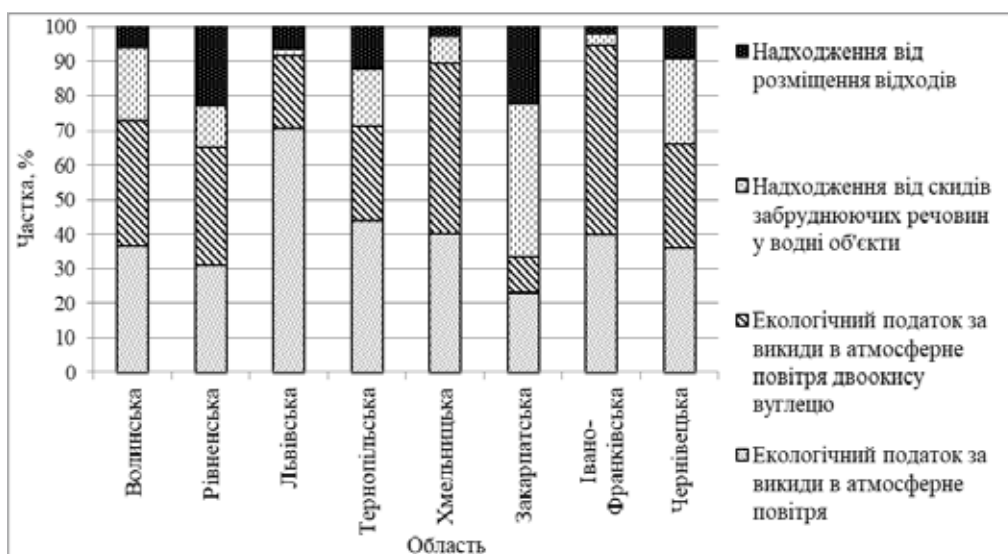


Рис. 4. Розподіл частки виду доходу бюджету залежно від виду відходу (за період із 1 січня до 31 грудня 2020 року)

Таблиця 2

**Перелік організацій (топ-10) за найбільшим обсягом сплати екологічного податку
у Волинській і Рівненській, Львівській і Тернопільській областях, %**

№	Волинська область	Частка, %	№	Рівненська область	Частка, %
1	ТОВ «ЛКПФ-УКРАЇНА»	16,1	1	ПРАТ «РІВНЕАЗОТ»	46,9
2	ДКП «ЛУЦЬКТЕПЛО»	14,1	2	КАТП 1728	16,1
3	КП «ЛУЦЬКВОДОКАНАЛ»	13,6	3	ПРАТ «ВЕРАЛЛІЯ Україна»	5,5
4	ПТМ «КОВЕЛЬТЕПЛО»	4,15	4	ТОВ «ОДЕК УКРАЇНА»	3,4
5	ТОВ «КРОНОСПАН УА»	4,12	5	ТОВ «РІВНТЕПЛОЕНЕРГО»	3,1
6	ПРАТ «ВОЛОДИМИР-ВОЛИНСЬКА ПТАХОФАБРИКА»	3,27	6	ТОВ «СВИСПАН ЛІМІТЕД»	2,1
7	ТЗОВ «ПТАХОКОМПЛЕКС «ГУБИН»	2,89	7	ПРАТ «КЗС»	1,8
8	ТОВ «БРЕНВЕЛЬ»	2,23	8	КП «ДУБНОВОДОКАНАЛ»	1,7
9	ТЗОВ «АГІДЕЛЬ»	2,14	9	«РІВНЕОБЛВОДОКАНАЛ»	1,3
10	ТОВ «ЛКПФ»	2,02	10	ТОВ «ВИРІВСЬКИЙ КАР'ЄР»	0,9
11	Інші	35,4	11	Інші	17,2
№	Львівська область	Частка, %	№	Тернопільська область	Частка, %
1	АТ «ДТЕК ЗАХІДЕНЕРГО»	94,3	1	КП «ТМТКЕ»	21,4
2	ЛМКП «ЛЬВІВВОДОКАНАЛ»	1,7	2	КП «ТЕРНОПІЛЬВОДОКАНАЛ»	10,7
3	ЛМКП «ЛЬВІВТЕПЛОЕНЕРГО»	0,7	3	ПАП «АГРОПРОДСЕРВІС»	6,8
4	ТЗОВ «РАДЕХІВСЬКИЙ ЦУКОР»	0,4	4	ТЗОВ «БУЧАЧАГРОХЛІБПРОМ»	4,1
5	ТЗОВ «БАРКОМ»	0,3	5	Квартирно-експлуатаційний відділ м. Тернопіль	2,0
6	ТОВ «СВІСС КРОНО»	0,3	6	КП «БУЧАЦЬКИЙ КОМБІНАТ КОМУНАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ»	2,0
7	ЛКП «ЗАЛІЗНИЧНТЕПЛОЕНЕРГО»	0,2	7	КП «МІСЬКВОДГОСП»	2,0
8	ПРЕДСТАВНИЦТВО «ОНУР ТААХХУТ ТАШИМАДЖИЛИК ІНШААТ ТІДЖАРЕТ ВЕ САНАІ АНОНІМ ШІРКЕТІ»	0,2	8	ДП «КРЕМЕНЕЦЬКЕ УПРГ»	1,8
9	ПАТ «ЖЦПК»	0,1	9	ДП «ТЕХНІКА»	1,8
10	ПАТ «НПК-ГАЛИЧИНА»	0,1	10	ТОВ «ЕДЕМ-Ф»	1,5
11	Інші	1,8	11	Інші	45,8

Таблиця 3

Перелік організацій (топ-10) за найбільшим обсягом сплати екологічного податку в Хмельницькій, Закарпатській, Івано-Франківській, Чернівецькій областях, %

№	Хмельницька область	Частка, %	№	Закарпатська область	Частка, %
1	АТ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ЦЕМЕНТ»	63,0	1	КП «ВОДОКАНАЛ М. УЖГОРОДА»	15,7
2	КП «МІСЬКТЕПЛОВОДЕНЕРГІЯ»	6,6	2	ВИНОГРАДІВСЬКЕ ВУЖКГ	9,8
3	МКП «ХМЕЛЬНИЦЬК-ТЕПЛОКОМУНЕНЕРГО»	4,2	3	ТДВ «ПЕРЕЧІНСЬКИЙ ЛХК»	8,3
4	ТОВ «СТАРКОСТЯНТИНІВЦУКОР»	2,2	4	ММКП «МУКАЧІВВОДОКАНАЛ»	7,0
5	ТОВ «НАРКЕВИЦЬКИЙ ЦУКРОВИЙ ЗАВОД»	2,1	5	ХУСТСЬКЕ ВУВКГ	6,3
6	МІСЬКЕ КОМУНАЛЬНЕ ПІДПРИЄМСТВО «ХМЕЛЬНИЦЬКВОДОКАНАЛ»	1,4	6	КП «МІСЬКВОДОКАНАЛ» МУКАЧІВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ	4,0
7	ТОВ «ТЕОФІПОЛЬСЬКА ЕНЕРГЕТИЧНА КОМПАНІЯ»	1,3	7	ПРАТ «ХУСТСЬКИЙ КАР'ЄР»	3,4

Продовження таблиці 3

8	ПРАТ «ТЕОФІПОЛЬСЬКИЙ ЦУКРОВИЙ ЗАВОД»	1,3	8	УАП ТОВ «ФІШЕР-МУКАЧЕВО»	2,8
9	ТОВ «ДОРТРЕЙД ПОДІЛЛЯ»	1,2	9	КП ЧПР «ВОДОКАНАЛ ЧОП»	2,6
10	КП «ПІВДЕННО-ЗАХІДНІ ТЕПЛОМЕРЕЖ»	1,1	10	ТОВ «САНАТОРНИЙ КОМПЛЕКС «ДЕРЕНІВСЬКА КУПЛІ»	1,7
11	Інші	15,6	11	Інші	38,4
№	Івано-Франківська область	Частка, %	№	Чернівецька область	Частка, %
1	ПРАТ «ІВАНО-ФРАНКІВСЬКЦЕМЕНТ»	44,2	1	МКП «ЧЕРНІВЦТЕПЛО-КОМУНЕНЕРГО»	24,4
2	ДП «КАЛУСЬКА ТЕЦ-НОВА»	41,4	2	КП «ЧЕРНІВЦІ-ВОДОКАНАЛ»	18,1
3	ТОВ «КАРПАТНАФТОХІМ»	4,2	3	ПРАТ «ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ ОЛІЙНО-ЖИРОВИЙ КОМБІНАТ»	7,7
4	ТЗОВ «ГУДВЕЛЛІ Україна»	2,4	4	ТОВ «УПГ-ІНВЕСТ»	3,8
5	КП «ІВАНО-ФРАНКІВСЬК-ВОДОЕКОТЕХПРОМ»	1,5	5	ТОВ «ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ ЦЕГЕЛЬНИЙ ЗАВОД № 3»	3,6
6	ДМП «ІФТКЕ»	1,3	6	СТОВ «КОТЕЛЕВЕ»	3,5
7	КП «КОЛОМІЯВОДОКАНАЛ»	0,7	7	КП «ХОТИНТЕПЛОМЕРЕЖА ХМР»	2,4
8	КП «ЖИТЛОВИК»	0,6	8	ТЗОВ «СО'ОК»	2,2
9	ТОВ «СТАНІСЛАВСЬКА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНА КОМПАНІЯ»	0,4	9	КП «НОВОСЕЛИЦЬКА МІСЬКА ТЕПЛОМЕРЕЖА»	1,6
10	ПАТ «НАФТОХІМІК ПРИКАРПАТТЯ»	0,4	10	ДОЧІРНЄ ПІДПРИЄМСТВО «М'ЯСО БУКОВИНИ»	1,4
11	Інші	2,9	11	Інші	31,5

Розмір сплати екоподатку на території Західної України є доволі різноманітним (рис. 4). Так, сплата екологічного податку за викиди в атмосферне повітря коливається від 22,8% (Закарпатська область) до 70,4% (Львівська область).

Розмір сплати екологічного податку за викиди в атмосферне повітря двоокису вуглецю на території дослідного об'єкта варіює від 10,5% (Закарпатська область) до 54,7% (Івано-Франківська область).

Розмір сплати екоподатку за надходження від скидів забруднювальних речовин у водні об'єкти на території областей Західної України коливається від 2,2% (Львівська область) до 44,4% (Закарпатська область).

Розмір сплати екологічного податку за викиди в атмосферне повітря двоокису вуглецю на території дослідного об'єкта становить від 10,5% (Закарпатська область) до 54,7% (Івано-Франківська область).

Розмір сплати екоподатку за надходження від розміщення відходів на території областей Західної України варіює від 2,1% (Івано-Франківська область) до 23,2% (Рівненська область).

Розподіл платників за сплату екологічних податків за 2020 рік є доволі значними. Так, наведено

перелік організацій (топ-10) за найбільшим обсягом сплати екологічного податку у Волинській і Рівненській, Львівській і Тернопільській (табл. 2), Хмельницькій, Закарпатській, Івано-Франківській, Чернівецькій (табл. 3) областях.

Головні висновки. Всього за п'ять років (2016–2020 роки) на території Західної України було сплачено екологічних податків у розмірі близько 3,1 млрд грн. Найбільшу частку цих податків було сплачено в Львівській області (86,0% від загальної кількості податків).

Частка сплаченого екологічного податку за викиди в атмосферне повітря становить 89,2% від загальної кількості у 2020 році, а частка розміщення відходів (6,8%), скидів забруднювальних речовин у водні об'єкти (4,0) є незначною. Сплата лише екологічних податків не вирішує екологічні проблеми Західної України.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати аналізу сплати екологічного оподаткування можна буде використати під час формування екологічної політики України, а також в освітньому процесі.

Література

1. Екологічні податки України. SaveEcoBot. URL: <https://cutt.ly/zxMTNtu> (дата звернення: 01.04.2021)
2. Канонішена-Коваленко К.В. Екологічний податок від А до Я. Київ : Фондація «Відкрите Суспільство», 2017. 108 с.
3. Кількість активних підприємств за регіонами України та видами економічної діяльності. Ukrstat.org – публікація документів Державної Служби Статистики України. URL: <https://cutt.ly/lxMRCUQ> (дата звернення: 02.04.2021)
4. Лега О.В., Яловега Л.В., Прийдак Т.Б. Екологічний податок: особливості обліку і оподаткування у контексті нормативно-правових змін. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2017. Вип. 185. С. 231–242.
5. Нікола С.О., Гусев, А.О. Екологічне оподаткування як інструмент державного впливу на економіку природокористування. *Держава та регіони*. 2020. Вип. 4 (115). С. 108–111.
6. Податки і збори: сучасні тенденції та перспективи / Вдовиченко А.М., Козоріз Л.О., Паскалова А.Г., Пірникоза П.В., Серебрянський Д.М., Сибірянська Ю.В., Стадник М.В.; [за заг. ред. В.М. Мазярчука]. Київ : «ФОП Лопатіна О.О.», 2019. 392 с.
7. Податковий кодекс України : Закон України від 2 грудня 2010 р. № 2755-VI. Дата оновлення: 13 серпня 2020 р. URL: <https://cutt.ly/Scn3REo> (дата звернення: 03.04.2021).
8. Фостолович В.А., Возик А.С. Суть екологічного податку в економіці природокористування. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія : Економічні науки*. 2012. № 4(70). С. 175–180.
9. Шульга Т.М. Правове регулювання екологічного податку в Україні. *Право і суспільство*. 2013. № 6.2. С. 291–294.

ОСОБЛИВОСТІ ЗМІНИ ВМІСТУ АНТИОКСИДАНТІВ У ТКАНИНАХ РОСЛИН ПІД ВПЛИВОМ РІЗНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ

Боброва М.С.¹, Ворона С.О.², Мовчан С.В.¹, Ульдякова Л.А.³

¹Центральноукраїнський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка

вул. Шевченка, 1, 25006, м. Кропивницький

²Кіровоградський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр

Міністерства внутрішніх справ України

вул. Вокзальна, 58, 25006, м. Кропивницький

³Донецький національний медичний університет

вул. Велика Перспективна, 1, 25000 м. Кропивницький

kazna4eeva@gmail.com, biolog-1@ukr.net, serg.movchan015@gmail.com, uldik83@i.ua

У статті здійснено порівняльний аналіз впливу зміни температури на вміст ферментних та низькомолекулярних антиоксидантів у тканинах їстівних частин сільськогосподарських рослин. Розкрито біохімічне підґрунтя впливу температури на рослинний гомеостаз. Наголошено на значенні прооксидантно-антиоксидантної системи як індикатора впливу стресових факторів на організм. Підкреслена необхідність визначення змін антиоксидантного потенціалу тканин рослин під впливом зміни температурного режиму як для забезпечення рослинного гомеостазу, так і для контролю кількості та якості біологічно-активних речовин, що надходять до організму людини з продуктами харчування рослинного походження. Експериментальним шляхом досліджено вплив зміни температурного режиму на активність каталази та концентрацію аскорбінової кислоти в тканинах їстівних частин таких сільськогосподарських рослин: *Solanum lycopersicum L.*, *Cucumis sativus L.*, *Capsicum annum L.*, *Solanum melongena L.*, *Solanum tuberosum L.*, *Allium sativum L.*, *Allium cepa L.*, *Daucus carota L.*, *Beta vulgaris L.*, *Cucurbita pepo var. Giraumontia L.* Експериментальним шляхом визначено, що середній показник зростання активності каталази під дією охолодження становить 55,89%, заморожування – 31,5%, середній показник зниження концентрації АК під дією охолодження становить 33,04%, заморожування – 27,18%. Доведено, що каталаза є більш стійкою до зміни температури порівняно з аскорбіновою кислотою. Обґрунтовано ефективність та користь використання замороження та охолодження для збереження рослинної продукції в плані зміни антиоксидантного потенціалу тканин. На основі проведених досліджень експериментально виявлено зміни біохімічного складу тканин рослин, які слід урахувати під час роботи з методиками виявлення антиоксидантної активності у заморожених та охолоджених рослинних об'єктах. *Ключові слова:* температурний режим, прооксиданти, антиоксиданти, активні форми Оксигену, каталаза, аскорбінова кислота.

Features of change of antioxidant content in plant tissues under the influence of different temperature regime. Bobrova M., Vorona S., Movchan S., Uldiakova L.

The article presents a comparative analysis of the effect of temperature changes on the content of enzymatic and low molecular weight antioxidants in the tissues of edible parts of agricultural plants. The biochemical basis of the influence of temperature on plant homeostasis is revealed. The importance of the prooxidant-antioxidant system as an indicator of the impact of stress factors on the body is emphasized. The need to determine changes in the antioxidant potential of plant tissues under the influence of temperature changes, both to ensure plant homeostasis and to control the quantity and quality of biologically active substances entering the human body with foods of plant origin. The effect of temperature change on catalase activity and ascorbic acid concentration in the tissues of edible parts of the following agricultural plants was experimentally investigated: *Solanum lycopersicum L.*, *Cucumis sativus L.*, *Capsicum annum L.*, *Solanum melongena L.*, *Solanum tuberosum L.*, *Allium sativum L.*, *Allium cepa L.*, *Daucus carota L.*, *Beta vulgaris L.*, *Cucurbita pepo var. Giraumontia L.* It was experimentally determined that the average growth rate of catalase activity under the action of cooling is 55.89%, freezing – 31.5%, the average rate of decrease in the concentration of ascorbic acid under the action of cooling is 33.04%, freezing – 27.18%. Catalase has been shown to be more resistant to temperature changes than ascorbic acid. The efficiency and benefit of using freezing and cooling to preserve plant products in terms of changing the antioxidant potential of tissues are substantiated. Based on the research, changes in the biochemical composition of plant tissues were experimentally identified, which should be taken into account when working with methods for detecting antioxidant activity in frozen and chilled plant objects. *Key words:* temperature regime, prooxidants, antioxidants, active forms of Oxygen, catalase, ascorbic acid.

Постановка проблеми. Вплив температури на життєдіяльність рослинних організмів є однією з ключових проблем адаптивної фізіології. Чимало робіт присвячено дослідженню температурної зміни в'язкості мембран та цитозолу, активності метаболічних процесів. Однак біохімічне підґрунтя впливу

температури на рослинний гомеостаз досліджене ще не достатньо. Ураховуючи те, що дія будь-яких стресорів першочергово відображається на стані прооксидантно-антиоксидантної системи організму, досліджувана проблема набуває посиленої актуальності. А зважаючи на те, що рослини є основним джерелом надходження антиоксидантів до організму людини, вивчення зміни їх кількості під дією різних температур зберігання має вагоме практичне значення.

Мета дослідження – визначити зміну антиоксидантного потенціалу тканин рослин під впливом зміни температурного режиму.

Актуальність дослідження. Температура є одним із найбільш значущих лімітувальних факторів, що визначають поширення і продуктивність рослин. У рослин у процесі еволюції сформувалися різноманітні механізми адаптації до змін температури існування. Проте екстремальні температури спричиняють явне порушення фізіологічних функцій. Значущість проблеми холодо- і морозостійкості рослин зумовлена тим, що на 64% території суші рослини зазнають згубної дії низьких температур. З огляду на глобальні зміни клімату на планеті, актуальність проблеми зростає, адже зумовлене антропогенними чинниками загальне потепління супроводжується посиленням нестабільності погодно-кліматичних умов, зокрема різкими перепадами температур за порівняно короткі відрізки часу [1–3].

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

- 1) дослідити вплив зміни температурного режиму на активність каталази в тканинах рослин;
- 2) виявити вплив зміни температурного режиму на вміст аскорбінової кислоти в тканинах рослин;
- 3) визначити, який з антиоксидантів є більш стійким до впливу зміни температури;
- 4) порівняти, який метод зберігання рослинної продукції є більш ефективним щодо збереження антиоксидантної активності (охолодження чи заморожування).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вплив температури як стресового фактора описано в численних роботах Ю.Є. Колупаєва, який розкриває як механізми впливу температури на фізіологічні процеси рослинного організму, так і особливості метаболізму в умовах температурного стресу [1], формування температурних адаптацій [2], молекулярно-клітинний рівень стресових реакцій рослин [3]. Особливості сприйняття рослинами холодного сигналу розкриті в роботах Ф.Р. Гімалова, А.В. Чемериса, В.А. Вахітова [4]. Клітинні механізми адаптації до несприятливих екологічних факторів наведені в роботах Є.Л. Кордюма, К.М. Ситника, В.В. Бараненко [5]. Роль білків у низькотемпературному стресі досліджена в роботі А.В. Колесніченко та В.К. Войникова [6]. Ю.Є. Колупаєв також описує значення прооксидантів, а саме активних форм

Оксигену під час адаптації рослин до стресорів [7; 8]. А.С. Лукаткин поєднує окисний стрес із холодним пошкодженням рослин [9]. Взаємозв'язок температурного стресора з активними формами Оксигену розкритий і в низці робіт закордонних учених. Так, S. Bhattacharjee вивчав АФК та окисний вибух за умов стресової сигнальної трансдукції [10], що стало також об'єктом дослідження Apel K. та Hirt H. [11], тоді як J.F. Dat, S. Vandenabeele та E. Vranova розглядали АФК за умов стресової стійкості [12]. Біохімічна школа під керівництвом Nikolai Smirnoff має значні напрацювання з біохімії АФК та антиоксидантів у тканинах рослин [13], низка робіт Scandalios J.G. присвячена проблемам у цьому ж напрямі [14; 15].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Не зовсім дослідженими є вплив температурного режиму зберігання на зміну антиоксидантної активності в тканинах рослин.

Новизна. У роботі вперше здійснено порівняльний аналіз впливу зміни температури на вміст ферментних та низькомолекулярних антиоксидантів у тканинах їстівних частин сільськогосподарських рослин. Обґрунтовано ефективність та користь використання замороження та охолодження для збереження рослинної продукції щодо зміни антиоксидантного потенціалу тканин.

Методологічне або загальнонаукове значення. На основі проведених досліджень експериментально виявлено зміни біохімічного складу тканин рослин, які слід враховувати під час роботи з методиками виявлення антиоксидантної активності у заморожених та охолоджених рослинних об'єктах.

Результати, отримані під час виконання роботи, використовуються в наукових дослідженнях кафедри біології та методики її викладання та в навчальному процесі природничо-географічного факультету Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка під час викладання курсів «Фізіологія рослин», «Біохімія», «Екологія».

Виклад основного матеріалу. Кількісне визначення вмісту аскорбінової кислоти та активність каталази здійснювали у тканинах їстівних частин таких рослин: *Solanum lycopersicum L.*, *Cucumis sativus L.*, *Capsicum annuum L.*, *Solanum melongena L.*, *Solanum tuberosum L.*, *Allium sativum L.*, *Allium cepa L.*, *Daucus carota L.*, *Beta vulgaris L.*, *Cucurbita pepo var. Giraumontia L.* Експозиція контрольної групи здійснювалася за 18°C, перша дослідна група перебувала в умовах 4°C, друга дослідна група зазнала швидкого заморожування до -20°C. Кожна дослідна група включала 10 проб по 10 рослин кожного виду.

Методи дослідження. Визначення біохімічних показників здійснювали згідно із загальноприйнятими методиками. Так, дослідження активності каталази здійснювали за методом О.М. Баха та С.М. Зубкової, що ґрунтується на визначенні кільк-

кості гідроген пероксиду, що залишився після дії на нього каталази, титруванням розчином калію перманганату в кислому середовищі. Для визначення активності ферменту: 0,1 г тканини гомогенізували в 20 см³ дистильованої води. У колби набирали по 7 см³ дистильованої води, потім удослідну пробу додавали 1 см³ гомогенату, а в контрольну – 1 см³ прокип'яченого гомогенату, в якому термічно зруйновано фермент. В обидві проби додавали по 2 см³ гідроген пероксиду (w = 1%), перемішували та залишали при кімнатній температурі на 30 хв., струшуючи кожні 10 хв. Потім додавали в обидві проби по 3 см³ розчину сульфатної кислоти (w = 10%) і титрували розчином калій перманганату (C(1/5KMnO₄) = 0,1 моль/дм³) до слабо-рожевого забарвлення, що не зникає протягом 30 секунд. Розрахунок активності каталази здійснювали за формулою: $A = (V_K - V_D) \cdot 1,7$, де A – каталазне число; V_K – об'єм розчину KMnO₄ (C(1/5 KMnO₄) = 0,1 моль/дм³), витраченого на титрування контрольної проби, см³; V_D – об'єм розчину KMnO₄ (C(1/5 KMnO₄) = 0,1 моль/дм³), витраченого на титрування дослідної проби, см³; 1,7 – кіль-

кість H₂O₂ (мг), яке відповідає 1 см³ розчину KMnO₄ (C(KMnO₄) = 0,002 моль/дм³). Використовували міжнародну одиницю активності (мкмоль субстрату за одиницю часу на одиницю маси протеїну), яку розраховували за формулою: $A = (V_K - V_D) \cdot 1,7 / t \cdot M(H_2O_2)$, де t – час інкубації проби (30 с); M(H₂O₂) – молярна маса H₂O₂ (34 г/моль).

Визначення концентрації АК здійснювали методом прямої титриметрії [16]. Принцип методу ґрунтується на здатності АК окиснюватися до дегідроаскорбінової кислоти під дією 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрію. За кількістю останнього і визначають кількість АК у досліджуваному матеріалі. Коли весь вітамін С окиснюється, розчин, що титрується, набуває рожевого кольору за рахунок утворення недисоційованих молекул 2,6-дихлорфеноліндофенолу (в кислому середовищі). У лужному середовищі 2,6-дихлорфеноліндофенол має синє забарвлення, в кислому – червоне, а після відновлення – знебарвлюється. Визначення здійснювали у такій послідовності: у фарфоровій ступці 1 г дослідного матеріалу ретельно розтирали з квар-

Таблиця 1

Результати визначення активності каталази та концентрації аскорбінової кислоти в контрольній групі рослин

Дослідні рослини	Активність каталази		Концентрація АК	
	\bar{X} , $\frac{\text{МКМОЛЬ}}{\text{КГ} \cdot \text{ХВ}}$	$m_{\bar{X}}$, $\frac{\text{МКМОЛЬ}}{\text{КГ} \cdot \text{ХВ}}$	\bar{X} , $\frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{КГ}}$	$m_{\bar{X}}$, $\frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{КГ}}$
<i>Solanum tuberosum L.</i>	46,8	4,039313	0,28	0,019105
<i>Daucus carota L.</i>	31,4	2,649016	1,12	0,069393
<i>Allium cepa L.</i>	41,4	1,335184	0,86	0,027801
<i>Allium sativum L.</i>	20,4	2,21773	0,08	0,004764
<i>Cucurbita pepo var. Giraumontia L.</i>	127,0	6,095941	0,13	0,014661
<i>Beta vulgaris L.</i>	115,8	3,630461	0,76	0,012918
<i>Solanum melongena L.</i>	152,0	8,861068	0,83	0,008661
<i>Capsicum annuum L.</i>	25,0	1,640536	0,29	0,019414
<i>Solanum lycopersicum L.</i>	23,8	3,405877	0,79	0,035392
<i>Cucumis sativus L.</i>	35,2	1,668887	0,09	0,006393

Таблиця 2

Результати визначення активності каталази та концентрації аскорбінової кислоти в дослідній групі рослин (вплив температури -20°C)

Дослідні рослини	Активність каталази		Концентрація АК	
	\bar{X} , $\frac{\text{МКМОЛЬ}}{\text{КГ} \cdot \text{ХВ}}$	$m_{\bar{X}}$, $\frac{\text{МКМОЛЬ}}{\text{КГ} \cdot \text{ХВ}}$	\bar{X} , $\frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{КГ}}$	$m_{\bar{X}}$, $\frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{КГ}}$
<i>Solanum tuberosum L.</i>	114,6	2,394	0,22	0,023
<i>Daucus carota L.</i>	34,0	1,937	0,95	0,033
<i>Allium cepa L.</i>	49,6	1,398	0,78	0,198
<i>Allium sativum L.</i>	36,0	3,457	0,04	0,006
<i>Cucurbita pepo var. Giraumontia L.</i>	128,0	8,285	0,16	0,021
<i>Beta vulgaris L.</i>	124,0	6,885	0,58	0,022
<i>Solanum melongena L.</i>	171,0	7,769	0,07	0,009
<i>Capsicum annuum L.</i>	33,6	2,681	0,25	0,019
<i>Solanum lycopersicum L.</i>	25,2	2,743	0,67	0,016
<i>Cucumis sativus L.</i>	37,4	2,245	0,08	0,008

**Результати визначення активності каталази та концентрації аскорбінової кислоти
в дослідній групі рослин (вплив температури 4°C)**

Дослідні рослини	Активність каталази		Концентрація АК	
	\bar{X} , $\frac{\text{МКМОЛЬ}}{\text{КГ*ХВ}}$	$m_{\bar{x}}$, $\frac{\text{МКМОЛЬ}}{\text{КГ*ХВ}}$	\bar{X} , $\frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{КГ}}$	$m_{\bar{x}}$, $\frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{КГ}}$
<i>Solanum tuberosum L.</i>	95,2	3,530	0,26	0,013
<i>Daucus carota L.</i>	100,4	3,635	0,84	0,029
<i>Allium cepa L.</i>	52,2	2,888	0,59	0,017
<i>Allium sativum L.</i>	31,0	2,615	0,26	0,013
<i>Cucurbita pepo var. Giraumontia L.</i>	130,0	26,179	0,26	0,013
<i>Beta vulgaris L.</i>	137,0	7,036	0,51	0,021
<i>Solanum melongena L.</i>	175,0	3,239	0,07	0,066
<i>Capsicum annuum L.</i>	35,2	2,438	0,24	0,009
<i>Solanum lycopersicum L.</i>	28,0	3,111	0,58	0,018
<i>Cucumis sativus L.</i>	43,0	2,744	0,07	0,067

цевим піском. До одержаного гомогенату додавали 9 см³ розчину HCl (w = 2%), відстоювали 10 хв. і фільтрували. Для кількісного визначення відбирали 3 см³ фільтрату (дослідна проба), вносили у колби і титрували розчином 2,6-дихлорфеноліндофенолу (C(1/2 2,6-ДФІФ) = 0,001 моль/дм³) до появи рожевого забарвлення, яке зберігається протягом 30 с. Для контролю на реактиви – 3 см³ фільтрату кип'ятили з 3 краплями 3%-го H₂O₂ з подальшим титруванням. Розрахунок умісту АК здійснювали за формулою: $C = Q (A_d - A_k) V_0 / (V_1 a)$, де C – вміст АК, ммоль/кг; Q – кількість аскорбінової кислоти, яка відповідає 1 см³ розчину 2,6-дихлорфеноліндофенолу (C(1/2 2,6-ДФІФ) = 0,001 моль/дм³) (0,088 мг); V₀ – загальна кількість екстракту, см³; V₁ – об'єм екстракту, взятий для титрування, см³; a – кількість досліджуваної речовини, г; A_k, A_d – об'єм розчину 2,6-дихлорфеноліндофенолу витраченого на титрування контрольної та дослідної проби, см³ (C(1/2 2,6 ДФІФ) = 0,001 моль/дм³).

Результати визначення каталазного числа та концентрації аскорбінової кислоти в контрольній групі наведено в таблиці 1.

Результати біохімічного аналізу антиоксидантів у дослідних рослинах, що перебували під впливом температури -20°C, наведені в таблиці 2.

Результати дослідження антиоксидантів у дослідних рослинах, що перебували під впливом температури 4°C, наведені в таблиці 3.

Аналіз результатів дослідження свідчить про те, що показник активності каталази під час заморожування зростає порівняно з контрольною групою в *Solanum tuberosum L.* на 144%; у *Daucus carota L.* – 8,2%; у *Allium cepa L.* – 19,8%; у *Allium sativum L.* – 76,4%; у *Beta vulgaris L.* – 7%; у *Solanum melongena L.* – 12,5%; у *Capsicum annuum L.* – 34,4%; у *Solanum lycopersicum L.* – 5,8%; у *Cucumis sativus L.* – 6,2% та достовірно не змінюється у *Cucurbita pepo var. Giraumontia L.* (0,7%).

Під час охолодження овочів (зниження температури до 4°C) активність каталази зростає порівняно з контрольною групою у *Solanum tuberosum L.* на 103,4%; у *Daucus carota L.* – 219,7%; у *Allium cepa L.* – 26%; у *Allium sativum L.* – 51,9%; у *Beta vulgaris L.* – 19,3%; у *Capsicum annuum L.* – 40,8%; у *Solanum lycopersicum L.* – 17,6%; у *Cucumis sativus L.* – 22% та достовірно не змінюється у *Cucurbita pepo var. Giraumontia L.* (2,3%). Низькі й дуже низькі температури для рослин є стресовим фактором. АФК виступають як індуктори захисних реакцій, тому рівень каталазної активності й підвищується.

Середній показник зростання активності каталази під дією охолодження становить 55,89%, заморожування – 31,5%. Однак це не може свідчити про більшу користь охолоджених та заморожених овочів порівняно зі свіжими, це свідчить про більший вміст АФО у охолоджених та заморожених овочах порівняно зі свіжими. Підтвердженням є встановлене значне зниження концентрації АК. Так, під час заморожування овочів концентрація АК зменшується порівняно з контрольною групою в *Solanum tuberosum L.* на 20,2%; у *Daucus carota L.* – 14,9%; у *Allium cepa L.* – 8,8%; у *Allium sativum L.* – 41,3%; у *Cucurbita pepo var. Giraumontia L.* – 24,3%; у *Beta vulgaris L.* – 23,1%; у *Solanum melongena L.* – 91,2%; у *Capsicum annuum L.* – 16%; у *Solanum lycopersicum L.* – 13,7%; у *Cucumis sativus L.* – 18,3%.

Під час зниження температури до 4°C концентрація аскорбінової кислоти зменшується порівняно з контрольною групою у *Solanum tuberosum L.* на 6,3%; у *Daucus carota L.* – 25,1%; у *Allium cepa L.* – 30%; у *Allium sativum L.* – 19%; у *Cucurbita pepo var. Giraumontia L.* – 53%; у *Beta vulgaris L.* – 32%; у *Solanum melongena L.* – 91,1% у *Capsicum annuum L.* – 17,7%; у *Solanum lycopersicum L.* – 27,6%; у *Cucumis sativus L.* – 28,6%. Середній показник зниження концентрації АК під дією охолодження становить 33,04%, заморожування – 27,18%.

Отже, враховуючи взаємозв'язок окремих АО та факт індуцибельності ензимів, до яких належить каталаза, можна стверджувати, що зниження температури спричинює потужне утворення АФО та перекисних сполук, у відповідь на які і виділяється каталаза. Зростання активності каталази в більшому ступені під час охолодження, ніж під час швидкого заморожування, та значніше зменшення концентрації АК під час охолодження, ніж під час швидкого заморожування, свідчить про те, що зберігання заморожених овочів ефективніше, ніж охолоджених, однак користь уживання такої рослинної продукції спадає у ряду «свіжі овочі – заморожені – охолоджені».

Головні висновки. Середній показник зростання активності каталази під дією охолодження становить 55,89%, заморожування – 31,5%. Однак це не може свідчити про більшу користь охолоджених та заморожених овочів порівняно зі свіжими, це свідчить про більший вміст АФО в охолоджених та заморожених овочах порівняно зі свіжими. Підтвердженням є встановлене значне зниження концентрації АК.

Середній показник зниження концентрації АК під дією охолодження становить 33,04%, заморожування – 27,18%. Каталаза є більш стійкою до зміни температури порівняно з аскорбіновою кислотою. Зростання активності каталази в більшому ступені під час охолодження, ніж під час швидкого заморожування, та значніше зменшення концентрації АК під час охолодження, ніж під час швидкого заморожування, свідчить про те, що зберігання заморожених овочів ефективніше, ніж охолоджених, однак користь уживання такої рослинної продукції спадає у ряду «свіжі овочі – заморожені – охолоджені».

Перспективи використання результатів дослідження. Вивчення зміни вмісту антиоксидантів під впливом зміни умов зберігання рослинної продукції відкриває перспективу можливості регулювання та корекції цих умов для отримання продукції з максимально збереженими (чи й посиленними природним шляхом) смаковими та корисними властивостями, що має позитивні економічні наслідки для сільського господарства, промисловості та фармації.

Література

1. Колупаев Ю.Е., Трунова Т.И. Особенности метаболизма и защитные функции углеводов растений в условиях стрессов. *Физиология и биохимия культ. растений*. 1992. Т. 24, № 6. С. 523–533.
2. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров. Киев: Основа, 2010. 352 с.
3. Колупаев Ю.Е. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень. Харків. 2001. 171 с.
4. Гималов Ф.Р., Чемерис А.В., Вахитов В.А. О восприятии растением холодного сигнала. *Успехи соврем. биологии*. 2004. Т. 124, № 2. С. 185–196.
5. Клеточные механизмы адаптации растений к неблагоприятным воздействиям экологических факторов в естественных условиях / Кордюм Е.Л. и др. Киев : Наукова думка, 2003. 277 с.
6. Колесниченко А.В., Войников В.К. Белки низкотемпературного стресса растений. Иркутск : Арт-Пресс, 2003. 196 с.
7. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. Активные формы кислорода при адаптации растений к стрессовым температурам. *Физиология и биохимия культ. растений*. 2009. Т. 41, № 2. С. 95–108.
8. Колупаев Ю.Е. Активные формы кислорода в растениях при действии стрессоров: образование и возможные функции. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія біологія*. 2007. Вип. 3 (12). С. 6–26.
9. Лукаткин А.С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск : Изд-во Мордовского ун-та, 2002. 208 с.
10. Bhattacharjee S. Reactive oxygen species and oxidative burst: Roles in stress, senescence and signal transduction in plants. *Curr. Sci*. 2005. Vol. 89, P. 1113–1121.
11. Apel K. Hirt H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Plant Biol*. 2004. Vol. 55. P. 373–399.
12. Dat J.F., Vandenabeele S., Vranova E. et al. Dual action of the active oxygen species during plant stress responses. *Cell. Mol. Life Sci*. 2000. Vol. 57, P. 779–795.
13. Smirnoff N. Antioxidants and reactive oxygen species in plants. NY: Blackwell Publishing, 2005. 302 p.
14. Scandalios J.G. The rise of ROS. *Trends Biochem. Sci*. 2002. Vol. 27, P. 483–486.
15. Scandalios J.G. Oxidative stress: molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. *Braz. J. Med. Biol. Res*. 2005. Vol. 38, P. 995–1014.
16. Bobrova, M., Holodaieva, O., Arkushyna, H., Larycheva, O. y Tsviakh, O. The value of the prooxidant-antioxidant system in ensuring the immunity of plants. *Revista de la Universidad del Zulia*. 2020. Vol. 11, № 30. P. 237–266. DOI: <https://doi.org/10.46925/rdluz.30.17>.

МЕТОДИ ОЦІНКИ МОРОЗОСТІЙКОСТІ СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ

Пикало С.В., Демидов О.А., Юрченко Т.В.,
Рибка К.М., Харченко М.В., Прокопик Н.І.

Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла
Національної академії аграрних наук України
с. Центральне, 08853, Миронівський р-н, Київська обл.
pykserg@ukr.net

Пшениця – найбільш розповсюджена продовольча культура не лише на території України, а і в усьому світі, тому збільшення валових зборів зерна є найважливішим завданням у сільськогосподарському виробництві. Активний розвиток рослинництва в Україні висвітлює ряд проблем, які з плином часу в країні тільки ускладнюються. До цих надскладних питань належить і необхідність створення сортів пшениці, стійких до абіотичних факторів середовища, зокрема дії низьких температур. Це дозволить розширити посіви цієї культури у районах з несприятливими кліматичними умовами. Успіх селекції під час створення морозостійких форм багато у чому залежить від правильної оцінки ступеня їх стійкості. Тому проведення досліджень стосовно оцінки генотипів на стійкість до низьких температур є однією з умов підвищення ефективності селекційного процесу пшениці. Отримані в ході аналізу літературних даних результати свідчать, що для оцінювання морозостійкості сортів пшениці існує багато методик з різними принципами дії, і кожен з них має свої переваги і недоліки. Для отримання достовірних результатів необхідно застосовувати різні методики дослідження зразків за конкретними ознаками стійкості до низькотемпературного стресу. Вибір методу суттєво залежить від його трудомісткості, тривалості та пропускну здатності. Інколи вибраний метод чітко розділяє за стійкістю контрастні види рослин, проте не здатний диференціювати за групами стійкості різні сорти однієї культури, що знижує його практичну цінність для селекційного процесу. Більшість підходів діагностики сортів пшениці на морозостійкість передбачає нанесення певної шкоди рослині, що ускладнює оцінювання іншої не менш важливої ознаки, а також вирощування рослин для одержання потомства. Тому створення нових і удосконалення існуючих методів оцінки генотипів пшениці на морозостійкість в умовах нестійкого клімату надасть змогу об'єктивно характеризувати рівень адаптивності перспективних генотипів і прогнозувати їхню поведінку у відповідних екологічних умовах. *Ключові слова:* пшениця, стійкість, низькі температури, методи, оцінка.

Methods for evaluation of wheat breeding material for frost tolerance. Pykalo S., Demydov O., Yurchenko T., Rybka K., Kharchenko M., Prokopik N.

Wheat is the most widespread food crop not only on the territory of Ukraine, but throughout the world, therefore, increasing the gross grain yield is the most important task in agricultural production. The active development of crop production in Ukraine has highlighted a number of problems that are only getting more complicated in the country over time. These extremely complex issues include the need to create wheat varieties that are resistant to abiotic environmental factors, in particular, the action of low temperatures. This will allow expanding the sowing of this crop in areas with unfavorable climatic conditions. The success of breeding in the creation of frost-tolerant forms largely depends on the correct assessment of the degree of their resistance. Therefore, research on the assessment of genotypes for tolerance to low temperatures is one of the conditions for increasing the efficiency of the wheat breeding process. The results obtained during the analysis of the literature indicate that there are many methods for assessing the frost tolerance of wheat varieties with different principles of action and each of them has its own advantages and disadvantages. To obtain reliable results, it is necessary to apply various methods of examining samples for specific signs of tolerance to low-temperature stress. The choice of the method essentially depends on its complexity, duration and throughput. Sometimes the chosen method clearly distinguishes contrasting plant species by tolerance, however, it is not able to differentiate different varieties of the same crop by tolerance groups, reducing its practical value for the breeding process. Most approaches to the diagnosis of varieties for frost tolerance involve the infliction of certain harm to the plant, which makes it difficult to evaluate another equally important trait, as well as to grow plants to obtain offspring. Therefore, the creation of new and improvement of existing methods for assessing wheat genotypes for frost tolerance in an unstable climate will make it possible to objectively characterize the level of adaptability of promising genotypes and predict their behavior in appropriate environmental conditions. *Key words:* wheat, frost tolerance, low temperatures, methods, evaluation.

Постановка проблеми. Пшениця озима є головною зерновою культурою України, а нарощування її продуктивності спирається на впровадження високпродуктивних сортів [1]. Поширеність її зумовлена насамперед високою поживністю зерна, з якого отримують багато харчових продуктів. Пшениця вирощується майже у кожному господарстві, а її експорт приносить нашій країні чималі кошти. У виробництві перевага надається пшениці озимій, оскільки

вона швидше звільняє поле, а тому дає більше часу для підготовки поля під посів наступної культури [2; 3]. Окрім того, озима пшениця, порівняно з ярою, володіє вищим продуктивним потенціалом.

Збільшення урожайності є найбільш важливим критерієм у вирощуванні будь-яких сільськогосподарських рослин, зокрема пшениці [4]. Зміни клімату все частіше стають основним стримуючим фактором у реалізації генетичного потенціалу висо-

коврожайних сортів пшениці. Вплив екологічних факторів на рослини різноманітний – одні діють сильніше, інші ледь помітно. В окремі роки зміни екологічних факторів бувають настільки значними, що викликають у рослини необхідність мобілізувати всі адаптаційні ресурси, що призводить до підвищення її стійкості [5]. Рослини, що зимують в північних і помірних зонах (високі широти), неминуче потрапляють в умови низьких негативних температур, які часто діють на них несприятливо. Зимовий період є одним із впливових на ріст і розвиток пшениці озимої [6]. Під час зимівлі вона не впадає у глибокий спокій, але за низької температури повітря різко знижує темпи росту та інтенсивність фізіологічних процесів. Тому рослини з повільною вегетацією дуже вразливі до негативних факторів зими – низьких критичних температур, особливо за відсутності снігового покриву, її різких підвищень, льодових кірок і застою талої води під ними, а також вимокання та випирання рослин [7]. Через несприятливі фактори перезимівлі у різних регіонах України майже щороку гине чимало посівів пшениці озимої. Сукупність явищ (відсутність загартування, відлиги, сублетальні зимові температури, льодяні кірки, вимокання) зумовлюють загибель та пошкодження озимини. На вцілілих посівах рослини пшениці озимої відновлюють вегетацію знесилені, переважно з рідким і низьким продуктивним стеблостоєм [8].

Дія низьких температур, особливо в ранньовесняний період, є однією з найбільш поширених причин загибелі озимих рослин. В.В. Ляшенко та М.М. Маренич вказують [9], що сублетальна дія зимових температур на рослини озимих культур проявляється не завжди як загибель або у вигляді явних пошкоджень, проте завжди є значне зниження врожаю загальної надземної біомаси і зерна. Однак, як зазначають автори, у зимостійких генотипів зниження загальної надземної біомаси може й не бути.

Актуальність дослідження. Морозостійкість – це здатність рослин переносити без незворотних шкідливих наслідків негативні температури. Незадовільний стан посівів озимих культур переконує в нагальній потребі проведення агротехнічних і селекційних досліджень у напрямі підвищення морозостійкості рослин [10]. Тому ця ознака є одним з необхідних складників адаптивності сортів пшениці озимої [11]. Відмінності між сортами та гібридами щодо рівня морозостійкості можуть змінюватися у різних країнах відповідно до змін кліматичних умов. Під час створення сортів цієї культури однією з найважливіших властивостей рослин, що потребує уваги на всіх етапах селекційної роботи, є здатність протистояти несприятливим умовам зимівлі, зокрема стійкість до низької температури та до її коливань протягом зимового періоду [12; 13].

Несприятливі фактори вирощування пшениці висувають надзвичайно важливе завдання – створення нових сортів з потужним генетичним потен-

ціалом високої продуктивності та адаптивності для одержання стабільних валових зборів зерна [14; 15]. Успіх селекції пшениці на морозостійкість значною мірою залежить від правильної оцінки цієї ознаки у створюваних сортах [16; 17]. Численними дослідженнями встановлено [11; 13; 18], що стійкість рослин до дії низьких температур деякою мірою корелює зі стійкістю їх до інших несприятливих умов, що спостерігаються при випріванні, дії льодяної кірки тощо. У зв'язку з цим оцінка сортів за морозостійкістю є однією з основних, оскільки вона значною мірою може відображати ступінь загальної зимостійкості рослин. З часом змінюються кліматичні умови, сорти, родючість ґрунту, тому дослідження щодо створення та удосконалення способів скринінгу зразків на морозостійкість ніколи не втрачати своєї актуальності.

Виклад основного матеріалу. Варто підкреслити, що методів оцінювання рослин за морозостійкістю існує багато і залежно від цілей дослідження цієї ознаки і зони вирощування вони можуть бути різними. Найбільш достовірну оцінку стійкості рослини до низьких температур надають польові дослідження, а саме візуальна оцінка після перезимівлі в полі [19]. Проте за умов змін клімату та теплих м'яких зим проведення оцінки в польових умовах є досить складним завданням. Найбільш адекватною оцінкою морозостійкості є визначення ступеня виживання рослин після дії критичних температур [20]. Варто зазначити, що стійкість рослин до будь-якого стресу є відносною характеристикою, тому для її визначення у селекційній практиці досить часто використовують сорти-класифікатори [21]. Класичні методи, що застосовуються для оцінки морозостійкості рослин, умовно розділяють на прямі та побічні [20]. До побічних, серед решти способів, відносять також біохімічні, морфологічні та біотехнологічні.

Прямі методи. За прямим методом оцінки підраховують кількість рослин озимих культур після дії низьких температур. Кількість рослин, що вижили, виражена у відсотках, характеризуватиме певний сорт за морозостійкістю [20]. В селекції озимих культур під час виведення нових сортів найбільш перевіреним і надійним є метод прямого проморожування рослин в морозильних камерах або в інших спорудах на відкритому повітрі під дією природних низьких температур [21; 22].

1. Оцінка морозостійкості рослин методом монолітів. Спосіб [20] включає нижче перераховані процеси. Моноліти беруть у полі за допомогою механічних пилок. Вони повинні включати два суміжні рядки, у кожному з яких не менше 15 рослин. Товщина монолітів має бути 12–15 см. Їх поміщають у ящики розміром 30x40 см. Для обліку максимальної морозостійкості моноліти проморожують один раз всередині зими. У ряді випадків проводять дворазове проморожування: всередині зими й у передвесняний період. Температуру для проморожування

підбирають, виходячи з умов району загартовування й особливостей досліджуваних сортів. Метод досить надійно дозволяє характеризувати морозостійкість, визначати стан рослин у польових умовах, робити прогноз їх перезимівлі, встановлювати динаміку критичних температур і виявляти стійкість рослин до відлиги [20]. До його недоліків належить значна трудомісткість та довга тривалість.

2. Оцінка морозостійкості рослин методом прямого проморожування у висівних ящиках. Попри те, що на цей час створена апаратура для проморожування рослин в польових умовах, практично у всіх селекційних центрах країни і за кордоном в якості офіційного методу оцінки морозостійкості в тій чи іншій модифікації використовується метод прямого проморожування рослин при певних температурах в морозильних камерах [23].

Метод включає нижче перераховані процеси. Ящики розміром 30x40 см і глибиною 12–15 см заповнюють звичайним просіяним ґрунтом на 3–4 см нижче верхнього краю. Поверхню ґрунту вирівнюють та маркують на рядки. Дослідний матеріал висівають в ящики, в рядки через 3–4 см по 20–25 насінин у кожному і засипають зверху ґрунтом на 3 см. У кожному ящику висівають по 2 рядки сорту-еталону.

Весь період осені і початку зими рослини перебувають у природних умовах, де проходять першу та другу фази загартовування. Догляд за рослинами полягає у систематичному поливі, підживленні та боротьбі зі шкідниками. В подальшому ящики поміщають в низькотемпературні камери. Для більшої об'єктивності прямої оцінки морозостійкості кожен сорт проморожують при 2–3-х температурах. У зв'язку з тим, що температурні умови загартовування, як протягом кожного сезону, так і від року до року сильно різняться, то і критичну температуру проморожування необхідно вибирати заново для кожного циклу проморожування. Основою для вибору температури проморожування є дані по спостереженню за динамікою зміни температури протягом загартовування рослин. Оптимальною температурою проморожування є температура, за якої середньоморозостійкий сорт зберігається на 40–50%, більш жорсткі режими проморожування дозволяють виявити різницю між сортами з підвищеною морозостійкістю.

Далі проморожування проводять при двох температурах, починаючи зниження температури у камерах з температури навколишнього середовища на 2 °С щогодини до заданої температури. Експозиція проморожування 24 год. Після поступового їх розмерзання (2 доби) ящики з рослинами розміщують в приміщення з температурою від плюс 18° до плюс 24 °С і готують їх до відрощування (підстригають, щоб залишилась листова пластинка довжиною 0,5 см). Попередній підрахунок живих і відмерлих рослин проводять через 10–12 діб, остаточний – через 15–16 діб.

Використовуючи такий метод, науковцями Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН (МПП) були виділені найстабільніші за стійкістю до впливу низької температури сорти – Трудівниця миронівська, Розкішна, Гордовита, Кохана, Зіра, Царівна та Чародійка білоцерківська [24].

Недоліками цього способу є мала пропускна здатність, значна трудомісткість, необхідність використання значної площі штучного клімату, а також те, що рослини, які вижили під час проморожування, не зберігаються для подальшого вирощування, тобто метод слугує лише для оцінювання рослин за морозостійкістю, а не для добору кращих з них за вказаною ознакою [20].

3. Оцінка рослин озимих культур на морозостійкість методом проморожування рослин в пучках.

Метод [20] включає нижче перераховані процеси. При настанні стійкого похолодання, коли середньодобова температура повітря буде нижчою 0 °С і ґрунт почне злегка промерзати, в полі відбирають з кожного досліджуваного номера озимих посівів по два пучки рослин (50–70 шт. в кожному пучку). Потім рослини встановлюють на щиті з комірками, на дні якого є зволожена тирса або пісок. Рослини в комірках розташовують у вигляді вертикального пухкого, розгорнутого пучка. Щити залишаються у вегетаційному будиночку під сіткою за природних негативних температур в межах від –4 до –8 °С протягом восьми днів для проходження другої фази загартовування. Після її завершення рослини проморожують в холодильній камері з двома температурними режимами (інтервал 2°). До заданої температури переходять поступово, починаючи з 5°С і знижуючи температуру на 1–2 °С протягом години (експозиція проморожування – 2 год). Після проморожування рослини залишають в камерах з відкритими дверима на 3–4 години, а потім переносять в теплицю з поступовим підвищенням температури від +2 °С до +20 °С протягом доби. При цьому слід періодично зволожувати рослини. В подальшому рослини висаджують на стежах в теплицях, підстригають та проводять облік.

У дослідженнях М.М. Іванісова та Є.В. Іонової [25] при проморожуванні рослин даним методом ($t^{\circ} -19^{\circ}C$) відсоток живих рослин змінювався від 7,5 до 55%. Високий рівень виживання рослин відзначено у сортів: Дон 107 (55%), Аскет (48,8%), Донська безоста (45%), низький рівень – у лінії 260/09 (7,5%) та сортів Капризуля (12,5%) і Ліліт (16,3%).

4. Оцінка морозостійкості рослин пшениці м'якої озимої в поліетиленових стаканчиках.

Цей метод розроблений науковцями МПП та охороняється патентом на корисну модель [26]. Він полягає в тому, що в заповнені ґрунтом поліетиленові стаканчики розміром 9x13 см, в яких вирізане дно, висівають насіння (15 насінин на стаканчик) різних селекційних зразків в чотириразовій повторності. Після розміщення стаканчиків у викопаній траншеї і засипання їх землею, вологість ґрунту в стаканчи-

ках повинна відповідати вологості ґрунту ділянки. У терміни відбору проб стаканчики з рослинами з ділянки доставляють до низькотемпературних камер ЛВН-200Г. Проморожують пшеницю озиму у камерах за двома температурами: -18°C та -20°C з інтервалом зниження $2^{\circ}\text{C} / \text{год}$ і експозицією 24 год. Після проморожування стаканчики встановлюють у приміщення з температурою $+15...+18^{\circ}\text{C}$ і підстригають листки до розетки довжиною 0,5 см для відростання. Через 12–16 діб проводять підрахунки живих і загиблених рослин. Для порівняння відповідності значення розрахункових критичних температур вимерзання з фактичними використовують сорт-еталон пшениці м'якої озимої для підвищеного рівня морозостійкості Миронівська 808. Рослини, що залишилися живі після проморожування (наприкінці зимівлі), разом з ґрунтом виймають із стаканчиків і дорошують у відкритому ґрунті. Отримані морозостійкі форми використовують в схрещуваннях або в подальшому доборі морозостійких форм і ліній для подальшого розмноження.

Цей спосіб дозволяє наблизити сам процес загартування рослин до природних умов забезпечує зменшення трудомісткості процесу висіву та відсутність травмування кореневої системи рослини під час відбору проб.

5. Оцінка відносної морозостійкості рослин пшениці в проростках. Цей спосіб, який розроблений Г.А. Самігіним [27], включає нижче перераховані процеси. Зволене насіння пророщують в термостаті при температурі $+15...+20^{\circ}\text{C}$ до появи проростків довжиною 5–7 мм, потім викладають у марлеві мішечки по 100 штук і поміщають в екскатор спочатку для загартування на 7 діб за температури $0...-2^{\circ}\text{C}$, а потім на 3 доби при -4°C . Проростки проморожують за температури $-11...-13^{\circ}\text{C}$ у міні-камерах ЛВН-200Г з експозицією 24 год. Зразки розкладають в ростильні на фільтрувальний папір, накривають склом (захист від пересихання) і через 7–10 діб проводять підрахунок життєздатних рослин.

Слід відмітити, що таке відносно швидке зниження температури дозволяє значно скоротити час досліду і за умови правильно підібраної температури проморожування не впливає на точність оцінки морозостійкості зразків. Цей спосіб дозволяє зручно, швидко і без великих енерговитрат провести скринінг селекційного матеріалу на морозостійкість. Результати досліджень засвідчили, що проморожування рослин у фазі проростків забезпечує зменшення трудомісткості процесу та дозволяє провести одночасно проморожування значної кількості селекційного матеріалу [28].

Побічні методи. Оскільки безпосередня оцінка морозостійкості рослин є тривалим і трудомістким завданням, у селекційній практиці широко використовують побічні (непрямі) лабораторні методи оцінки за фізіологічними, анатомічними, морфологічними та біохімічними показниками [29]. Ці під-

ходи полягають у використанні не самої стійкості до дії низьких температур, а будь-якої іншої біологічної властивості, пов'язаної з даною ознакою. Ключова перевага побічних методів полягає в тому, що їх можна використовувати в оцінці стійкості на різних етапах розвитку рослин, що значно поглиблює уявлення про морозостійкість. Однак навіть якщо між досліджуваним ознакою і морозостійкістю рослин є певний функціональний зв'язок, побічні методи не завжди забезпечують досить надійну характеристику сорту. Це пов'язано з тим, що морозостійкість є складною і динамічною властивістю, а не єдиною ознакою. Водночас з огляду на відносну простоту та оперативність проведення аналізів побічні методи останніми роками отримали досить широке використання. Сьогодні існує ціла низка побічних методів оцінки морозостійкості рослин пшениці.

1. Оцінка морозостійкості рослин пшениці м'якої озимої за витоком електролітів. Спосіб [30; 31] включає нижче перераховані процеси. З поля в зимовий період відбирають рослини, які зазнали дії низьких температур в природних умовах. У лабораторії рослини очищають від ґрунту, відрізають найближчу з вузла кушнінної частину стебла довжиною 3–4 см, споліскують дистильованою водою і поміщають в бюкси з дистильованою водою по 4–6 відрізків. Кожен варіант аналізують не менше, ніж в чотирьох повторностях. Через 3–4 години вимірюють електропровідність водних витяжок. За ступенем електропровідності витяжки визначають кількість електроліту, що вийшов – чим вища електропровідність, тим сильніше пошкоджені клітинні мембрани, а тому, як наслідок, нижча морозостійкість цього зразка.

2. Оцінка морозостійкості за електропровідністю тканин рослин, що зазнали дії низьких температур за природних умов. Спосіб [31] включає нижче перераховані процеси. Зразки для вимірювання відбирають в полі в другій половині зими, після того, як рослини зазнали дії мінімальних зимових температур і почалося підвищення температури повітря. Рослини доставляють в лабораторію, де їх розморожують при температурі $+10...+15^{\circ}\text{C}$. Очищені від залишків ґрунту рослини закладають в електроди, причому в кожен пару електродів розміщують однакове число рослин. Частини рослин, що знаходяться в електродах, розчавлюють спеціальним пресом. При цьому сік, що випливає з розчавлених клітин, забезпечує електрохімічний контакт між рослинами і металом електроду. Після закладки зразків в усі електроди проводять вимір струму, що проходить через зразки, за кімнатної температури. Величина струму прямо пропорційна електропровідності, а значить і ступеню пошкодження рослинної тканини. У тканин більш морозостійких сортів ступінь викликаних низькою температурою пошкоджень буде менше і струм через тканини буде слабкіший. Недоліком цього методу є те, що результати будуть залежати від того, наскільки сильно пошкоджені

тканини рослин в польових умовах. Цього недоліку можна уникнути, якщо використовувати промороження рослин в контрольованих умовах.

3. Оцінка морозостійкості за електропровідністю тканин рослин, що зазнали дії низьких температур за контрольованих умов. Спосіб [31] включає нижче перераховані процеси. Зразки для вимірювання відбирають в полі після проходження другої фази загартовування. Моноліти з вирубанними рослинами доставляють в лабораторію, де їх розморожують при температурі +10...+15 °С. Очищені від залишків ґрунту рослини закладають в електроди так само, як і за попереднього методу. Блоки електродів з пробами поміщають в кліматичну камеру, де їх охолоджують зі швидкістю 0,2–0,4 °С/хв до критичної температури проморожування. Значення критичної температури вибирають в попередніх дослідях на трьох сортах-індикаторах таким чином, щоб різниця між контрастними сортами була максимальною. Зазвичай ця температура знаходиться в межах –18 ... –20 °С. За критичної температури рослини проморожують впродовж 3–4 год, після чого електроди виносять з камери в приміщення з кімнатною температурою, де проходить відтавання зразків. Через 50–70 хв після початку відтавання реєструють струм, що проходить через зразки. Чим менше змінився струм порівняно з його величиною до проморожування, тим вищу морозостійкість має зразок.

4. Оцінка морозостійкості озимих культур методом удару струмом. Спосіб [31] включає нижче перераховані процеси. Рослини доставляють з поля в лабораторію, очищають від ґрунту і закладають в електроди. В подальшому вимірюють електропровідність рослинних тканин, після чого на електроди з рослинними тканинами послідовно подається імпульс постійного струму напругою 40–60 Вт тривалістю 2–3 с і відразу вимірюється опір тканини. Ступінь морозостійкості визначають за величиною опору рослинної тканини після проходження струму. Цей метод може бути використаний для швидкої і достовірної оцінки морозостійкості. Перевага його в тому, що немає необхідності використовувати дорогі морозильні камери як під час оцінки методом прямого проморожування, так і під час оцінки іншими методами електропровідності. Окрім того, рослини з поля можна брати досить тривалий час, навіть під час їх виходу з вимушеного зимового спокою. Варто відзначити, що методи, пов'язані з вимірюванням електропровідності, легко автоматизуються. Це дає змогу створити на їх базі продуктивні технології оцінки морозостійкості селекційного матеріалу. Складність широкого поширення цього методу полягає в необхідності мати спеціально обладнані кліматичні камери, в яких слід одночасно підтримувати низьку температуру і досить високу освітленість.

5. Біохімічні методи. Полягають у реєстрації зміни вмісту зв'язаної води, вмісту різних фракцій білка і високоенергетичних сполук, активності

ферментів [32]. Відомо, що між зимостійкістю та інтенсивністю накопичення цукрів існує пряма залежність, тобто за однакових умов найбільш морозостійкими будуть ті сорти, в рослинах яких більше накопичилося цукрів у вузлах кущіння перед входженням у зиму. Проте при різкому похолоданні та короткому періоді осінньої вегетації між морозостійкістю і вмістом цукрів у вузлах кущіння прямого зв'язку може й не бути. Вміст цукрів у вузлах кущіння визначають за методом Х.М. Починка [33]. При вдалих умовах загартовування накопичується більше цукрів, особливо сахарози і моноцукрів.

Ступінь морозостійкості оцінюють також за забарвленням живих та мертвих тканин [31]. Після відтавання рослини ставлять на добу у воду. З кожного вузла кущіння роблять 2–3 поздовжніх зрізи, потім рослини забарвлюють у слабкому 0,025% – у розчині нейтральроти впродовж 15 хв і переносять на 30 хв у 2 N розчин сахарози. При цьому живі клітини мають чітко виражений плазмоліз, а мертві його не мають.

Основна перевага біохімічних методів полягає в тому, що їх можна використовувати в оцінці стійкості на різних етапах розвитку рослин, що значно поглиблює уявлення про морозостійкість.

6. Морфологічні методи. Дозволяють за станом конуса наростання озимих культур виділити найбільш морозостійкі сорти [34; 35]. Слід відмітити, що морозостійкість відповідає певним етапам органогенезу рослин [36]. На перших етапах відбувається адаптування до зовнішніх умов, і в рослин формується висока морозостійкість. Тому за диференціацією конуса наростання на початку зимового періоду можна орієнтовно дійти висновку про морозостійкість сорту. Морозостійкі форми озимої пшениці перебуватимуть на першому етапі, менш морозостійкі – на другому, низькоморозостійкі – в кінці другого – на початку третього етапу органогенезу.

Окрім того, на початку зимового періоду у морозостійких сортів пшениці вища концентрація клітинного соку у вузлах кущіння [32]. Визначають її за допомогою рефрактометра після настання від'ємних температур. Морозостійкі сорти характеризуються меншими розмірами клітин і більшою щільністю тканин у вузлах кущіння. Слід зазначити, що чим менше відношення поверхні клітин до об'єму, тим вищий і стабільніший її енергетичний рівень. Відповідно, морозостійкість таких сортів також вища.

7. Біотехнологічні методи. Дослідження стосовно морозостійкості рослин досить тривалий час проводилися в основному в польових умовах на цілих рослинах. Проте останніми роками в силу розвитку складних аналітичних методів вчені отримали можливість проводити дослідження на клітинному і субклітинному рівнях. Принципово новим підходом на сьогоднішній день є застосування методів біотехнології, що значно полегшує та прискорює традиційний селекційний процес створення нових ліній

і сортів пшениці. Варто зазначити, що за останні десятиліття, поряд з морфолого-анатомічними і фізіолого-біохімічними методами оцінки стрес-стійкості рослин, біотехнологічні підходи набули досить широкого поширення [37; 38]. Сучасні біотехнології дають змогу значно скоротити терміни добору та оцінки сортів і успішно застосовуються селекціонерами по всьому світу.

Особливої актуальності набуває застосування культури тканин і органів *in vitro* – біологічної системи, де відсутні механізми регуляції, що діють на рівні цілого організму [39]. Метод культури тканин та органів *in vitro* нині широко використовується для вирішення прикладних завдань селекції різних сільськогосподарських рослин і, зокрема, пшениці [40]. Особливістю культури соматичних тканин рослин є можливість регенерації повноцінних організмів завдяки властивості тотипотентності рослинної клітини [41]. Культура ізольованих тканин є екологічно безпечною, малозатратною за часом і ресурсами технологією для вивчення стрес-стійкості форм зернових, що базується на використанні калюсних культур та культивуванні *in vitro* клітин у специфічних умовах [42; 43]. Ці підходи застосовуються для скринінгу стійких форм, створення та ідентифікації соматоклональних ліній з підвищеною стійкістю, а також для вивчення реакції клітин на токсичність селективних агентів.

Дослідження щодо оцінки морозостійкості *in vitro* проводилися в МПП [44]. В.С. Гірко із використанням модельного набору сортів пшениці озимої Миронівська 808, Кінельська 4, Кошутка, Рання 12 отримав та здійснював проморожування калюсних культур у температурному діапазоні $-8\text{ }^{\circ}\text{C} \dots -24\text{ }^{\circ}\text{C}$. Автором встановлено, що температура $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ спричиняла зменшення приросту біомаси калюсів, не пригнічуючи регенераційної здатності. Оптимальною для більшості калюсних культур виявилась температура $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, а $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ – летальною. Проте, попри отримані результати, диференціювати генотипи за ознакою морозостійкості в силу певних причин автору так і не вдалося.

Дослідники в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України отримали клітинні культури пшениці озимої з генотипів, які піддавали процедурі проморожування [45]. Також під час оцінки показників життєздатності тканин автори встановили ефективність поєднання методів дослідження *in vivo* та *in vitro*. Генотипи пшениці озимої піддавали процедурі загартування/проморожування на стадії накілчених зернівок *in vivo*, а потім вирощували в польових умовах. Зміни умов впливу здійснювали в декілька етапів: 1) зниження температури від $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (20/48 год); 2) зниження температури від $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год}$); 3) проморожування при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ упродовж 24 год. Із регенованих рослин виділяли незрілі зародки, отримували клітинні культури та оцінювали ступінь життєздатності тканин інтактною рослини за характером реакцій культур *in vitro* на різних

культуральних середовищах. Відзначено різні типи реакції, залежних від генотипу й середовища: пряме проростання, калюсогенез та комбінування обох типів. Найбільш показовою виявилася реакція прямого проростання. Авторами встановлено, що генотипи пшениці озимої суттєво відрізнялися за рівнем морозостійкості. Показано, що поєднання методів *in vivo* та *in vitro* створює можливість ранжування генотипів пшениці озимої за рівнем морозостійкості.

Попри вищезазначені переваги, методи *in vitro* мають також і цілу низку недоліків: складний генетичний контроль селективної ознаки [38]; ускладнена регенераційна здатність калюсних культур [46]; не завжди існує кореляція між проявом селективної ознаки *in vitro* та *in vivo* [47]; дія селективного чинника може залежати від фази розвитку клітинної популяції [48]; під час оцінювання додається вплив фізіологічно активних речовин [49]; є ризик, що бажані ознаки в польових умовах проявлятимуться інакше, оскільки оцінка ведеться в лабораторних умовах [50]. Слід також зауважити, що скринінг і добір селекційного матеріалу пшениці на клітинному рівні не завжди виправданий та ефективний з економічної точки зору. Водночас, попри вищезгадані недоліки, використання тканинних і клітинних культур у більшості випадків дає можливість ефективно прискорити селекційний процес і вважається важливим доповненням до класичних методів селекції сільськогосподарських рослин, зокрема пшениці.

Головні висновки. Таким чином, на основі зробленого аналізу літературних джерел можна підсумувати, що для скринінгу перспективних зразків пшениці існує ціла низка методів, заснованих на різних принципах дії, і кожен з них має свої переваги і недоліки. Значна їх частина сьогодні не є оптимальними, тому створення нових і вдосконалення наявних методів оцінки генотипів пшениці є пріоритетним завданням. Вибір способу суттєво залежить від ступеню його достовірності, трудомісткості, тривалості та пропускну здатності. Від достовірності методу залежить ступінь збігу результатів оцінки одного й того ж набору сортів у повторних циклах діагностики. Комплексне оцінювання зразків на різних етапах розвитку рослин уможливить більш об'єктивно та достовірно оцінити генотипи за морозостійкістю. Подальший прогрес у вивченні стійкості пшениці до дії низьких температур буде також залежати від більш глибокого пізнання молекулярних механізмів регуляції та експресії генів, що детермінують цю ознаку. Впровадження інноваційних генетичних та біотехнологічних розробок надасть селекціонерам потужні інструменти для виявлення форм з цінними господарськими ознаками. Дослідження, спрямовані на розв'язання цих проблем, є актуальними і значущими, оскільки орієнтовані на розвиток розуміння реакцій рослин на дію низьких температур та широке впровадження нових підходів для вирішення прикладних завдань селекції пшениці.

Література

1. Черенков А.В., Гасанова І.І., Солодушко М.М. Пшениця озима – розвиток та селекція культури в історичному аспекті. *Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони*. 2014. № 6. С. 3–6.
2. Жемела Г.П., Кузнецова О.А. Вплив сортових властивостей на продуктивність та якість зерна пшениці м'якої озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 23–25.
3. Mohammad F., Ahmad I., Khan N. U., Maqbool K., Naz A., Shaheen S., Ali K. Comparative study of morphological traits in wheat and triticale. *Pakistan Journal of Botany*. 2011. Vol. 43. P. 165–170.
4. Васильківський С.П., Гудзенко В.М., Кочмарський В.С., Кириленко В.В. Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях вирішення продовольчої проблеми. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Т. 21. С. 47–51.
5. Двораковский М.С. Экология растений. Москва : Высшая школа, 1983. 190 с.
6. Жученко А.А. Возможности создания сортов и гибридов растений с учетом изменения климата. Стратегия адаптивной селекции полевых культур в связи с глобальным изменением климата: Сб. научн. трудов по материалам междунар. научно-практ. конф. (г. Саратов, 16–18 июня 2004 г.). Саратов, 2004. С. 10–16.
7. Косулина Л.Г., Луценко Э.К., Аксенова В.А. Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды. Ростов на Дону : Издательство Ростовского университета, 1993. 240 с.
8. Литвиненко М.А., Лифенко С.П. Вплив строків сівби і сублетальних зимових температур на виживаність та врожайність озимої пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 5. С. 27–31.
9. Ляшенко В.В. Маренич М.М. Вплив строків сівби на продуктивність посівів пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 2. С. 46–50.
10. Кучеренко О.М., Хоменко С.О., Ковалишина Г.М., Кочмарський В.С. Вплив змін клімату на особливості морфологічного аналізу при оцінці стану перезимівлі пшениці м'якої озимої. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 103. С. 107–114.
11. Пірич А.В. Морозостійкість нових сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції. *Миронівський вісник*. 2018. Вип. 7. С. 85–92.
12. Моргун В.В., Логвиненко В.Ф. Селекція сортів озимої пшениці на високу зимо- та морозостійкість. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть*. Київ, 2001. Т. 2. С. 204–211.
13. Ионова Е.В., Иванисов М.М. Морозостойкость озимой пшеницы. *Зерновое хозяйство России*. 2014. № 4. С. 36–40.
14. Базалій В.В., Ларченко О.В., Лавриненко Ю.О., Базалій Г.Г. Адаптивний потенціал сортів пшениці м'якої озимої залежно від умов вирощування. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2009. Т. 6. С. 272–276.
15. Дубовик Н.С., Кириленко В.В., Дергачов О.Л. Вихідний матеріал для селекції пшениці м'якої озимої за пластичністю та стабільністю. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2015. Вип. 18. С. 132–138.
16. Моргун В.В., Швартау В.В., Киризий Д.А. Физиологические основы получения высоких урожаев пшеницы. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2008. Т. 40. № 6. С. 463–479.
17. Польовий А.М., Блищик Д.В., Феоктістов П.О. Динамічна модель формування зимостійкості рослинами озимої пшениці на території Південного Степу України. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2014. № 14. С. 105–111.
18. Вінниченко О.М., Більчук В.С., Філонік І.О., Хромих Н.О., Шупранова Л.В., Богуславська Л.В., Заморуєва Л.Ф. Фізіолого-біохімічні аспекти адаптації сільськогосподарських рослин до комплексної дії абіотичних факторів середовища. Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2011. 224 с.
19. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур / за ред. В.В. Волкодава. 2000. Київ : АЛЕФА, С. 10–50.
20. Методы определения морозо- и зимостойкости озимых культур. Москва, 1969. С. 17–29.
21. Кириленко В.В., Гуменюк О.В., Дергачов О.Л., Дубовик Н.С., Близнюк Б.В., Хоменко С.О. Методи підвищення морозо-, зимостійкості пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) в умовах Лісостепу України. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. Т. 16. С. 120–124.
22. Дубовий В.І. Способи оцінки морозо- та зимостійкості озимих зернових культур. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 2. С. 69–86.
23. Пшениця озима. Метод визначення морозостійкості сортів: ДСТУ 4749:2007. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 8 с.
24. Булавка Н.В., Юрченко Т.В., Кучеренко О.М., Пірич А.В. Сорти пшениці м'якої озимої, стійкі до впливу негативних чинників довкілля. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2018. Т. 14. № 3. С. 255–261.
25. Иванисов М.М., Ионова Е.В. Морозостойкость сортов и линий озимой мягкой пшеницы. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016. № 9 (51). С. 110–113.
26. Спосіб оцінювання і добору морозостійких форм озимих зернових культур: пат. 38732 Україна: МПК А01Н 1/04, А01G 7/00, А01С 1/00. № 200806677; заявл. 15.05.2008; опубл. 12.01.2009, Бюл. № 1. 5 с.
27. Самыгин Г.А. Промораживание проросших семян озимой пшеницы как метод оценки относительной морозостойкости. *Сельскохозяйственная биология*. 1980. Т. 15. № 6. С. 935–938.
28. Поморцев А.В., Дорофеев Н.В., Пешкова А.А., Бояркин Е.В. Морозостойкость и динамика содержания углеводов у озимых злаков в осенне-зимне-весенний период. *Вестник ИРГСХА*. 2012. Вип. 49. С. 32–40.
29. Поминов А.В., Кибкало И.А. Лабораторные методы оценки морозоустойчивости перспективных линий озимого тритикале. Вавиловские чтения – 2013: Сб. ст. Межд. научн.-практ. конф., посвящ. 126-й годовщине со дня рожд. Акад. Н.И. Вавилова и 100-летию Саратовского ГАУ. (г. Саратов, 25–27 ноября 2013 г.). Саратов, 2013. С. 74–77.
30. Никитин В.А. Быстрый способ определения электропроводности растительной ткани. *Физиология растений*. 1964. Т. 13. № 2. С. 373–376.
31. Федулов Ю.П. Методы определения устойчивости растений. Краснодар : КубГАУ, 2015. 39 с.
32. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И., Ярош Н.П., Луковникова Г.А. Методы биохимического исследования растений. Ленинград : Агропромиздат, 1987. 430 с.

33. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. Киев : Наукова думка, 1976. 333 с.
34. Куперман Ф.М. Морфофизиологические приемы исследования растений. *Бюллетень МОИП*. 1952. Т. LVII. Вып. 6. С. 14–21.
35. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (методическое руководство) / Под ред. Г.В. Удовенко. Л.: ВИР, 1988. 228 с.
36. Туманов И.И. Физиология закаливания и морозостойкости растений. Москва : Наука, 1979. 352 с.
37. Решетников В.Н., Спиридович Е.В., Носов А.М. Биотехнология растений и перспективы ее развития. *Физиология растений и генетика*. 2014. Т. 46. № 1. С. 3–18.
38. Дубровна О.В., Моргун Б.В., Бавол А.В. Біотехнології пшениці: клітинна селекція та генетична інженерія. Київ : Логос, 2014. 375 с.
39. Моргун В.В., Дубровна О.В., Моргун Б.В. Сучасні біотехнології отримання стійких до стресів рослин пшениці. *Физиология растений и генетика*. 2016. Т. 48. № 3. С. 196–214.
40. Maluszynski M., Ahloowalia B., Sigurbjörnsson B. Application of *in vivo* and *in vitro* mutation techniques for crop improvement. *Euphytica*. 1995. Vol. 85. No 1–3. P. 303–315.
41. Дубровна О.В., Чугункова Т.В., Бавол А.В., Лялько І.І. Біотехнологічні та цитогенетичні основи створення рослин, стійких до стресів. Київ : Логос, 2012. 428 с.
42. Гончарук О.М., Бавол А.В., Дубровна О.В. Морфогенний потенціал високопродуктивних сортів озимої пшениці в культурі апікальних меристем пагонів. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2011. Т. 11. С. 237–241.
43. Бавол А.В., Дубровна О.В., Лялько І.І. Регенерація рослин із експлантів верхівки пагона проростків пшениці. *Вісник Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів*. 2007. Т. 5. №1/2. С. 3–10.
44. Колочий В.Т., Власенко В.А., Борсук Г.Ю. Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України. Аграрна наука : Київ, 2007. С. 226–258.
45. Сергеева Л., Хоменко Л., Броннікова Л. Біотехнологія пшениці. Нові підходи до оцінювання морозистійкості генотипів пшениці озимої. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Біологічні науки*. 2018. Т. 8. № 381. С. 23–27.
46. Дубровна О.В., Моргун Б.В. Клітинна селекція пшениці на стійкість до стресових чинників довкілля. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2009. Т. 41. № 6. С. 463–476.
47. Дубровная О.В. Селекция *in vitro* пшеницы на устойчивость к абиотическим стрессовым факторам. *Физиология растений и генетика*. 2017. Т. 49. № 4. С. 279–292.
48. Зинченко М.А., Дубровная О.В., Бавол А.В. Клеточная селекция мягкой пшеницы на устойчивость к комплексу стрессовых факторов и анализ полученных форм. *Известия Самарского отделения РАН*. 2013. Т. 15. № 3 (5). С. 1610–1614.
49. Lestari E. G. In vitro selection and somaclonal variation for biotic and abiotic stress tolerance. *Biodiversitas*. 2006. Vol. 7. № 3. P. 297–301.
50. Rai M. K., Kalia R. K., Singh R., Gangola M. P., Dhawan A. K. Developing stress tolerant plants through in vitro selection – An overview of the recent progress. *Environ. Exper. Bot*. 2011. Vol. 71. № 1. P. 89–98.

БІОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

УДК 504.054:574.4

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.15>

БІОАКУМУЛЯЦІЯ МЕРКУРІЮ (Hg^{2+}), ХРОМУ (Cr^{6+}) ТА ЦИНКУ (Zn^{2+}) У ЕКОСИСТЕМАХ ОБУХІВСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Бондар О.І., Риженко Н.О., Жаврида Д.Є.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, 03035, м. Київ
alsko2011@ukr.net

Проблематика накопичення та транслокації в складниках екосистем хімічних речовин наразі досить актуальна. Здатність рослин та гідробіонтів до біоаккумуляції є одним із найважливіших індексів у вивченні екологічної особливості міграції поллютантів, оскільки цей показник не лише дає змогу порівнювати токсичність поллютантів, особливо металів, які завжди наявні в рослині, ґрунті, водному середовищі та гідробіонті, які можуть водночас бути як токсикантами, так і мікроелементами, а й дати прогноз транслокації, біоаккумуляції поллютантів і реакції складників екосистем на їх дію. Доля різних металів, зокрема хрому, нікелю, міді, марганцю, ртуті, кадмію та свинцю та металоїдів, у природному середовищі викликає велике занепокоєння. Так, неподалік промислових майданчиків, смітників, хвостосховищ та відвалів, а також у міських районах та індустріальних центрах. Однією з таких місцевостей є Обухівський район Київської області, територія якого досліджувалася на вміст Cr^{6+} , Hg^{2+} , Zn^{2+} . Ґрунт, осад, вода та органічні сполуки на цих територіях можуть містити більше, ніж фонові та кларкова кількості таких елементів, а також біодоступні форми цих елементів. Установлено, що в системі «вода-гідробіонт» найбільшими значеннями коефіцієнтів біоаккумуляції щодо води характеризується Hg^{2+} , а найменшими – Cr^{6+} . За інтенсивністю біоаккумуляції у *Taraxacum officinale* L. з ґрунту на досліджуваній території отримано такий ряд металів: $Cr^{6+} > Hg^{2+} > Zn^{2+}$. Серед досліджених металів максимально високими значеннями коефіцієнтів біоаккумуляції у водному середовищі відрізняється Hg^{2+} , мінімальними – Cr^{6+} . З'ясовано, що інтенсивність накопичення меркурію гідробіонтами (*Ceratophyllum demersum* L., *Blicca bjoerkna*, *Esox lucius*) достовірно більша, ніж наземним видом рослин *Taraxacum officinale* L, що свідчить про вищу біодоступність меркурію у водному середовищі. **Ключові слова:** біоаккумуляція, метали (Hg^{2+} , Cr^{6+} , Zn^{2+}), ґрунт, вода, забруднення, *Taraxacum officinale* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Blicca bjoerkna*, *Esox lucius*, Обухівський район Київської області.

Bioaccumulation of Mercury's (Hg^{2+}), Chrome's (Cr^{6+}), and Zinc's (Zn^{2+}) in ecosystems of Obukhiv district of Kyiv region.
Bondar O., Ryzhenko N., Zhavryda D.

The issue of accumulation and translocation in the components of chemical ecosystems is currently quite relevant. The ability of plants and aquatic organisms to bioaccumulate is one of the most important indices in studying the ecological features of pollutant migration. Bioaccumulation not only allows to compare the toxicity of pollutants, especially metals, which are always present in plants, soil, aquatic environment and aquatic environment as a trace element, but also to predict the translocation, bioaccumulation of metals as a pollutants. The fate of various metals, including chromium, nickel, copper, manganese, mercury, cadmium and lead, and metalloids in the natural environment, is of great concern, particularly near industrial sites, landfills, tailings ponds and dumps, as well as in urban areas and industrial areas. One of such territories is Obukhiv district of Kyiv region, the territory of which was studied for the content of Cr^{6+} , Hg^{2+} , Zn^{2+} . Soil, sediment, water and organic compounds in these areas may contain more than the background and clark amounts of these elements, as well as bioavailable forms of these elements. In the system “water-hydrobiont” the highest values of bioaccumulation coefficients are characterized by Hg^{2+} , and the lowest – respectively Cr^{6+} . According to the intensity of bioaccumulation in *Taraxacum officinale* L., the following number of metals was obtained from the soil in the study area: $Cr^{6+} > Hg^{2+} > Zn^{2+}$. Among the studied metals, Hg^{2+} differs by the highest values of bioaccumulation coefficients in the water, and Cr^{6+} – by the minimum. The intensity of accumulation of mercury by aquatic organisms (*Ceratophyllum demersum* L., *Blicca bjoerkna*, *Esox lucius*) is significantly higher than the terrestrial plant species *Taraxacum officinale* L, which indicates higher bioavailability of mercury in the aquatic environment. **Key words:** bioaccumulation, metals (Hg^{2+} , Cr^{6+} , Zn^{2+}), soil, water, pollution, *Taraxacum officinale* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Blicca bjoerkna*, *Esox lucius*, Obukhiv district of Kyiv region.

Постановка проблеми. Ураховуючи аспекти децентралізації, Обухівський район Київської області характеризуватиметься значним техногенним та демографічним навантаженням на довкілля [1–3]. Тому моніторинг стану екосистеми є необхідною умовою екологічного нормування як з огляду на середовище життя людини, так і з огляду на необхідність охорони природи. Доля різних металів, зокрема хрому, нікелю, міді, марганцю, ртуті,

кадмію та свинцю та металоїдів, у природному середовищі викликає велике занепокоєння, зокрема поблизу промислових майданчиків, смітників, хвостосховищ та відвалів, а також у міських районах та індустріальних центрах. Однією з таких територій є Обухівський район Київської області. Ґрунт, осад, вода та органічні сполуки на цих територіях можуть містити більше, ніж фонові та кларкова кількості цих елементів, а також біодоступні форми цих елементів.

Для того, щоб оцінити ефекти та потенційні ризики, пов'язані з підвищеними концентраціями елементів, які виникають внаслідок антропогенної діяльності, необхідно визначити частку загальної кількості елементів у воді, осаді та ґрунті, які є біодоступними. Біодоступність – це частка загальної кількості металів, доступних для включення їх у біоаккумуляцію. Валові концентрації металів не обов'язково корелюють із біодоступними формами [4; 5]. Так, сульфідні сполуки можуть бути доволі інертними. Незважаючи на високі загальні концентрації металів в осаді та ґрунті, метали не є доступними для включення у біоту, тому вплив на довкілля від високих валових концентрацій металів у подібних сполуках може бути незначним. Проте доступні для біоти форми металів у ґрунті чи водному середовищі є потенційно небезпечними через можливість їх біоаккумуляції живими організмами, наприклад метилмеркурій. З огляду на це, все більше набуває актуальності дослідження питання інтенсивності біоаккумуляції металів у системі «середовище-біота» [4–7].

У токсикологічному контексті суттєвого значення набуває оцінка біоаккумуляції металів у підсистемі «Біота». Значення інтенсивності біоаккумуляції живими організмами у природних екосистемах також важко переоцінити, адже саме поглинання токсикантів наземними рослинами, гідробіонтами тощо є суттєвим вектором фізичної міграції токсикантів. Здатність рослин (або гідробіонтів) до поглинання є одним із найважливіших індексів у вивченні токсичності поллютантів, оскільки цей показник не тільки дозволяє порівнювати токсичність поллютантів, що є особливо важливим у випадку з металами, які завжди присутні в рослині, ґрунті, воді, гідробіонти та можуть водночас бути як токсикантами, так і мікроелементами (ультрамикроелементами), а й дати можливість прогнозу поведінки поллютантів та відповіді екосистеми на їх дію [7; 8]. Отже, виявлені особливості біоаккумуляції хрому, цинку та ртуті в екосистемах Обухівського району дозволять оцінити їх стан та прогнозувати порушення їх функціонування.

Метою роботи є дослідження біоаккумуляції ртуті (Hg^{2+}), хрому (Cr^{6+}) та цинку (Zn^{2+}) в системі «ґрунт-рослина» у природних та трансформованих ландшафтах Обухівського району Київської області, «вода-гідробіонт» Канівського водосховища. Під час порівняння між собою досліджуваних територій за біоаккумуляцією всіх досліджуваних металів ставилось на меті виокремити суттєвий фактор, який би суттєво впливав на біоаккумуляцію всіх металів певного локалітету, адже близькість до автошляхів, рекреаційне навантаження та інші антропогенні фактори можуть суттєво впливати на перебіг біоаккумуляційних процесів у складниках екосистеми досліджуваної території в цілому.

Умови та методи проведення досліджень. Дослідження біоаккумуляції металів у природних еко-

системах проводилось за результатами вмісту металів в таких складниках екосистеми, як ґрунт, рослини *Taraxacum officinale L.* та *Ceratophyllum demersum L.*, поверхнева вода, риба густера (*Blicca bjoerkna*), риба щука звичайна (*Esox lucius*) на чотирьох локаціях Обухівського району (в зоні діяльності Трипільської ТЕС м. Українка, полігону ТПВ № 5 с. Підгірці, в межах Канівського водосховища м. Українка та ландшафтного заказника місцевого значення «Урочище «Калинове» с. Витачів. Зразки відбирали згідно з вимогами ДСТУ (ДСТУ 4287:2004, ДСТУ ISO 10381-4-2005) в межах 3-х пробних ділянок. Глибина відбору ґрунтових зразків була в межах 0–20 см. На кожній площі відбиралися рослинні зразки, з яких готували змішаний усереднений зразок об'ємом до 100 г (загальна фітомаса). Аналіз зразків ґрунту (Zn^{2+} та Cr^{6+} : ацетатно-амонійний буфер pH 4,8) та рослин ($\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$) здійснювали методом атомно-абсорбційної спектроскопії. Підготовку м'яких тканин риб для визначення в них вмісту металів здійснювали відповідно до рекомендацій, наведених у нормативних документах для харчових продуктів. Вимірювання концентрації металів у донних відкладах проводили методом атомно-абсорбційної спектроскопії (спектрофотометр атомно-абсорбційний Сатурн-4, Аналізатор ртуті, РА-915). Коефіцієнт біоаккумуляції розраховували за рівнянням [4–9]:

$$K_b = \text{Conc}(\text{росл., гідроб.}) / \text{Conc}(\text{ґрунт, вода}) \quad (1),$$

де K_b – коефіцієнт біоаккумуляції;

$\text{Conc}(\text{росл./гідроб.})$ – концентрація у надземній фітомасі рослини або гідробіонту, мг/кг;

$\text{Conc}(\text{ґрунт, вода})$ – концентрація у ґрунті або воді, мг/кг (дм^3).

Статистична обробка експериментальних даних була проведена з використанням пакета прикладних програм Microsoft Excel за загальноприйнятими у біометрії методиками [10].

Виклад основного матеріалу. Ураховуючи шляхи надходження токсикантів антропогенного походження в екосистеми, підсистема «ґрунт» та підсистема «Вода» є первинними акумуляторами металів, а далі – підсистема «Рослина» та «Гідробіонт» стає основним акумулятором металів, оскільки основна частина металів виноситься саме фітокомпонентом та біотичною складовою [1; 5; 7].

Після надходження токсиканта до «воріт» екосистеми на другому етапі міграційного процесу алохтонних речовин (металів) відбувається біохімічне та геохімічне впровадження цих сполук через фізіологічні та геохімічні реакції, що значно формує біопродукційний процес. Біоаккумуляція залежить від біодоступності металу у водній фазі ґрунту, у воді, pH, окисно-відновного потенціалу, вмісту органічної речовини у ґрунті та воді. У нашій роботі досліджувалась біоаккумуляція Cr^{6+} , Zn^{2+} , Hg^{2+} у системі «ґрунт-рослина», «вода-гідробіонт» (табл. 1, 2).

На трьох локаціях досліджуваних ґрунтів у системі «ґрунт-рослина» коефіцієнти біоаккумуляції металів *Taraxacum officinale* L. мали значення ті, які варіювали від 0,3 до 1,5. Слід указати на коефіцієнт біоаккумуляції ртуті в районі діяльності Трипільської ТЕС, який дорівнював 1,4 (на відміну від локації біля Полігону № 5 та заказника «Урочище Калинове», який становив по 0,9 в обох випадках). Це свідчить про інтенсивніше поглинання рослинами доступної форми ртуті з ґрунту в районі діяльності ТЕС порівняно з іншими досліджуваними ділянками. Така особливість біоаккумуляції ртуті може бути пов'язана із вмістом вологи у ґрунті у м. Українка (русло Дніпра розташоване від місця

забору зразків на відстані 500 метрів). Коефіцієнти варіації (v , %) коефіцієнтів біоаккумуляції металів для трьох різних локацій становили: Hg – 22,1, Cr – 23,1, Zn – 45,3 відповідно. Для ртуті та хрому варіація була незначна, а для цинку – помірна, що, вочевидь, пояснюється есенціальними властивостями цього елемента для досліджуваної рослини. За інтенсивністю біоаккумуляції у *Taraxacum officinale* L з ґрунту на досліджуваній території отримано такий ряд металів: $Cr^{6+} > Hg^{2+} > Zn^{2+}$.

Серед досліджених металів максимально високими значеннями коефіцієнтів біоаккумуляції у водному середовищі відрізняється Hg^{2+} (від 49,6 до 64,0), мінімальними – Cr^{6+} (табл. 2).

Таблиця 1

Біоаккумуляція металів у системі «ґрунт-рослина», P_{05}

Метал	Вміст у ґрунті, мг/кг	Вміст у рослині <i>Taraxacum officinale</i> L., мг/кг сух.реч.	Коефіцієнт біоаккумуляції (Кб)
Трипільська ТЕС м. Українка			
Cr ⁶⁺	0,0151±0,003	0,0141±0,003	0,9
Hg ²⁺	0,0028±0,001	0,0040±0,001	1,4
Zn ²⁺	1,7986±0,400	1,1252±0,250	0,6
Полігон ТПВ № 5 с. Підгірці			
Cr ⁶⁺	0,0253±0,004	0,0258±0,002	1,0
Hg ²⁺	0,0056±0,001	0,0050±0,001	0,9
Zn ²⁺	3,6258±0,320	1,2687±0,051	0,3
Заказник «Урочище Калинове» с. Витачів			
Cr ⁶⁺	0,0044±0,0007	0,0065±0,001	1,5
Hg ²⁺	0,0053±0,001	0,0052±0,001	0,9
Zn ²⁺	1,8765±0,520	1,9562±0,232	1,0
	$s^2(Kб)$	$v, \% (Кб)$	
Cr ⁶⁺	0,690	23,1	
Hg ²⁺	0,056	22,1	
Zn ²⁺	0,082	45,3	

Таблиця 2

Біоаккумуляція металів гідробіонтами, P_{05}

Метал	Вміст у воді, мг/л	Вміст у гідробіонті, мг/кг сух.реч.	Коефіцієнт біоаккумуляції (Кб)
Кушир занурений (<i>Ceratophyllum demersum</i> L.)			
Hg ²⁺	0,0001149±0,00002	0,0074±0,001	64,4
Zn ²⁺	0,1985±0,0030	2,3658±0,241	11,9
Cr ⁶⁺	0,02244±0,007	0,0095±0,001	0,4
Риба густера (<i>Blicca bjoerkna</i>)			
Hg ²⁺	0,0001149±0,00002	0,0055±0,001	47,9
Zn ²⁺	0,1985±0,0030	1,9625±0,365	9,9
Cr ⁶⁺	0,02244±0,007	0,0352±0,0026	1,6
Риба щука звичайна (<i>Esox lucius</i>)			
Hg ²⁺	0,0001149±0,00002	0,0061±0,002	53,1
Zn ²⁺	0,1985±0,0030	1,5688±0,345	7,9
Cr ⁶⁺	0,02244±0,007	0,00322±0,0001	0,1
	$s^2(Kб)$	$v, \% (Кб)$	
Hg ²⁺	948,0	12,49	
Zn ²⁺	32,4	16,49	
Cr ⁶⁺	6,1	92,58	

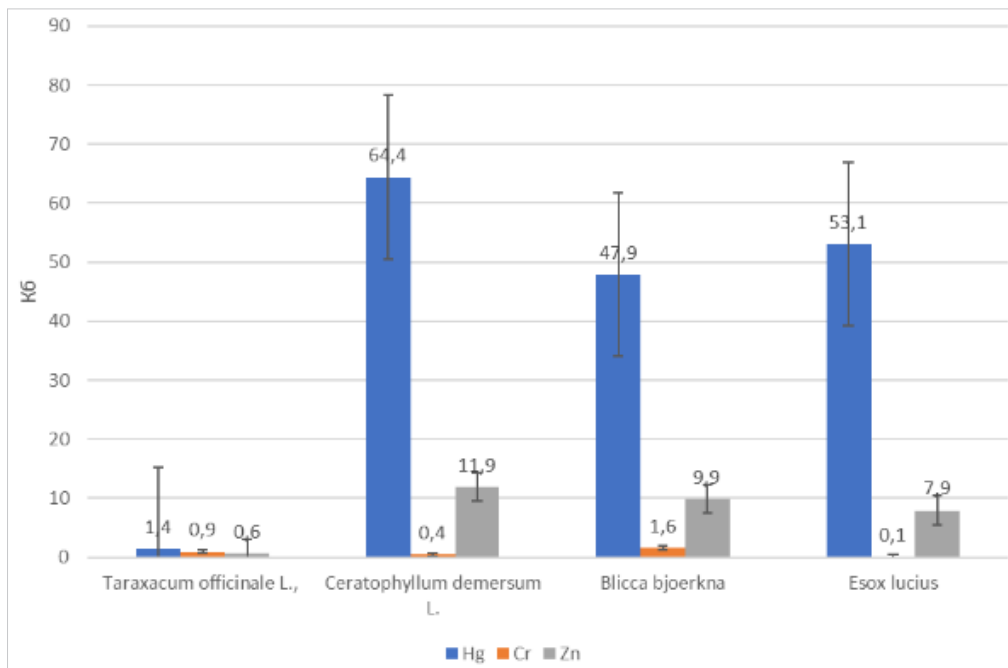


Рис. 1. Коефіцієнти біоаккумуляції у системі «середовище-організм»

Аналіз результатів дозволив отримати ряд накопичення металів для системи «вода-гідробіонт»: $\text{Hg}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Cr}^{6+}$. За Критерієм Фішера, інтенсивність накопичення меркурію гідробіонтами (*Ceratophyllum demersum* L., *Blicca bjoerkna*, *Esox lucius*) достовірно більша, ніж досліджуваним наземним видом рослин *Taraxacum officinale* L. ($F_{\text{пр}} > F_{\text{табл.}}$, $F_{\text{пр}} = 948$, $F_{\text{табл. } 0,05} = 19,5$). Аналогічна закономірність спостерігалась для цинку ($F_{\text{пр}} > F_{\text{табл.}}$, $F_{\text{пр}} = 32,4$, $F_{\text{табл. } 0,05} = 19,5$), проте для хрому достовірна різниця коефіцієнтів біоаккумуляції між наземним видом рослин та гідробіонтами була відсутня ($F_{\text{пр}} < F_{\text{табл.}}$, $F_{\text{пр}} = 6,1$, $F_{\text{табл. } 0,05} = 19,5$). Найбільшим коефіцієнтами біоаккумуляції у системі «середовище-організм» серед досліджуваних видів характеризувався вид *Ceratophyllum demersum* L. (див. рис. 1). Найбільшим коефіцієнтом

варіації (v,%) коефіцієнтів біоаккумуляції характеризувався хром, найменшим – меркурій, що свідчить про незначну варіацію біодоступності останнього для різних видів гідробіонтів.

Головні висновки. За інтенсивністю біоаккумуляції у *Taraxacum officinale* L з ґрунту на досліджуваній території отримано такий ряд металів: $\text{Cr}^{6+} > \text{Hg}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$. Серед досліджених металів максимально високими значеннями коефіцієнтів біоаккумуляції у водному середовищі відрізняється Hg^{2+} , мінімальними – Cr^{6+} . За Критерієм Фішера інтенсивність накопичення меркурію гідробіонтами (*Ceratophyllum demersum* L., *Blicca bjoerkna*, *Esox lucius*) достовірно більша, ніж наземним видом рослин *Taraxacum officinale* L., що свідчить про вищу біодоступність меркурію у водному середовищі.

Література

- Бондар О.І., Риженко Н.О. Фітотоксикологічна класифікація токсичних металів за інтенсивністю їх біоаккумуляції в умовах зелених паркових зон м. Києва. *Агроекологічний журнал*. 2017. Т 3. С. 32–40.
- Chang, C., Yu, H., Chen, J., Li, F., Zhang, H., Liu, C., 2014. Accumulation of heavy metals in leaf vegetables from agricultural soils and associated potential health risks in the Pearl River Delta, South China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(3). Pp. 1547–1560
- Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна небезпека. / В.М. Гришко, Д.В. Сишиков, О.М. Піскова та ін.. Донецьк : Донбас, 2012. 303 с.
- Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе «почва-растение». Новосибирск : Наука, Сибирское отделение, 1991. 151 с.
- Риженко Н.О. Біоаккумуляція Pb, Cd, Zn, Cu при імпакті забрудненні – екоотоксикологічний критерій якості довкілля. *Екологічні науки*. 2012. Т 1. с. 46–55.
- Ryzhenko N., Yastrebtsova N., Ryzhenko D. Cd and Pb in the “soil-plant” system of Holosiyiv green park area in Kyiv. *Polish journal of soil science*. 2020. Vol. LIII/2. Pp. 199–210.
- Бондар О.І., Риженко Н.О. Екологічний моніторинг м. Києва. *Агроекологічний журнал*. 2010. № 2. С. 41–46
- Morel F. M., Kraepiel A. M. The chemical cycle and bioaccumulation of mercury. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 1998, Vol. 29, PP. 543–566.
- Hazrat, A., Ezzat, K., Ikram, I., 2019. Environmental Chemistry and Ecotoxicology of Hazardous Heavy Metals: Environmental Persistence, Toxicity, and Bioaccumulation. *Journal of Chemistry*, 2019. Pp.1–15.
- Ивантер Э.В., Коросов А.В. Элементарная биометрия. Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2010. 104 с.

ЗМІНА КЛІМАТУ

УДК 551.577.59

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.16>

КЛІМАТО-ГЕОГРАФІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ОПАДІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ В ОСІННІЙ ПЕРІОД

Гончарова Л.Д., Прокоф'єв О.М.

Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, 65016, м. Одеса
gongcharova.luda.50@gmail.com, leggg0707@gmail.com

У статті наведено результати комплексного фізико-статистичного підходу до визначення стану одного з основних кліматичних ресурсів України для раціонального природокористування, вирішення природно-екологічних проблем, перспективного планування та адаптації різних галузей економіки в умовах глобальних змін клімату. Предметом дослідження є місячна кількість опадів за вересень, жовтень, листопад на 40 станціях України та індекси Північно-Атлантичного (NAO) і Північно-Морського Каспійського (NCP) коливань за 1962–2006 рр. Використання багаторічних даних дозволило здійснити об'єктивну кластеризацію території України за місячною кількістю опадів, у результаті чого вдалося поділити територію України на регіони з різними характерними типами погоди. У вересні та листопаді визначено по 4, а в жовтні – 5 кластерів, кожний із яких є фізично обгрунтованим. Для наочності в статті наведено регіональні статистичні моделі у вигляді карт-схем вірогідних взаємозв'язків між місячною кількістю опадів осіннього календарного періоду на території України та північно-атлантичними і європейсько-середземноморськими макропроцесами. Проведене дослідження підтверджує існування зумовленої залежності розподілу опадів на території України від стану Північно-Атлантичного та Північно-Морського Каспійського коливань. Отримані результати є певним внеском у вивчення як теоретичних, так і практичних аспектів дослідження взаємозв'язків у кліматичній системі з використанням емпіричних даних. Кластерний аналіз показав свою доцільність та ефективність під час районування території України за місячною кількістю опадів. Запропонований статистичний підхід до вирішення питання міжширотних зв'язків у системі океан-атмосфера на основі дійсних статистичних алгоритмів дасть можливість прогнозувати та моделювати складні природні процеси. Отримані карти-схеми дозволять урахувати напрями переносу основних субстанцій, а це допоможе (під час складання кліматичного прогнозу) зрозуміти вклад різних районів Північної півкулі у формування основного кліматичного показника зволоження на території України під час вирішення загальної наукової проблеми. *Ключові слова:* клімат, кластер, кореляція, індикатори кліматичної мінливості, атмосферна циркуляція.

Climate and geographical features of precipitation distribution on the territory of Ukraine in the autumn period. Goncharova L., Prokofiev O.

The article presents the results of a comprehensive physical and statistical approach to determining the state of one of the main climatic resources of Ukraine for rational use of nature, solving environmental problems, long-term planning and adaptation of various sectors of the economy in global climate change. The subject of the study is the monthly precipitation for September, October, November at 40 stations in Ukraine and the indices of North Atlantic (NAO) and North Sea Caspian (NCP) oscillations for the period 1962–2006. The use of long-term data allowed for objective clustering territory of Ukraine by the monthly amount of precipitation, which allowed to divide the territory of Ukraine into regions with different characteristic types of weather. In September and November, 4 clusters were identified, and in October – 5 clusters, each of which is physically justified. For clarity, the article presents regional statistical models in the form of maps-schemes of probable relationships between the monthly rainfall of the autumn calendar period in Ukraine and the North Atlantic and Euro-Mediterranean macro-processes. The study confirms the existence of a close dependence of precipitation distribution on the territory of Ukraine on the state of the North Atlantic and North Sea Caspian oscillations. The results are a contribution to the study of both theoretical and practical aspects of the study of relationships in the climate system using empirical data. Cluster analysis has shown its feasibility and effectiveness in zoning the territory of Ukraine by monthly rainfall. The proposed statistical approach to solving the problem of interlatitudinal connections in the ocean-atmosphere system on the basis of existing statistical algorithms will make it possible to predict and model complex natural processes. The obtained maps-schemes will allow to take into account the directions of transfer of basic substances, which in turn will help to understand the contribution of different regions of the Northern Hemisphere in the formation of the main climatic index of humidity in Ukraine in solving a common scientific problem. *Key words:* climate, cluster, correlation, indicators of climatic variability, atmospheric circulation.

Постановка проблеми. Вивчення клімату нашої планети та його мінливості є однією з центральних у сучасній гідрометеорологічній науці і тому їх дослідження набули чітко визначеної практичної значущості.

Температурно-вологісний режим є важливою характеристикою клімату, що впливає на сільське,

теплого-комунальне, паливно-енергетичне, водне та інші галузі господарства країни. На думку багатьох науковців [1–6], внаслідок глобального потепління клімат на території України стане різко змінюватися. Тому необхідно вже сьогодні створювати водогосподарські, агротехнічні комплекси, які забезпечать раціональне використання, збереження та віднов-

лення природних ресурсів. Вивчення регіональних змін клімату в межах загальної проблеми дає можливість поліпшити моделі очікуваних проєкцій змін клімату в ХХІ столітті. І якщо в питанні змін температури повітря вчені досягли єдиної думки, то щодо змін кількості опадів однозначної точки зору поки не існує. Оподи є основним джерелом зволоження земної поверхні, через що вони визначають стан багатьох природних ресурсів. Просторово-часова мінливість полів опадів та їх подальші зміни відіграють важливу роль у прогнозах кліматично-зумовлених природних ресурсів, які є складовою частиною економічних ресурсів (фактором виробництва) [1; 2; 5; 7].

Оскільки зміни клімату відбуваються досить швидко і людство з року в рік відчуває на собі тиск природних явищ, то перед світовою науковою спільнотою ставиться завдання їх вивчення та прогнозування.

Актуальність дослідження полягає в необхідності визначення клімато-географічних особливостей розподілу одного з основних показників режиму зволоження будь-якої території, а саме атмосферних опадів, для раціонального природокористування, вирішення природно-екологічних проблем, перспективного планування та адаптації різних галузей економіки України до умов глобальних змін клімату.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження виконано відповідно до цілей, сформульованих у науково-дослідних роботах кафедри метеорології та кліматології Одеського державного екологічного університету з таких тем: «Режим опадів за регіонами України наприкінці ХХ та на початку ХХІ століть» (№ ДР 0111U000590), «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» (№ ДР 00115U006532).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Динаміку режиму атмосферних опадів наприкінці ХХ та на початку ХХІ століть та оцінку майбутніх змін і коливань річних, сезонних, місячних сум у різних регіонах України вивчали багато українських учених: С.М. Степаненко та ін. (2015, 2018); А.М. Польовий, Л.Ю. Божко (2015, 2018); М.Б. Барабаш та ін. (2004, 2007); Хохлов В.М. та ін. (2015, 2018); Лобода Н.С. (2015, 2018); І.Г. Семенова (2015, 2018); Г.П. Івус та ін. (2017, 2018); Л.Д. Гончарова (2010, 2017, 2018). Результати досліджень відомих науковців указують на суттєві регіональні зміни не тільки в часовому, а й у просторовому розподілі цього кліматичного показника. Особливо відчутні зміни реєструються у період другого глобального потепління клімату. А це потребує дослідження факторів, які впливають на кліматичну систему, з метою їх прогнозування для забезпечення сталого розвитку України [1; 2; 7–9].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Як стверджують учені, багато із зареєстрованих змін кліматичної системи за останні десятиріччя є нетиповими або безпрецедентними.

Незважаючи на те, що зміни найяскравіше простежуються для часового ряду середньої глобальної температури [4; 6], в останні роки багато уваги приділяється також зміні режиму опадів [3; 5; 7–9], які сьогодні досліджені все ще не достатньо. Для визначення природи метеорологічних явищ, розроблення вірогідних методів їх прогнозування та ефективних заходів запобігання значних економічних збитків необхідне подальше всебічне їх дослідження, вдосконалення і збільшення інформаційної бази з використанням сучасних методів статистичного аналізу та чисельного моделювання.

Метою дослідження є реалізація комплексного фізико-статистичного підходу до визначення особливостей розподілення атмосферних опадів осіннього сезону на території України та визначення ступеня його зв'язку з основними індикаторами кліматичної мінливості Північної півкулі в часи другого глобального потепління.

Вихідними даними є ряди місячної кількості опадів у вересні, жовтні, листопаді на 40 станціях України та індекси Північно-Атлантичного (NAO) і Північно-Морського Каспійського (NCP) коливань за 12 місяців періоду 1962-2006 рр. Основним завданням є визначення ролі Північно-Атлантичного (ПАК) та Північно-Морського Каспійського (ПМКК) коливань, які формують особливості просторового розподілу атмосферних опадів осіннього сезону на території України в умовах змін і коливань глобального клімату.

Методологічне або загальнонаукове значення. Кліматичні зміни, що відбуваються протягом останніх десятиліть, не перестають хвилювати вчених [10–14]. З огляду на це, активніше розвиваються сучасні методи прогнозу глобальних змін клімату та їх можливих наслідків у різних регіонах нашої планети. Як відомо, для довгострокових прогнозів погоди необхідно глибоке вивчення реальних просторово-часових зв'язків між гідрометеорологічними процесами та ролі фізико-географічних факторів клімату.

Під час дослідження процесів, що відбуваються у геосферах Землі, широко використовується математичний апарат теорії випадкових функцій та випадкових полів. Такий підхід дозволяє відмовитися від розгляду особливостей окремих миттєвих значень випадкових процесів, залежність яких від просторових координат, а також їх часовий перебіг мають доволі складний характер, а розглядати реалізацію, яка відповідає фіксованим зовнішнім умовам. При цьому мається на увазі, що статистичне осереднення проводиться за всім набором можливих реалізацій поля [15; 16].

У сучасних умовах практичною основою вивчення клімату того чи іншого регіону та його динаміки є база емпіричних даних, яка включає не тільки ряди спостережень, а й вибір статистик та методів, за допомогою яких визначаються просторово-часові масштаби метеорологічних полів, їх структура та мінливість [15; 16].

Ураховуючи практичну значущість прогнозування атмосферних опадів (відповідно до поставленої мети), вирішено такі завдання. На першому етапі дослідження проведена фізично обґрунтована об'єктивна кластеризація території України за місячною кількістю опадів осіннього сезону та сформовані узагальнені кластери, які представлені часовими рядами середніх векторів визначених кластерів. На другому етапі досліджено міжширотні зв'язки між опадами (на територіях визначених кластерів) з Північно-Морським Каспійським та Північно-Атлантичним коливаннями [14; 17–20]. Отримані статистичні схеми телеконекцій у полях атмосферних опадів на території України в осінній сезон. Для реалізації поставлених у науковому дослідженні завдань використовувалися методи багатовимірної статистичного аналізу, а саме кластерний та кореляційний [15; 16].

Районування території України за кількістю опадів осіннього сезону проведено за алгоритмом «Універсального адаптивного ітераційного методу кластерного аналізу» («УАІМКА»), що був розроблений і апробований в Одеському державному екологічному університеті [21].

Перевірка гіпотези щодо існування автоколивальної системи безпосередньо в земних умовах і твердження того, що формування багатьох кліматичних полів на території України залежить від північно-атлантичних та європейсько-середземноморських макропроцесів, проводилася за допомогою кореляційного аналізу [15; 16]. Взаємозв'язки між визначеними процесами вважалися вірогідними на рівні значущості $\alpha = 0,10$ за умов значень коефіцієнтів кореляції $|r_{xy}| \geq 0,32$.

Виклад основного матеріалу. Результатом першого етапу дослідження є поділ території України на кластери за місячною кількістю опадів осіннього сезону і побудова карт-схем отриманого об'єктивного районування, яке представлено на рис. 1.

Як видно з рис. 1а, у *вересні* на території України визначено *чотири кластери*: до *першого* увійшла низка областей Західної України (Івано-Франківська, Чернівецька, Тернопільська, Хмельницька, південно-східні райони Рівненської), північної її території (південні райони Житомирської) та Центральної України (Вінницька область); до *другого* – Сумська, Харківська, області Центральної України (Полтавська, Черкаська, Кіровоградська, невелика частина Київської) та південні області України (Миколаївська, Одеська); *третьій* кластер охоплює райони східної (Луганська, Донецька), центральної (Дніпропетровська) та південної України (Запорізька, Херсонська, Автономна Республіка Крим); до *четвертого* кластера увійшли північні області (Чернігівська, північні та центральні райони Київської, північ Житомирської), райони Західної України (частина Рівненської, Волинська, Львівська, Закарпатська області).

У *жовтні* (рис. 1б) територія України поділяється на *п'ять основних регіонів*: *перший та другий* кластери визначені на території Західної України; *третьій* кластер об'єднує східну та південно-східну (Запорізька) частини країни; *південь* України (Херсонська, Миколаївська, Одеська області) та низку областей Центральної України (Вінницька, західні райони Черкаської і Кіровоградської областей та Дніпропетровська область) увійшли до *чет-*

Таблиця 1

Коефіцієнти кореляції (місячна кількість опадів – *NCP*)

Місяць (опад)	Місяць (<i>NCP</i>)						
	04	05	08	09	10	11	12
IX	0,32 (1)	0,38 (3) 0,33 (2)	-	-0,38 (1) -0,47 (4)	-	-	-
X	0,39 (1)	-	0,38 (1) 0,39 (2) 0,38 (3) 0,40 (5)	-	-0,68 (1) -0,62 (2) -0,30 (3) -0,48 (4) -0,38 (5)	-	-
XI	-	0,32 (1)	-	-	-0,44 (2)	0,33 (2)	-0,33 (3)

Таблиця 2

Коефіцієнти кореляції (місячна кількість опадів – *NAO*)

Місяць (опад)	Місяць (<i>NAO</i>)						
	04	07	08	09	10	11	12
IX	-	-0,32 (3)	-	-0,33 (4)	-	-	-0,34 (3)
X	-	-	-	-	-0,40 (2) -0,42 (3) -0,35 (4) -0,36 (5)	-	-
XI	-0,32 (1)	-	-	-	-	0,37 (1) 0,34 (2)	-

вертого кластера; п'ятий кластер об'єднує всі північні області України (Житомирська, Київська, Чернігівська, Сумська), східні райони Черкаської та Кіровоградської областей), Полтавська і Харківська області.

На рис.1в представлена карта-схема районування території України за розподілом атмосферних опадів у листопаді. Як випливає з рис.1в, територія країни поділена на чотири кластери: до першого увійшли Західна Україна, північні області країни (Житомирська, Київська), а також Хмельницька та Вінницька області; до другого – низка областей північної території (Чернігівська, Сумська), області Центральної України (Кіровоградська, західні райони Полтавської та східні райони Черкаської областей); до третього – Харківська, Луганська, Донецька, Дніпропетровська, східні райони Полтавської, Запорізька, Миколаївська, Херсонська та Автономна Республіка Крим. Найменшим за площиною виявився четвертий кластер, який займає (в основному) тільки територію Одеської області.

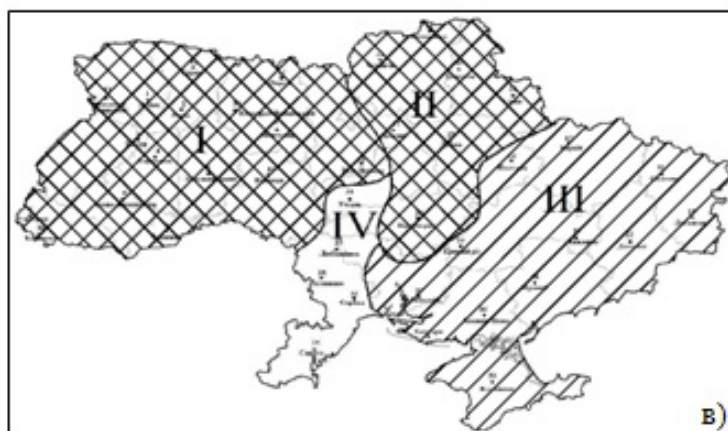
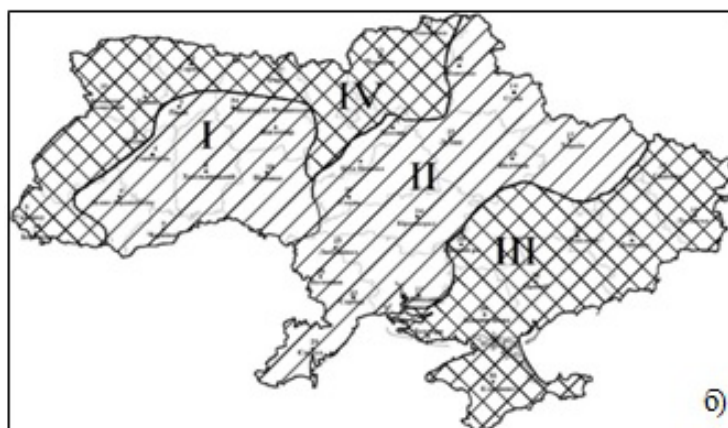
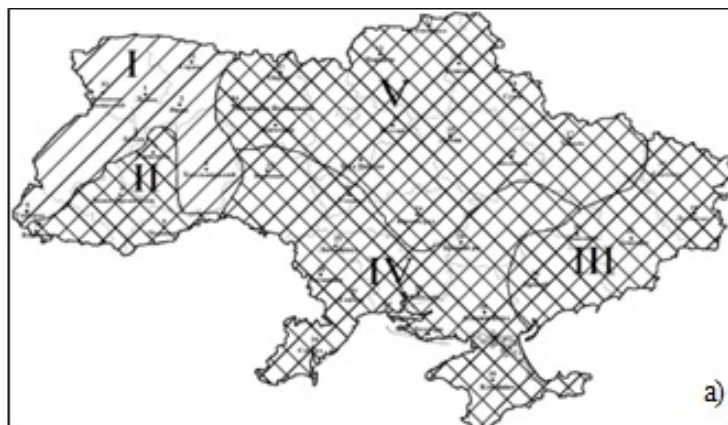
Отримане районування території України за кластерами, по-перше, уточнює загальний кліматичний розподіл атмосферних опадів в осінній період і, по-друге, відділяє зони з різними характерними типами погоди під час випадіння опадів у регіоні, що досліджувався.

У табл. 1 та табл. 2 представлені статистично значущі парні коефіцієнти кореляції визначених взаємозв'язків між станом Північно-Атлантичного і Північно-Морського Каспійського коливань та розподілом опадів на території України у місяці осіннього календарного сезону. У дужках вказано номер кластера.

Клімато-географічні особливості відгуків північно-атлантичних та європейсько-середземноморських макропроцесів у полях місячної кількості опадів наведено на рис. 1.

Як випливає з табл. 1-2 та рис. 1, у вересні та жовтні з імовірністю 90% на всій території України встановлено тісний лінійний кореляційний зв'язок місячної кількості опадів за отриманими кластерами з визначеним місяцем ПМКК і ПАК. Запізнення відгуків становить від двох місяців до року. У листопаді не виявлено із заданою ймовірністю впливу вказаних телеконекцій Північної півкулі на місячну кількість опадів тільки на території Одеської області.

Проведене дослідження залежності місячної кількості опадів у місяці осіннього періоду на території України від Північно-Атлантичного і Північно-Морського Каспійського коливань підтверджує існу-



▨ – NCP; ▩ – ПАК+NCP

Рис. 1. Карти-схеми результатів кластеризації та міжширотних зв'язків у полях атмосферних опадів на території України: а) вересень; б) жовтень; в) листопад

вання тісного обумовленого зв'язку між вказаними процесами, особливості яких треба враховувати під час складання довгострокових прогнозів погоди.

Головні висновки. Отримані результати є певним внеском у вивчення як теоретичних, так і практичних аспектів дослідження взаємозв'язків у кліматичній системі з використанням емпіричних даних. Кластерний аналіз показав свою доцільність та ефективність під час проведення районування території України за місячною кількістю опадів.

Запропонований статистичний підхід до вирішення питання міжширотних зв'язків у системі океан-атмосфера на основі дійсних статистичних алгоритмів дасть можливість прогнозувати та моделювати складні природні процеси. Отримані карти-схеми

дозволять урахувати напрями переносу основних субстанцій, а це допоможе (під час складання кліматичного прогнозу) зрозуміти вклад різних районів Північної півкулі у формування основного кліматичного показника зволоження на території України.

Література

1. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: монографія / за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса, 2015. 520 с.
2. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату: монографія / за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса, 2018. 548 с.
3. Барабаш М.Б., Гребенюк Н.П., Татарчук О.Г. Особливості зміни ресурсів тепла та вологи в Україні при сучасному потеплінні клімату. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2007. Вип. 256. С. 174–186.
4. Осадчий В.І., Бабіченко В.М. Температура повітря на території України в сучасних умовах клімату. *Український географічний журнал*. 2013. № 4. С. 32–39.
5. Клімат України: монографія / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ : Вид.-во Раєвського, 2003. 343 с.
6. Светличный А.А., Ибрагимов М.С. К вопросу о современных изменениях климата Северо-Западного Причерноморья. *Вісник Одеського національного університету. Серія «Географічні та геологічні науки»*. 2016. Т. 21. Вип. 1. С. 22–41.
7. Кліматичні ресурси Одеської області для сталого розвитку: науково-практичний довідник / за ред. Ж.В. Волошиної. Одеса : Державна гідрометслужба України, 2010. 180 с.
8. Ivus G.P. Goncharova L.D., Kosolapova N.I., Zubkovych C.O. Modern seasonal features of the risk mode on the territory of Odesa region. *Scientific Journal (Science Review)*. 2018. Vol. 1. Issue 3 (10). P. 27-33. <http://archive.ws-conference.com/wp-content/uploads/pw0774.pdf>
9. Івус Г.П. Гончарова Л.Д., Косолапова Н.І. Просторово-часове розподілення атмосферних опадів в Одеському регіоні на початку XXI століття. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2018. № 22. С. 16–27.
10. Вишневський В.І., Косовець О.О. Зміни стану довкілля України. Географія в інформаційному суспільстві. Зб. наук. праць. Київ : ВЛГ Обрії, 2008. Т. 3. С. 5–13.
11. Шурда К.Е. Реалії України у процесі сучасної зміни клімату. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2014. №18. С. 56–64
12. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) : монографія / за ред. В.М. Ліпінського, В.І. Осадчого, В.М. Бабіченко. Київ, 2006. 311 с.
13. Руденко В.П. Критичний екологічний стан компонентів природи в регіонах України. *Український географічний журнал*. 2010. № 2. С. 60–68.
14. Гончарова Л.Д., Косолапова Н.І. Вплив основних телеконекцій Північної півкулі на режим опадів по території України. *Вісник Одеського національного університету. Серія «Географічні та геологічні науки»*. 2017. Т. 22. Вип. 1 (30). С. 11–27.
15. Гончарова Л.Д., Школьний Є.П. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ): навчальний посібник. Одеса : Екологія, 2007. 464 с.
16. Гончарова Л.Д. Методи багатовимірного статистичного аналізу метеорологічних полів та атмосферних процесів : навчальний посібник. Одеса : ТЕС, 2016. 196 с.
17. H. Kutiel, Y. Benaroch North Sea-Caspian (NCP) – an upper level atmospheric teleconnection affecting the Eastern Mediterranean: Identification and definition. *Theor. Appl. Climatol.* 2002. Vol. 71. P. 17–28.
18. Korres G., Pinardi N., Lascaratos A. The ocean response to low-frequency interannual atmospheric variability in the Mediterranean Sea. Part. I: Sensitivity experiments and energy analysis. *J. Climate*. 2000. Vol. 13. P. 705–731.
19. Полонский А.Б. Роль океана в изменениях климата : монография. Киев : Думка, 2008. 184 с.
20. Bodri L., Cermak V. High frequency variability in recent climate and the north Atlantic oscillation. *Theor. Appl. Climatol.* 2003. Vol. 74. P. 33–40.
21. Серга Э.Н. Универсальный адаптивный итерационный метод кластерного анализа. *Метеорология, климатология та гідрологія: Міжвід. наук. зб. України*. Одеса. 2003. Вип. 47. С. 83–89.

АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ В ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Костюкєвич Т.К., Толмачова А.В., Колосовська В.В., Барсукова О.А.
Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, 65016, м. Одеса
kostyukevich1604@i.ua, alla.tolmach@ukr.net, v.kolosv@ukr.net, lena5933@ukr.net

Глобальні кліматичні зміни значно впливають на всі сектори сільського господарства. Уживання своєчасних заходів з адаптації до цих змін та пом'якшення їх наслідків допоможе не тільки уникнути втрат, а й забезпечити зростання конкурентоспроможності українського агропромислового комплексу на світовому ринку. Це передбачає завчасну оцінку впливу очікуваних змін клімату на умови вирощування сільськогосподарських культур. Сьогодні соя є стратегічною культурою для багатьох країн, продукти переробки якої широко використовуються в їжу. Продукти її переробки використовуються для відгодівлі тварин та в технічних цілях – для виробництві біопалива. Тому нині виникає гостра необхідність у всебічному вивченні впливу агрокліматичних умов на формування продуктивності сої на території України та визначенні впливу можливих змін клімату на майбутні врожаї. Метою дослідження є оцінка можливого впливу змін клімату на продуктивність посівів сої в умовах Західного Лісостепу України. У роботі розглянуто особливості формування врожаїв сої за різних агрометеорологічних умов упродовж вегетаційного періоду за даними спостережень із 1991 до 2010 рр., а також динаміка формування врожаїв різних агроекологічних категорій на майбутнє за період із 2021 до 2050 рр.. Очікувані метеорологічні показники на майбутнє розраховувались із використанням сценаріїв зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5. Оцінка впливу змін клімату на продуктивність сої виконана на основі математичної моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового. За умовами сценаріїв зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5 (упродовж 2021–2050 рр.) очікуються сприятливі агроекологічні умови для розвитку культури, що призведе до збільшення врожаю сої порівняно із середнім багаторічним на 8–15% відповідно. *Ключові слова:* соя, агроекологічні категорії врожаїв, зміна клімату, сценарії RCP4.5 та RCP8.5.

Agroecological assessment of soybean productivity in the Western Forest-Steppe of Ukraine in the face of climate changing.
Kostiukievych T., Tolmachova A., Kolosovska V., Barsukova E.

Global climate changes have a significant impact on all sectors of agriculture. Applying timely measures to adapt to these changes and to mitigate their consequences will help not only to avoid losses, but also to increase the competitiveness of the Ukrainian agro-industrial complex on the world market. This involves an early assessment of the impact of expected climate changing on the crop production conditions. Today soybeans are a strategic crop for many countries, its processed products are widely used in food. The products of its processing are used for fattening the animals and for the technical purposes – for biofuels producing. Therefore at present there is an urgent need for comprehensive studying the influence of agro-climatic conditions on forming the soybean productivity in the territory of Ukraine and determining the impact of possible climate changes on future yields. The aim of the study is to assess the possible climate changing impact on the soybean crop productivity in the Western Forest-Steppe of Ukraine. The paper considers the peculiarities of soybean crop formation under the different agrometeorological conditions during the growing season according to the observations data from 1991 to 2010, as well as the dynamics of forming the crop of different agroecological categories for the future from 2021 to 2050. Expected meteorological indicators for the future were calculated from using climate change scenarios RCP4.5 and RCP8.5. The estimation of the impact of climate changing on the soybean productivity is performed on the basis of the A.M. Polevoy mathematical model for estimating the agro-climatic resources of forming the crop productivity. According to climate change scenarios RCP4.5 and RCP8.5 (during 2021–2050), the favorable agro-ecological conditions for the crop development are expected, which will increase the soybean yield compared to the perennial average by 8–15%, respectively. *Key words:* soybean, agroecological crop categories, climate change, RCP4.5 and RCP8.5 scenarios.

Постановка проблеми. Вплив кліматичних змін на сільське господарство і його наслідки для стану продовольчої безпеки країн уже давно викликають тривогу. Численні факти вказують на переважання негативних результатів цього впливу: падає продуктивність багатьох сільськогосподарських систем, зникають деякі види рослин і тварин, відбуваються зміни характеру хвороб рослин і видів сільськогосподарських шкідників, зменшується ресурс прісної води, що призводить до дефіциту води на орних площах. Ці зміни будуть безпосередньо впливати на сільськогосподарське виробництво, що спричинить відповідні економічні та соціальні наслідки і,

як наслідок, призведе до продовольчої безпеки [1]. З огляду на це, необхідні невідкладні заходи щодо забезпечення готовності виробництва продукції рослинництва до можливості швидкої зміни умов навколишнього середовища.

Актуальність дослідження. Однією із сільськогосподарських культур світового землеробства, що може сприяти вирішенню проблем із продовольчою безпекою, є соя. Від її виробництва залежать стабілізація землеробства, підвищення врожайності, ліквідація дефіциту білка, поповнення ресурсів жирів, запасів азоту в ґрунті, як біологічний азот-фіксатор вона є одним із кращих попередників у сівозміні.

Зважаючи на одночасне зростання попиту на сою на внутрішньому і зовнішньому ринках, в Україні спостерігається значне підвищення інтересу до цієї культури. В умовах глобальних і локальних змін клімату в Україні відбулися істотні зміни в розміщенні посівів сої за ґрунтово-кліматичними зонами: зменшилася частка посівів сої в зоні Степу, збільшилася – в Лісостепу та Поліссі, особливо в зонах, де вона раніше не вирощувалася. За останні роки врожайність сої в країні збільшилася вдвічі, причому це відбувалося більш високими темпами в Лісостепу і Поліссі.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Тема дослідження відповідає основним напрямкам наукової діяльності кафедри агрометеорології та агроєкології Одеського державного екологічного університету і виконувалась у межах науково-дослідної теми «Оцінка впливу змін клімату на поновлювальні та невичерпні природні ресурси України».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для забезпечення сьогоденного рівня продовольчої безпеки в найближчі десятиліття були докладені зусилля зі створення імітаційних моделей, спрямованих на прогнозування зростання, розвитку та потенціалу врожайності сільськогосподарських культур у певних умовах навколишнього середовища. Згідно з даними [2; 3] головною проблемою, що впливає на ріст та розвиток рослин, є зміна погодних умов, які призводять до внутрішньосезонної мінливості врожайності.

Результати досліджень [4] підтвердили шкідливість впливу підвищення вмісту озону в тропосфері на врожайність, втрати якої для сої оцінювалися на рівні 8,5–1%. Очікується, що в тропічних регіонах втрати врожаю будуть більше, ніж у більш високих широтах, а зі зростанням глобального потепління наслідки будуть ще більш важкими.

У разі реалізації кліматичних сценаріїв із високим рівнем викидів зниження врожайності сої становить від 30 до 60%. Однак за умови максимальної ефективності «добрива» CO_2 вплив зміни клімату на врожайність буде меншим – до 30% [5].

Ученими з університету штату Айова [6] було досліджено вплив змін клімату на врожайність сої у вододілі Раккун. Для оцінки впливу зміни клімату на 2015–2099 роки з трьома траєкторіями викидів, що відображають сценарії низьких (RCP2.6), середніх (RCP4.5) і високих (RCP8.5) викидів парникових газів, була використана інтегрована кліматична модель (EPIС). Результати дослідження вказують на тенденцію до тривалого зниження врожайності сої за умовами сценарію RCP8.5. За умов же реалізації кліматичного сценарію RCP2.6 та RCP4.5 очікується збільшення врожайності на 11–13% відповідно.

Дослідження університету Таскігі (Алабама, США) з використанням моделі CROPGRO-Soybean показали, що зміна клімату негативно вплине на виробництво сої як за середніми (RCP4.5), так і за

високими (RCP8.5) викидами парникових газів [7]. Так, за кліматичними умовами сценаріїв RCP4.5 і RCP8.5 очікується зниження врожайності сої в середньому на 29% та 23% у 2045 році, на 19% та 43% у 2075 році відповідно. За їх розрахунками негативні наслідки підвищення температури можуть бути врівноважені оптимізацією зрошення і вирощуванням пізньостиглих сортів сої, які є найбільш стійкими до високих температур.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. З огляду на очікування підвищення температури повітря в Північній півкулі, продовольча безпека України знано залежатиме від того, наскільки ефективно адаптується сільське господарство до майбутніх змін клімату. Це передбачає завчасну оцінку впливу очікуваних змін клімату на умови вирощування сільськогосподарських культур.

Для адаптації сої до сучасних кліматичних змін необхідним є виведення нових сортів. Це потребує вивчення не тільки агротехнічних прийомів обробітку, а й пізнання фізіологічних процесів, особливо процесу фотосинтезу, оскільки в ньому створюється понад 90% сухої маси рослин. Тому нині виникає гостра необхідність у всебічному вивченні впливу агрокліматичних умов на формування продуктивності сої на території України та визначенні впливу можливих змін клімату на майбутні врожаї.

Методологічне або загальнонаукове значення. Одним із найпростіших методів відображення можливих змін у кліматичному режимі будь-якої метеорологічної величини є порівняння з попередніми даними – середніми багаторічними величинами за базовий період. У цьому дослідженні за базовий береться період із 1991 до 2010 рр. Для оцінки можливих змін клімату нами були використані прогностичні дані метеорологічних елементів [8] за двома кліматичними сценаріями, а саме RCP4.5 і RCP8.5 (Репрезентативні траєкторії концентрації – Representative Concentration Pathways – RCP) за періоді з 2021 до 2050 рр.

Оцінка впливу змін клімату на продуктивність сої виконана на основі математичної моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового [9]. Ідентифікація параметрів моделі проведена на основі даних спостережень на мережі гідрометеорологічних станцій Гідрометеорологічної Служби України та Державної служби з надзвичайних ситуацій України [10].

Виклад основного матеріалу. За фактичними середніми багаторічними даними сіяти сою на території Західного Лісостепу починають у першій декаді травня. Під впливом кліматичних змін терміни сівби будуть проводитися на 4–6 днів пізніше (табл. 1). Прихід фотосинтетично-активної радіації (ФАР) за період «сівба – дозрівання» за фактичними середніми багаторічними даними становить 110,9 кДж/см². Розрахунки показали, що за обома

сценаріями відзначатиметься зростання надходження ФАР (21–24%).

Сума активних температур, що накопичилась за період «сівба – дозрівання», за середніми багаторічними даними становить 2253 °С, за обома сценаріями відзначатиметься незначне зменшення (5–7%). Тривалість періоду за обома варіантами залишиться без значних змін. Показник середньої температури повітря за сценарними даними RCP4.5 очікується на рівні багаторічних. Значні зміни будуть спостерігатися за варіантом RCP8.5, за яким очікується зниження середньої температури повітря на 1,3 °С.

За сумами опадів значних змін не очікується. Так, за сценарієм RCP4.5 відзначається незначне зменшення – на 4%, а за сценарієм RCP8.5 спостерігатиметься незначне збільшення – на 6% (порівняно із середніми багаторічними) (табл. 1).

За умовами реалізації сценаріїв RCP4.5 та RCP8.5 за період «сівба – дозрівання» сої сумарне випаровування зменшиться порівняно із середньою багаторічною величиною на 25–43 мм. Зниження температурного режиму призведе до зменшення випаровуваності, що спричинить покращення умов вологозабезпеченості посівів. За середніми багаторічними умовами випаровуваність сої становила 431 мм. За сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 очікується зменшення випаровуваності на 34–89 мм. Очікувані зміни показників сумарного випаровування за різними сценаріями призведуть до зміни показників вологозабезпечення культури, але тільки за сценарієм RCP8.5 (0,78 відн. од). За умовами сценарію RCP4.5 вологозабезпеченість посівів очікується на

рівні із середніми багаторічними даними та становить 0,72 відн. од.

Середнє багаторічне значення гідротермічного показника (далі – ГТК) становить 1,38 відн. од. За сценарієм зміни клімату RCP8.5 очікується підвищення значень ГТК до 1,46 відн. од., за сценарієм RCP4.5 ГТК залишиться майже на рівні середньої багаторічної величини (табл. 1).

Агрокліматичні зміни, що очікуються в майбутньому за різних сценаріїв зміни клімату, спричинять і різні рівні формування агроєкологічних категорій урожайності. Фотосинтез становить основу первинної біологічної продуктивності природних екосистем і визначає формування врожаїв у посівах сільськогосподарських рослин. Основну частину асиміляційної поверхні рослини становлять листя, адже саме в них здійснюється фотосинтез.

Розглянемо відмінності в інтенсивності нарощування площі листя у сої за всіма варіантами. Так, площа листя в період максимального розвитку в середньому за багаторічний період становить 4,3 м²/м² (рис. 1), за умовами зміни клімату RCP4.5 очікується збільшення площі листя до 4,6 м²/м², за умовами RCP8.5, а також очікується збільшення площі листя сої порівняно з обома попередніми варіантами – до 4,8 м²/м².

Як бачимо, впродовж вегетаційного періоду динаміка наростання площі листя як за кліматичними змінами, так і за багаторічними умовами була майже однаковою, але її кількісні показники відрізняються. Але у всіх випадках ці значення відповідають міжфазному періоду вегетації «початок цвітіння – поява бобів».

Таблиця 1

**Оцінка умов формування продуктивності сої в Західному Лісостепу України
(за період «сівба – дозрівання»)**

Показники	Базовий період (1991–2010 рр.)	Сценарії зміни клімату (2021–2050 рр.)	
		RCP4.5	RCP8.5
Агрокліматичні показники			
Дата початку вегетації	6 травня	12 травня	10 травня
Тривалість періоду	126	124	128
Середня температура повітря за період, °С	17,6	17,4	16,3
Сума температур за період, °С	2253	2163	2093
Сума опадів за період, мм	252	241	266
Сумарне випаровування за період (E), мм	310	285	267
Випаровуваність за період, (E ₀), мм	431	397	342
Відносна вологозабезпеченість (E/E ₀), відн.од	0,72	0,72	0,78
Середній за період ГТК, відн. од.	1,36	1,38	1,46
Сума ФАР, кДж/см ² за період	110,9	134,6	137,9
Агроєкологічні показники формування продуктивності сої			
Потенційний урожай (ПУ) сухої маси, г/м ² за декаду	943	1120	1141
Метеорологічно можливий урожай (ММУ) сухої маси, г/м ² за декаду	548	598	630
Дійсно можливий урожай (ДМУ) сухої маси, г/м ² за декаду	492	539	566
Фотосинтетичний потенціал (ФП), м ² /м ² , за період	263,1	279,0	289,8
Урожай бобів сої за вологості 14%, ц/га	22,5	24,2	25,8

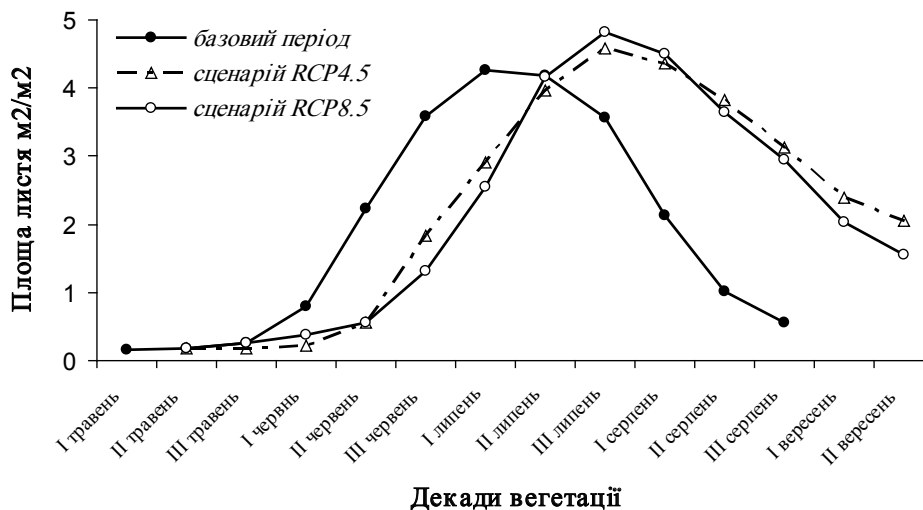


Рис. 1. Динаміка площі листя сої в період «сівба – дозрівання» за середніми багаторічними і сценарними даними для території Західного Лісостепу

Формування врожаю залежить не тільки від величини площі листя, а й від тривалості її функціонування. Фотосинтетичний потенціал (далі – ФП) об'єднує ці показники. ФП на кінець періоду «сівба – дозрівання» сої за базовими умовами сформувався на рівні 263,1 м²/м². За сценарієм RCP4.5 та RCP8.5 очікується незначне збільшення значень до 279,0 та 289,8 м²/м² відповідно (табл. 1).

Головна роль у формуванні врожаю рослин належить фотосинтезу, тому збільшення значення фотосинтетичного потенціалу сприятливо вплинуло на формування врожаю сої. Урожай сої за 14%-ї вологості зерна за умовами реалізації сценаріїв RCP4.5 та RCP8.5 очікується на рівні 24,2 та 25,4 ц/га відповідно, що перевищує середнє багаторічне значення, яке становить 22,5 ц/га.

Зміна фотосинтетичного потенціалу спричинить зміни у приростах усіх агроекологічних категорій урожаю. Потенційний урожай (далі – ПУ) сухої маси сої за умовами базового періоду становив 943 г/м² за декаду. Оскільки приріст ПУ залежить від ФАР, а вона за розрахунками за обома варіантами кліматичних змін підвищиться, то й значення ПУ сухої маси збільшиться. За сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 зростання ПУ сухої маси очікуватиметься майже на одному рівні – 1120 та 1141 г/м² за декаду відповідно, що становитиме 119 та 121% від середнього багаторічного значення.

Відповідні зміни очікуються у рівні дійсно можливого (далі – ДМУ) та метеорологічно можливого (ММУ) врожаїв. Так, за умовами сценарію RCP4.5 рівень ДМУ та ММУ становитиме 109 та 110% від середнього багаторічного значення. За умовами сценарію RCP8.5 рівень ДМУ та ММУ становитиме 115% від базових умов в обох випадках (табл. 1).

Головні висновки. На основі сценарію зміни клімату (упродовж 2021–2050 рр.) та агрокліматичної моделі формування агроекологічних категорій врожайності сої встановлено, що період «сівба – дозрівання» цієї культури буде проходити на тлі знижених температур за умовами сценарію RCP8.5. Очікувана кількість опадів за обома варіантами становить норму (104–106%). Зменшення температури повітря під час періоду «сівба – дозрівання» за сценарієм RCP8.5 призведе до збільшення врожайності на 15%. За кліматичними умовами сценарію RCP4.5 очікується збільшення врожайності на 8%.

Перспективи використання результатів дослідження. Перспективою подальших досліджень є більш детальне врахування просторової та часової мінливості можливих кліматичних змін, проведення досліджень реакції на зміни клімату щодо інших груп сортів та гібридів цієї культури, а також розробка рекомендацій стосовно адаптації агротехніки вирощування сої в умовах кліматичних змін.

Література

1. ФАО. Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства. Изменение климата, сельское хозяйство и продовольственная безопасность. Рим, 2016. URL: <http://www.fao.org/publications/sofa/2016/ru/> (дата звернення 14.03.2021)
2. Basso, B., Cammarano, D., & Carfagna, E. Review of Crop Yield Forecasting Methods and Early Warning Systems. In Proceedings of the First Meeting of the Scientific Advisory Committee of the Global Strategy to Improve Agricultural and Rural Statistics. Rome, 2013. P. 15–31.
3. Deryng, D., Conway, D., Ramankutty, N., Price, J. & Warren, R. Global crop yield response to extreme heat stress under multiple climate change futures. *Environmental Research Letters*. 2014. Vol.9. № 3. 13pp. DOI: 10.1088/1748-9326/9/3/034011
4. Porter, J.R., Xie, L., Challinor, A.J., Cochrane, K., Howden, S.M., Iqbal, M.M., Lobell, D.B. & Travasso, M.I. Food security and food production systems. In: *Climate Change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects.*

- Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press, 2014. P. 485–533.
5. Rosenzweig, C., Jones, J., Hatfield, J., Ruane, A., Boote, K., Thorburne, P., Antle, J., Nelson, G., Porter, C., Janssen, S., Asseng, S., Basso, B., Ewert, F., Wallach, D., Baigorria, G. & Winter, J. The Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project (AgMIP): Protocols and pilot studies. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2013. Vol.170. P. 166–182. DOI: 10.1016/j.agrformet.2012.09.011
 6. Bhattarai, M.D., Secchi, S., Schoof, J. Projecting corn and soybeans yields under climate change in a Corn Belt watershed. *Agricultural Systems*. 2017. Vol.152. P. 90–99. DOI: 10.1016/j.agsy.2016.12.013.
 7. Joseph E. Quansah, Pauline Welikhe, Gamal El Afandi, Souleymane Fall, Desmond Mortley & Ramble Ankumah CROPGRO-Soybean Model Calibration and Assessment of Soybean Yield Responses to Climate Change. *American Journal of Climate Change*. 2020. Vol.9, №. 3. P. 297–316. URL: <https://doi.org/10.4236/ajcc.2020.93019> (дата звернення 4.04.2021).
 8. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату : монографія / за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса, 2018. 549 с.
 9. Полевой А.Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур. *Метеорологія, кліматологія та гідрологія*. 2004. Вып. 48. С. 195–205.
 10. Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенко. Кам'янець-Подільський, 2011. 107 с.

ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОЛОГІЧНОГО ТА ЛАНШАФТНОГО РІЗНОМАНІТТЯ

УДК 639.1.04:639.1.053(477.42)

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.18>

НАПІВВІЛЬНЕ УТРИМАННЯ ОЛЕНЯ ПЛЯМИСТОГО *CERVUS NIPPON* НА ТЕРИТОРІЇ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОЛІССЯ

Кратюк О.Л., Власюк В.П., Рыбак В.О.

Поліський національний університет

бульв. Старий, 7, 10008, м. Житомир

deneshi_ks@ukr.net

Інтенсифікація розвитку напіввільного утримання мисливських тварин зумовлює швидке зростання кількості вольєрів на території лісового фонду. Аналіз стану напіввільного утримання оленя плямистого (*Cervus nippon* Temminck, 1838) в умовах Центрального Полісся здійснено на основі матеріалів Державної служби статистики України, Державного агентства лісових ресурсів України, а також Проектів організації і розвитку мисливського господарства користувачів мисливських угідь Житомирської області. Уперше на територію Центрального Полісся олень плямистий потрапив у 1903 році завдяки графу Йозефу Потоцькому, який доставив їх у вольєрне господарство «Пилявин» на території сучасного ДП «Новоград-Волинське ДЛМГ». Установлено, що впродовж останніх двадцяти років кількість вольєрів збільшилася із 4 до 27, а їх площа – із 208,8 га до 635,4 га. Наразі на території Центрального Полісся оленя плямистого утримують у вольєрах 7 мисливських господарств, а саме: ТОВ «Артеміда ЛТД» (28,0 га), ДП «Баранівське ЛМГ» (56,2 га), ТОВ «УТМР» (29,0 га), СФГ «Земля Полісся» (228,0 га), ТОВ «Престиж-О» (4,0 га), ГО «Коростенське ТМР» (1,5 га), ТОВ «МРГ «Гамарня» (6,5 га). Досліджено, що популяція оленя плямистого є найбільш стійкою та прогнозованою серед інших ратичних у господарствах Центрального Полісся. У період 2004–2017 рр. чисельність виду змінювалася в діапазоні 30–56 особин основного поголів'я. Згодом завдяки створенню у 2018 році вольєрів у ТОВ «МРГ «Гамарня» та ГО «Коростенське ТМР», а також перепрофілюванням СФГ «Земля Полісся» на утримання оленя плямистого чисельність виду у вольєрах почала зростати. Так, на кінець 2018 року чисельність виду (порівняно з 2017 роком) зросла у 4 рази з 37 особин до 166. У 2019 році кількість тварин зросла до 176 особин, а у 2020 – до 210 особин, а частка виду у вольєрах становила від 21,9% у 2017 році до 78,9% у 2006 році. Показово, що до 2015 року у вольєрах регіону представленими були переважно два види, як-от олень плямистий та кабан дикий. Розведення оленя плямистого залишається одним із пріоритетних напрямів ведення вольєрного господарства. Результати наших досліджень дозволять у перспективі розробити довгострокові програми підвищення продуктивності мисливських угідь в умовах напіввільного утримання ратичних тварин. *Ключові слова:* мисливське господарство, вольєр, напіввільне утримання, динаміка чисельності, ратичні тварини, *Cervus nippon*.

Sika Deer *Cervus nippon* semi-free keeping on the territory of the Central Polissya. Kratiuk O., Vlasjuk V., Rybak V.

The development of hunting animals semi-free keeping leads to high rise in number of enclosures on the territory of forest fund. The analysis of Sika Deer (*Cervus nippon* Temminck, 1838) semi-free keeping in Central Polissya is done basing on the materials of the Statistics Service of Ukraine, the State Agency of Forest Resources as well as Projects for hunting farms organization and development by forest land users in Zhytomyr region. For the first time Sika Deer appeared on the territory of the Central Polissya in 1903 thanking to duke Joseph Pototsky who brought them to the enclosure “Pylyavyn” on the territory of the present day SE “Novograd-Volynsky EFHE”. It is established that during the last 20 years the number of enclosures increased from 4 to 27, their area from 208.8 ha to 635.4 ha. Now on the territory of the Central Polissya Sika Deer is kept in enclosures in 7 hunting farms: LLC “Artemida LTD” (28.0 ha), SE “Baranivka FHE” (56.2 ha), LLC “UUFH” (29.0 ha), FH “Zemlya Polissya” (228.0 ha), LLC “Prestige-O” (4.0 ha), PO “Korosten UHF” (1.5 ha), LLC “Gamarnya” (6.5 ha). It is established that Sika Deer population is the most stable and projected amongst other ungulates in hunting farms in the Central Polissya. In the period of 2004–2017 the species population changed within 30–56 sp. of the main livestock. Then, due to organization of enclosures in LLC “Gamarnya”, PO “Korosten UHF” and FH “Zemlya Polissya” re-profiling for Sika Deer keeping, the species population in enclosures began to increase. Thus, in the end of 2018 the species population increased by 4 times if compared with 2017, from 37 specimen to 166. In 2019, the number of animals increased to 176 specimen and in 2020 to 210 specimen and the species part in enclosures fluctuated from 21.9% in 2017 to 78.9% in 2006. It is indicative that before 2015 in enclosures of the region mostly two species, Sika Deer and Wild Boar, were represented, Sika Deer breeding remains one of the main directions in enclosure management. The results of our research let to elaborate long-term program for hunting grounds productivity increase through ungulates semi free keeping. *Key words:* hunting ground, enclosure, semi-free keeping, population dynamics, ungulates, *Cervus nippon*.

Постановка проблеми. Процес збіднення мисливської фауни на території України триває з доісторичних часів [1]. Це пов'язано з всезростальним впливом господарської діяльності людини на струк-

турно-функціональну організацію та саморегуляцію біосфери [2;3]. Водночас на тлі ускладнення процесів взаємодії диких тварин, навколишнього середовища та діяльності людини [4] мисливське

господарство країн Європи перебуває на піднесенні, а кількість мисливців тут становить близько 8 млн осіб. Причинами цього, окрім дотримання етики полювання, регуляції чисельності хижаків, відсутності несанкціонованого полювання, є науково-обґрунтоване управління популяціями [5] та вольєрне розведення мисливських тварин [6].

Актуальність досліджень. Як засіб підвищення ефективності ведення мисливського господарства вольєрне утримання ратичних тварин набуває все більшої популярності на території України. В умовах Центрального Полісся впродовж останніх двадцяти років кількість вольєрів збільшилася із 4 до 27, а площа – з 208,8 га до 635,4 га. Проте слід зазначити, що більшість із них є перенаселеними. Така обставина негативно позначається на стані лісових біогеоценозів і навіть може призвести до повної їх деградації. В умовах урбанізованих ландшафтів ратичні тварини, зокрема й олень плямистий (*Cervus nippon* Temminck, 1838), зазнають суттєвого антропогенного впливу, який не завжди є позитивним. Такий вплив здебільшого виявляється в процесі проведення полювань із часто господарсько необґрунтованими нормами вилучення тварин. Ще більшої шкоди мисливським ресурсам завдає браконьєрство, яке у певні періоди історичного розвитку популяцій призводило до майже повного зникнення того чи іншого виду тварин. З огляду на це, виникає потреба у розробленні й використанні нових, науково обґрунтованих підходів до управління популяціями мисливських тварин, зокрема і ратичних. У наш час управління тваринним світом часто відбувається за принципами ще Радянських часів, які є майже незмінними впродовж останніх п'яти десятиліть [4]. Під час розроблення концептуально нових підходів до управління популяціями тварин слід використовувати як сучасний науковий доробок вітчизняних дослідників, так і практичний досвід зарубіжних країн, зокрема Західної Європи.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Інтенсифікація розвитку напіввільного утримання мисливських тварин зумовлює швидке зростання кількості вольєрів на території лісового фонду. Усвідомлюючи основні засади комплексного ведення лісового та мисливського господарства, назріла нагальна потреба у розробленні нормативно-правового забезпечення для врегулювання всіх аспектів функціонування вольєрів, а Настанова з упорядкування мисливських угідь [7] потребує суттєвих доопрацювань стосовно напіввільного утримання мисливських тварин загалом та *Cervus nippon* зокрема.

Дослідження проводили на базі Поліського національного університету у межах науково-дослідної роботи кафедри експлуатації лісових ресурсів та деревообробних технологій «Інвентаризація об'єктів напіввільного утримання мисливських тварин Західного і Центрального Полісся України»

(державний реєстраційний номер: 0117U002428) та «Вплив напіввільного утримання мисливських тварин на лісові біогеоценози Західного і Центрального Полісся України» (державний реєстраційний номер: 0120U100809).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Уперше на територію Європи *Cervus nippon* потрапив у кінці XIX століття. За різними джерелами у межах природного ареалу наразі виокремлюють більше 30 географічних форм *Cervus nippon* [8], а кількість підвидів за різними оцінками становить від 6 до 14 [9]. Прийнято вважати, що *Cervus nippon* України веде своє походження від оленів, які населяли Примор'я, а точніше від одного з підвидів – уссурійського (*Cervus nippon hertulorum* Swinhoe, 1864) [10]. Першу пару *Cervus nippon* (самця і самку) на територію України («Асканія-Нова») завезли у 1909 році з Уссурійського краю з острова Аскольд [8; 11; 12]. Самка прожила три роки та народила трьох телят. Самець жив до 1914 року [13]. На початку червня 1911 року С. Малишев склав докладний список тваринного населення «Асканії-Нова», де вказав, що на території зоопарку є 3 особини оленя манджурського (*Cervus dybowskii*) [14], ймовірно, самець, самка та теля. У 1912 році сюди завезли ще пару *Cervus nippon* із зоопарку Гагенбека [13].

Проте є відомості, що ще у 1903 році під час своєї поїздки до Гамбурга граф Йозеф Потоцький придбав у відомого продавця диких тварин Гагенбека дві особини (трирічного бика та тільну самку) оленя уссурійського, відомого в науковому світі того часу під назвою оленя Дибовського (*Cervus dybowskii*) [15], та у зоопарку Берліна загалом два самці та три самки оленя манджурського [16]. Цих тварин, які, певно, належали до підвиду *Cervus nippon dybowskii* Taczanowski, 1876 граф Йозеф Потоцький доставив до створеного ним у 1900 році вольєрного господарства «Пилявин», площа якого (за різними джерелами) становила 3 000 га [16], 3 600 га [17], 5 000 га [18]. Нині це території Пилиповецького та Пищівського лісництв Державного підприємства «Новоград-Волинське досвідне лісомисливське господарство» Житомирського обласного управління лісового і мисливського господарства.

Слід зазначити, що на початку XX століття систематика *Cervus nippon* була недосконалою, що вносило плутанину та створювало дискусії щодо виділення в окремий вид оленів уссурійського, манджурського та Дибовського. Подеколи в одній публікації їх називали то уссурійським, то манджурським, наводячи латинську назву *Cervus dybowskii*. Приклад такої дискусії знаходимо у А. Mniszka [15], де він згадує генерала Пржевальського, який у своїй праці про край Уссурійський, надрукованій у 1870 році прийняв *Cervus nippon* за оленя індійського (*Cervus axis*), введений в оману, очевидно, білими цятками, які цей вид має на боках тіла. У 1875 році доктор Бенедикт Дибовський

направив п'ять особин різного віку цього виду до Зоологічного кабінету у Варшаві (аналог науково-дослідного інституту), де вони були досліджені Владиславом Тачановським та визнані новим видом і як такі описані в Наукових працях лондонського Зоологічного Товариства у 1876 р. Проте Ліддекер у своїй праці «The deer of all lands» не виокремив його в окремий вид, об'єднавши з маньджурським «сікою» (*Cervus hortolorum*). Однак більшість науковців того часу визнавала існування оленя Дибовського як вид [15].

У період 1907–1910 рр. граф Йозеф Потоцький регулярно відряджав експедиції на Далекий Схід для поповнення колекції тварин [16]. Цілком ймовірно припустити, що у межах вольєра співіснували два підвиди *Cervus nippon* – уссурійський та дибовського. Слід також зауважити: якщо існування *Cervus nippon hertulorum* не викликає сумнівів, то виокремлення *Cervus nippon dybowski* має дискусійний характер.

Загалом, за період із 1909 до 2005 рр. у заповідники та мисливські господарства України випущено понад 1000 *Cervus nippon*. Безпосередньо з природного ареалу тварин завозили у Київську, Черкаську та Херсонську області. На решті території тварини з'явилися у результаті внутрішнього розселення. Наразі чисельність популяції *Cervus nippon* в Україні становить понад 3 000 особин [19].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Станом на початок 2021 року на території Центрального Полісся функціонує близько 30 вольєрів у мисливських господарствах різних форм власності. Ще два десятиліття тому їх було лише 4 [20]. Таке стрімке зростання кількості вольєрів та чисельності ратичних тварин у них спонукає до пошуку нових ефективних методів управління популяціями ратичних тварин, що базуються на основі досягнень сучасної екологічної науки. Особливу увагу слід приділити особливостям упорядкування та бонітування мисливських угідь, визначення оптимальної чисельності та щільності, а також розрахункам обсягів біотехнічних заходів щодо напіввільного утримання акліматизованого в Україні *Cervus nippon*. Отримані результати дадуть нам можливість прослідкувати загальні тенденції розвитку оленярства на території Центрального Полісся та можуть стати основою для розробки комплексної програми розвитку вольєрного господарства у регіоні.

Новизна. Уперше для Центрального Полісся проведено ретроспективний аналіз стану напіввільного утримання *Cervus nippon*.

Методологічне або загальнонаукове значення. Інтенсифікація мисливського господарства спонукає до поглибленого вивчення екології мисливських тварин. У наш час для невеликих за площею мисливських господарств гостро постає проблема утримання високої, господарсько-обґрунтованої чисельності тварин. Це насамперед пов'язано

з обмеженими площами придатних стацій проживання для того чи іншого виду. Крім того, за кращі по якості для проживання біотопи конкурують між собою близькі за способом проживання види. Одним із методів вирішення цієї проблеми є розведення тварин у напіввільних умовах, яке сприяє ретельному контролю за станом популяції та чітким регулюванням їх чисельності. Зокрема, в таких умовах виникає можливість утримувати значну кількість тварин, цілком контролюючи статеву-вікову структуру популяції з формуванням здорового поголів'я з високою відтворювальною здатністю та можливістю подальшого урізноманітнення їх видового складу в угіддях. Результати наших досліджень дозволять у перспективі розробити довгострокові програми підвищення продуктивності мисливських угідь в умовах напіввільного утримання ратичних тварин.

Виклад основного матеріалу. Мета роботи. З'ясувати особливості зміни чисельності основного поголів'я *Cervus nippon* у вольєрах на території Центрального Полісся. Для досягнення поставленої мети передбачалося виявити та провести аналіз дійсних об'єктів вольєрного утримання *Cervus nippon* на території Центрального Полісся.

Вивчення стану напіввільного утримання *Cervus nippon* в умовах Центрального Полісся здійснено на основі матеріалів Державної служби статистики України, Державного агентства лісових ресурсів України, а також Проектів організації і розвитку мисливського господарства користувачів мисливських угідь Житомирської області.

Розташування вольєрів встановлено у польових умовах на основі Проектів організації і розвитку мисливського господарства користувачів мисливських угідь. За основу для проведення типологічного аналізу лісових насаджень взято повидільні таксаційні описи лісогосподарських підприємств Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства та Житомирського обласного комунального агролісогосподарського підприємства «Житомироблагроліс».

Короткий, але досить плідний період функціонування вольєрного господарства «Пилявин» закінчився з початком Першої світової війни, а до 1919 року тварини у вольєрі були знищені бракон'єрами [21]. Проте з повною впевненістю можна констатувати, що саме завдяки графу Йозефу Потоцькому більшість рідкісних тварин вперше потрапили на територію Волині.

Новий етап розвитку напіввільного утримання *Cervus nippon* на території Центрального Полісся розпочався зі створенням наприкінці ХХ століття перших вольєрів. Наразі встановити, який із вольєрів та коли було створено вперше досить складно. До 80-х років минулого століття на території Центрального Полісся за офіційною статистикою вольєрів не існувало. Проте усні повідомлення ветеранів лісової галузі свідчать про те, що, наприклад,

Орієнтовний перелік вольєрів для напіввільного утримання *Cervus nippon* на території Центрального Полісся

№ з/п	Користувач	Рік створення	Площа вольєра, га	Чисельність основного поголів'я у 2020 р.
1.	ТОВ «Артеміда ЛТД»	~1980	28,0	14
2.	ДП «Баранівське ЛМГ»	1985	56,2	46
3.	ТОВ «УТМР»	1984-1986	29,0	8
4.	СФГ «Земля Полісся»	2004	228,0	66
5.	ТОВ «Престиж-О»	2017	4,0	7
6.	ГО «Коростенське ТМР»	2018	1,5	5
7.	ТОВ «МРГ «Гамарня»	2018	6,5	78
Разом			355,7	224

вольєр ТОВ «МРК «Рись» було створено упродовж 1974–1977 рр. на території Новоград-Волинського лісгоспзагу.

На території Центрального Полісся наразі функціонує 7 вольєрів, у яких утримують *Cervus nippon*, проте згідно з державною статистичною звітністю II-тп «Мисливство» за 2020 рік їх лише 6. До цієї статистики не потрапив вольєр ТОВ «Артеміда ЛТД» (табл. 1).

Найстаршим із нинішніх, для якого відома точна дата створення, можна вважати вольєр на території Явненського лісництва ДП «Баранівське ЛМГ». Він створений згідно з рішенням технічної ради Баранівського лісгоспзагу від 16.03.1985 р. на площі 56,2 га для розведення *Cervus nippon* із подальшим відловом та розселенням у мисливські угіддя України. У 1991–1994 рр. під керівництвом проф. О.А. Салганського тут було налагоджено отримання пантів. Однак під час спроби їх реалізації виникли труднощі, які не дозволили в нашій країні розвивати цей напрям використання ресурсів *Cervus nippon*, який у світі успішно розвивається вже впродовж декількох століть [22]. У вольєрі наразі постійно утримують до 50 особин *Cervus nippon*.

У 1983 році 28 лютого згідно з рішенням № 21 Житомирської обласної ради народних депутатів створено Мисливське господарство «В'юнки» площею близько 55 тис. га для відтворення дійсної дикої фауни, а також розмноження та вирощування нових диких тварин на Поліссі. У цьому господарстві упродовж 1984–1986 років створено вольєр площею 4,0 га для підсадного кабана та площею 25,0 га з акліматизації *Cervus nippon* (Новозаводське лісництво ДП «Житомирське ЛГ»). У лютому 1988 року з Бордяньського мисливського господарства було завезено 9 особин *Cervus nippon*, а згодом ще 10. Процес акліматизації тварин пройшов успішно. Зараз у вольєрі налічується 8 особин. Нині вольєр належить ТОВ «УТМР» [23].

Ще одним господарством, де тривалий час розводять *Cervus nippon*, є ТОВ «Артеміда ЛТД». Відомості про час створення вольєра досить супе-

речливі. Найбільш імовірною датою видається 1980 рік. Тоді на території Іршанського лісництва Малинського лісгоспзагу було створено вольєр площею 28,0 га. У перші роки після створення тут утримували *Cervus nippon*, згодом, упродовж 2007–2010 років, – лань європейську (*Dama dama* Linnaeus, 1758). Нині у вольєрі мешкає 14 особин *Cervus nippon*.

Вольєр СФГ «Земля Полісся» (Тригірське лісництво ДП «Житомирське ЛГ») площею 228,0 га з моменту створення у 2004 році є найбільшим на території Центрального Полісся. Упродовж близько 10 років від моменту створення у вольєрі утримували оленя благородного (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758). Згодом поголів'я було втрачено і господарство переорієнтувалося на розведення *Cervus nippon*. Станом на кінець 2020 року тут утримують до 100 особин виду, з яких 66 особин основного поголів'я.

Крім згаданих господарств, *Cervus nippon* утримують також у невеликих за площею вольєрах ТОВ «МРГ «Гамарня» (6,5 га), ТОВ «Престиж-О» (4,0 га) та ГО «Коростенське ТМР» (1,5 га). На території регіону були спроби утримання *Cervus nippon* і в інших господарствах. Так, упродовж 2006–2008 років *Cervus nippon* утримували у вольєрі ДП «Овруцьке ЛГ».

Чисельність ратичних тварин у вольєрах регіону поступово зростає (рис. 1). Цей процес відбувається хвилеподібно. Стрімке зростання кількості тварин змінюється падінням чисельності.

Станом на початок 2021 року основне поголів'я ратичних становило 321 особину. Порівняно з 2005 роком, найнижчим за чисельністю, кількість тварин зросла майже у 6 разів. Найбільш стійкою і прогнозованою у господарствах Центрального Полісся залишається популяція *Cervus nippon*. У 2004–2017 рр. чисельність виду змінюється в діапазоні 30–56 особин основного поголів'я. Проте у наступні роки чисельність *Cervus nippon* у вольєрах почала зростати. Так, на кінець 2018 року чисельність виду (порівняно з 2017 роком) зросла у 4 рази (з 37 особин до 166). Якщо у 2018–2020 рр.

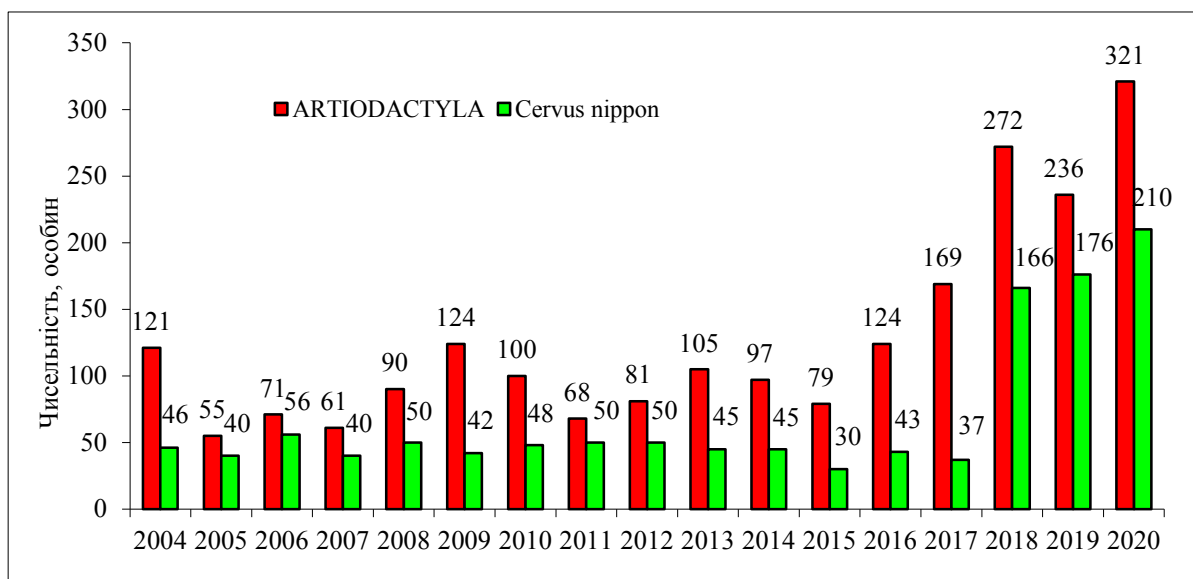


Рис. 1. Зміна чисельності ратичних у вольєрах на території Центрального Полісся (згідно П-тп «Мисливство»)

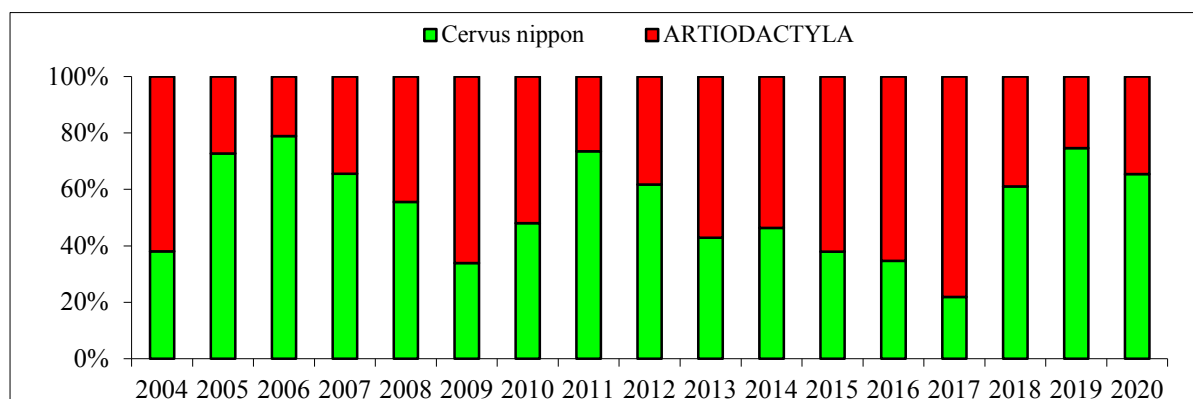


Рис. 2. Частка *Cervus nippon* у загальній кількості ратичних тварин у вольєрах Центрального Полісся

загальна чисельність ратичних суттєво змінювалася, а саме: 2018 рік – 272 особини, 2019 рік – 236 особин, 2020 рік – 321 особина, то популяція *Cervus nippon* неухильно зростає (2018 рік – 166 особин, 2019 рік – 176 особин, 2020 рік – 210 особин). Це пов'язано зі створенням у 2018 році вольєрів у ТОВ «МРГ «Гамарня» та ГО «Коростенське ТМР», а також перепрофілюванням СФГ «Земля Полісся» на утримання *Cervus nippon*.

До 2015 року у вольєрах регіону (згідно з офіційною статистикою), окрім нетривалого періоду з 2007 до 2010 рр. розведення *Dama dama* у ТОВ «Артемідіа ЛТД», представлені були виключно *Cervus nippon* та кабан дикий (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) [24].

Розведення *Cervus nippon* є одним із пріоритетних напрямів ведення вольєрного господарства. Незважаючи на стабільність чисельності *Cervus nippon* із 2004 до 2018 рр., завдяки різким змінам кількості ратичних тварин у вольєрах частка виду

у вольєрах Центрального Полісся становила від 21,9% у 2017 році до 78,9% у 2006 році (рис. 2).

Зростання кількості ратичних у вольєрах упродовж 2018–2020 рр. відбувається завдяки збільшенню чисельності *Cervus nippon*.

Слід також зазначити, що на території Центрального Полісся *Cervus nippon* присутній і поза межами вольєрів. Окремі досить стійкі популяції мешкають у таких мисливських господарствах, як ГО «Житомирська гарнізонна організація ТВМР ЗСУ», ТОВ «СМГ «Ушомир», ТОВ «УТМР», ТОВ «Престиж-О», а їх загальна чисельність (станом на 2021 рік) становить близько 300 особин.

Головні висновки. Напіввільне утримання *Cervus nippon* на території Центрального Полісся, завдячуючи сторічному досвіду та значному ресурсному потенціалу, має всі передумови до подальшого розвитку. Про це свідчить збільшення кількості вольєрів для напіввільного утримання *Cervus nippon*, а також чисельності самих тварин у вольєрах,

яка за останні два десятиліття поступово зростає, а впродовж останніх 3-х років збільшилася майже у 6 разів (із 37 до 210 особин). Станом на 2020 рік частка *Cervus nippon* у загальній кількості ратичних тварин в умовах вольєрів становила близько 70%. Це свідчить про значні перспективи не лише розведення та утримання цих тварин у вольєрах, а й збагачення ними природних угідь.

Перспективи використання результатів дослідження. Отримані результати наукових досліджень послугують у розробці моделі раціонального і невиснажливого використання не лише мисливських, а й лісових ресурсів. Окрім того, користувачам мис-

ливських угідь вони допоможуть виписати стратегію ведення мисливського господарства на зазначений вид з обов'язковим урахуванням усіх чинників впливу на всі компоненти лісових біогеоценозів та з урахуванням конкурентних відносин акліматизованого *Cervus nippon* із популяціями інших видів ратичних тварин. Наразі дискусійним залишається питання комплексного впливу напіввільного утримання *Cervus nippon* на лісові насадження, особливо у невеликих за площею вольєрах. Отож, з метою зниження дії негативних чинників на лісові екосистеми слід проводити постійний моніторинг та багатofакторний їх аналіз.

Література

1. Волох А.М. Охотничьи звери Степной Украины. Т. 1. Херсон : ФЛП Гринь Д.С., 2014. 412 с.
2. Шеляг-Сосонко Ю.Р., Ємельянов І.Г. Біорізноманіття та сталий розвиток України. *Вісник Національної Академії наук України*. 2000. № 4. С. 35–39.
3. Гродзинський Д.М., Шеляг-Сосонко Ю.Р., Червченко Т.М., Ємельянов І.Г., Собко В.Г., Лебеда А.П. Проблеми збереження та відновлення біорізноманіття в Україні. Київ : Академперіодика, 2001. 104 с.
4. Apollonio, M., Belkin, V. V, Borkowski, J. et al. Challenges and science-based implications for modern management and conservation of European ungulate populations. *Mammal Research*. 2017. Vol. 62. P. 209–217.
5. Хоєцький П.Б., Похалюк О.М. Мисливське господарство країн Європи. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. № 8, т. 24. С. 42–52.
6. Хоєцький П.Б., Новак А.А., Похалюк О.М. Світовий досвід ведення вольєрного мисливського господарства. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. № 3, т. 25. С. 32–37.
7. Настанови з упорядкування мисливських угідь. Київ, 2002. 114 с.
8. Данилкин А.А. Оленьи (Cervidae). Млекопитающие России и сопредельных регионов. Москва: ГЕОС, 1999. 552 с.
9. Feldhamer George A. *Cervus nippon*. *Mammalian species*. 1980. № 128. P. 1–7.
10. Свтушевський М.Н. Плямистий олень (*Cervus nippon hortulorum* Swinhoe, 1864) в Україні та за її межами : монографія. Київ : Видавничий дім «ЕКО-інформ», 2009. 192 с.
11. Свтушевський М.Н. Мисливські тварини України на волі та в вольєрах: монографія. Черкаси : Вертикаль, 2012. 376 с.
12. Треус В., Лобанов Н. Очаги акліматизації оленей. *Охота и охотничье хозяйство*. 1968. № 4. С. 16–18.
13. Салганский А.А. Одомашнивание диких копытных (Введение в культуру животноводства новых видов копытных). Киев : Издательство УСХА, 1994. 288 с.
14. Малышев С. Зоологический садъ Ф.Э. Фальцъ-Фейна. (Къ отчету о командировкѣ въ Асканія-Нова лѣтомъ 1911 г.). *Труды С.-Пб. Общества Естественныхъ Исследователей*, 1911. № 5–7. С. 253–270.
15. Mniszka A. Egzotyczne gatunki cervidów. *Łowiec*. 1905. № 2. S. 17–18. URL: http://www.wbc.poznan.pl/dlibra/applet?mimetype=image%2Fxdjvu&sec=false&handler=djvu_html5&content_url=%2FContent%2F94268%2Findex.djvu&p=7.
16. Sokalski R. Łowiectwo na Wołyniu. *Łowiec*. 1910. № 24. S. 284. URL: http://www.wbc.poznan.pl/dlibra/applet?mimetype=image%2Fxdjvu&sec=false&handler=djvu_html5&content_url=%2FContent%2F94730%2Findex.djvu&p=6.
17. Sokalski R. Łowiectwo na Wołyniu. *Łowiec*. 1910. № 21. S. 250–252. URL: http://www.wbc.poznan.pl/dlibra/applet?mimetype=image%2Fxdjvu&sec=false&handler=djvu_html5&content_url=%2FContent%2F94727%2Findex.djvu&p=8.
18. Dyakowski B. *Odawnych łowach i dawnej zwierzynie*. Warszawa: Wydawnictwo M. Arcta, 1925. 212 s. URL: http://www.wbc.poznan.pl/dlibra/applet?mimetype=image%2Fxdjvu&sec=false&handler=djvu_html5&content_url=%2FContent%2F104153%2Findex.djvu&p=2.
19. Свтушевський М. Інтродукція плямистого оленя в Україні. *Лісовий і мисливський журнал*. 2007. № 1. С. 44–45.
20. Кратюк О.Л. Видовий склад та динаміка чисельності ратичних *Artiodactyla* у вольєрах на території Житомирської області. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 3, т. 28. С. 34–37.
21. Смаголь В.Н., Гаврись Г.Г. Зубр, *Bison bonasus* (Mammalia Artiodactyla), в Україні: динаміка численності, розповсюдження, стації і лімітуючі фактори: монографія. Київ : Велес, 2013. 128 с.
22. Волох А.М. Охотничьи звери Степной Украины. Т. 2. Херсон : ФЛП Гринь Д.С., 2016. 572 с.
23. Косенко О.М., Вергун М.Г. Фауна – живе багатство Житомирщини. Житомир, 2001. 146 с.
24. Кратюк О.Л. Видовий склад та динаміка чисельності ратичних *Artiodactyla* у вольєрах на території Центрального Полісся. *Екологічні науки*. 2018. № 1, т. 24. С. 117–121.

ДОМІНУЮЧА ОРНІТОФАУНА ОКОЛИЦЬ МІСТА УМАНІ: ВИДОВИЙ СКЛАД ТА ЧИСЕЛЬНІСТЬ

Мороз Л.М., Люленко С.О., Подзерей Р.В.

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
вул. Садова, 2, 20300, м. Умань, Черкаська обл.

lulencoso@gmail.com

Моніторинг домінуючих видів птахів проводився під час вивчення орнітокомплексів міста Умані в 2019–2021 роках. За найновішими даними зараз на Земній кулі мешкає біля 10 100 видів птахів. Разом з тим є дані, що сучасні види представляють всього близько 14% від їх кількості, відомих науці завдяки викопним решткам.

Як показують дослідження відомих українських зоологів-орнітологів, у різних кліматичних зонах України зараз поширено 370–380, а на території Центрального Лісостепу і, зокрема, Черкащини – біля 280 видів птахів. Значна частина видів поселяється в лісах, на присадибних ділянках, безпосередньо в житлових будівлях, у природних деревних насадженнях, у скверах, навколишніх лісосмугах, дачних поселеннях навколо міст тощо.

У зв'язку із погіршенням екологічної ситуації в цілому, засміченням міських околиць з року в рік у дачних поселеннях Уманщини зростає чисельність гніздуючих граків, сорок, круків, сойок. Добуваючи собі їжу, ці птахи, з одного боку, проводять важливу «санітарну діяльність», поїдаючи різні харчові відходи, труп тварин тощо, з іншого ж – самі знищують дрібних тварин (земноводних, плазунів, гризунів, розоряють гнізда птахів та ін.), чим значно збіднюють фауну міст і приміських зон загалом, тому вони тут є небажаними мешканцями

Птахи досить високоорганізовані організми. Маючи ряд прогресивних особливостей, птахи заселяють різноманітні, іноді малосприятливі кліматичні зони земної кулі. Здатність до польоту дає можливість знаходити найбільш сприятливі умови існування. Широко розселившись, птахи пристосувались до різних умов життя, споживання різних видів кормів, використовуючи при цьому різні способи добування корму.

Птахи також пристосувалися до життя поряд з людиною, це птахи-синантропи. Вони почуваються поряд з оселями людини досить безпечно, досить часто завдають шкоди сільськогосподарській діяльності людини – знищують посіви зернових культур, пошкоджують ягідні культури, але вони також приносять і значну користь – знищують різноманітних шкідників садів та городів, запилюють культурні рослини, сприяють розповсюдженню насіння рослин. *Ключові слова:* орнітофауна, дачні поселення Уманщини, біогеоценоз, гніздування.

Dominant avifauna near the city of Uman: species composition and number. Moroz L., Liulenko O., Podzerei R.

Monitoring of dominant bird species was carried out during the study of ornithological complexes of the city of Uman in 2019–2021. According to the latest data, there are about 10 100 species of birds on the Earth now. However, there is evidence that modern species represent only about 14% of their number known to science due to fossils.

Studies of well-known Ukrainian zoologists-ornithologists show that 370–380 species of birds are now widespread in different climatic zones of Ukraine, and about 280 species of birds are found on the territory of Central Forest-Steppe and, in particular, Cherkasy region. A significant part of the species settles in forests, household plots, directly in residential buildings, in natural tree plantations, in public gardens, surrounding forest belts, summer settlements around the cities, etc.

The number of nesting rooks, magpies, common ravens and jays resulting from the worsening of the ecological situation in general, littering of urban areas from year to year in the summer settlements of Uman area increases. Seeking food, these birds on the one hand carry out important “sanitary activities”, eating various food waste, dead animal, etc., on the other – they kill small animals (amphibians, reptiles, rodents, destroy the nests of birds, etc.), which significantly impoverish the fauna of cities and suburban areas in whole, so they are unwanted residents (Lulenko, S. O. Goncharenko, G.E. 2009).

Birds are quite highly organized organisms. Having a number of progressive features, birds inhabit various, sometimes unfavourable climatic zones of the Earth. Ability to fly makes it possible to find the most favourable living conditions. Settled widely, birds adapted to different living conditions, consumption of different types of food, using different methods of getting food.

Birds also adapted to live next to people, they are synanthropic birds. They feel quite safe near human habitation, they often afflict damage to agricultural activities of people – destroy sowings of grain crops, damage berries, but they also bring significant benefits – kill different pests of gardens and vegetable gardens, pollinate cultivated plants, help to spread plant seeds. *Key words:* ornithologic fauna, summer settlements of Uman area, biogeocenosis, nesting.

Постановка проблеми. У нашому житті птахи відіграють різнобічну роль, мають як позитивне, так і негативне значення. Частина з них використовується людиною для отримання продуктів харчування (курині, гусеподібні, деякі кулики, голуби тощо), як селекційний матеріал для виведення нових порід домашніх курей, качок, гусей, індиків, цесарок, для одомашнення (різні види страусів).

Багато видів птахів, харчуючись різними безхребетними тваринами, є важливим регулятором чисельності останніх у природі та в агроценозах, знищують при цьому значну кількість шкідників зелених насаджень. Тому такі птахи заслуговують на охорону і приваблювання.

Актуальність дослідження. До останнього часу оцінка стану чисельності та видового складу доміну-

ючих видів птахів околиць міста Умані відсутня. Тому дане дослідження є досить важливим для вивчення птахів урбанізованих ландшафтів Уманщини.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Робота виконана в межах державної бюджетної науково-дослідної теми «Систематизація потенційних та створення нових заповідних об'єктів Південно-бузького екологічного коридору за активної участі молоді» (2018–2019 рр.) на базі науково-дослідної лабораторії «Екологія і освіта».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основою для роботи є праці М.Ф. Ковалю, Л.М. Мороз (Містрякова), С.О. Люленко [1; 2; 3; 4; 5; 6].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Дані дослідження можуть бути використані як показники адаптації птахів до урбанізованих ландшафтів Уманщини.

Новизна. Вперше за останні 5 років вивчено видовий склад та чисельність домінуючих видів птахів околиць м. Умані.

Методологічне та загальнонаукове значення. Не всі види птахів можуть пристосуватися до проживання у змінених умовах середовища. В околицях міста Умані легше проводити вивчення формування нових адаптивних пристосувань у домінуючих видів птахів до проживання в змінених людиною умовах [7]. Однією із особливостей приміського середовища є складна мозаїка різноманітних біотопів: антропогенних, проміжних і ділянок типових природних ландшафтів. У майбутньому кількість замських будинків, дачних поселень, зон рекреацій буде зростати, тому дослідження видового складу, чисельності, екології та охорони домінуючих видів птахів в них актуальні.

Головна мета роботи. Метою наших досліджень було вивчення видового складу, біотопічної приуроченості, чисельності, особливостей гніздування, окремих аспектів живлення і значення птахів в умовах типових біотопів Уманщини та окремих прилеглих біотопів.

Багато видів птахів, харчуючись різними безхребетними тваринами, є важливим регулятором чисельності останніх у природі та в агроценозах, знищують при цьому значну кількість шкідників зелених насаджень. Тому такі птахи заслуговують на охорону і приваблювання.

Виклад основного матеріалу. В період досліджень на території піддослідних дачних масивів (околиці м. Умані) нами зареєстровано 38 видів птахів в кількості 147 пар.

Визначення видового складу і облік чисельності птахів проводився переважно маршрутним методом [7]. Обліки проводились протягом цілого року з інтервалом в 15–20, а в період розмноження 3–5 днів приблизно в одні і ті самі числа щомісяця.

Як видно із вищенаведеної таблиці, домінуючими за чисельністю є 7 видів, зокрема, горобець польовий (15 пар або 10,2%), коноплянка (12 пар або 8,16%), шпак звичайний (12 пар або 8,16%), плиска біла (7 пар або 4,8%), славка сіра (9 пар або 6,1%), сорока (6 пар або 4,8%) та ін. Поселення більшості із цих видів пов'язане безпосередньо із дачними будівлями та садово-ягідними ділянками дач, лісосмугами тощо. Цікаві також і гідрофільні види. Лебідь-шипун, зокрема, в останні роки взагалі збільшує свою чисельність, успішно адаптується до постійно зростаючого впливу антропогенних факторів. Тому його поселення швидше можна відмітити на ставках, розташованих у межах населених пунктів (с. Городецьке) та їх околицях, або на значній відстані від них взагалі. Тут, очевидно, відіграє роль насамперед турботливе ставлення до лебедів сільських жителів.

Серед домінуючих видів найбільш поширена очеретянка велика. Вона гніздиться в недоступних заростях очерету та рогозу по всій долині річки.

Звичайні птахи, які складають основу орнітокомплексу, представлені 21 видом. Серед них найбільш поширені курочка водяна (5 пар або 3,9%) та лиска (5 пар або 3,9%). Їх гніздування також пов'язане із густими заростями рогозу та очерету у верхів'ях та мілководних ділянках ставків. На жаль, ці чудові птахи в останній період стали типовим об'єктом мисливського промислу і в окремих місцях їх чисельність знижується.

Серед звичайних слід вказати на такі види, як бугай, лелека білий, крижень, які гнізяться у захищених заростями місцях, а також на такі дендрофільні види, як соловей східний, дрізд співочий, дрізд-горобинник, горлиця звичайна, крутиголовка, сорокопуд-жулан, коноплянка, іволга. Їх поселення звичайно пов'язане з наявністю на території долини та по її периметру різноманітної деревної рослинності, окремих видів кущів тощо.

До групи звичайних належать також види, які на гніздуванні можуть зустрітися в інших, часом нетипових біотопах. Це біла та жовта плиски, сіра чапля, перепел, зозуля звичайна, шеврик лісовий, вівсянка звичайна, шпак звичайний тощо.

Особливий інтерес викликають рідкісні для умов досліджень види. Це, зокрема, чапля руда, канюк звичайний, яструб великий, боривітер звичайний, куріпка сіра, деркач, рибалочка голубий, синьошийка та інші.

Чапля руда в кількості однієї пари відмічена в заростях очерету та верболозу на околиці села Городецьке.

Канюк відмічався нами як постійний «мисливець» за здобиччю в долині річки. Найчастіше ми спостерігали його полювання на лиску або водяну курочку. Гніздо знайдене на верхів'ї дуба у невеликій ділянці лісу на схилі залісненого берега Олександрівки, розташованому за 1 км від села Городецьке. Мисливська ділянка канюка за нашими спостереженнями складає біля 3 км долини по обидва боки від гнізда.

Одна пара сірих куріпок відмічена серед бур'янів та рідких чагарників на правому березі річки Олександрівки біля села Городецьке. За словами старожилів села, років 25–30 тому тут цих птахів було

досить багато, вони були важливим об'єктом мисливського промислу.

В тому ж районі, в заростях прибережної рослинності, зокрема осоки, комишу, лепехи, зареєстровано

Таблиця 1

Видовий склад і чисельність птахів Уманських приміських дачних поселень

№ з/п	Українська назва виду	Латинська назва виду	Чисельність відмічених птахів		
			Кількість пар	%	Відносна чисельність
1.	Чапля сіра	<i>Ardea cinerea</i>	4	2,7	ЗВ
2.	Чапля руда	<i>Ardea purpurea</i>	1	0,7	Р
3.	Бугай	<i>Botaurus stellaris</i>	2,0	2,3	ЗВ
4.	Лелека білий	<i>Ciconia ciconia</i>	1,4	1,6	ЗВ
5.	Лебідь-шипун	<i>Cygnus olor</i>	8	5,4	Д
6.	Крижень	<i>Anas platyrhynchos</i>	4	2,7	ЗВ
7.	Канюк звичайний	<i>Buteo buteo</i>	1	0,7	Р
8.	Яструб великий	<i>Accipiter gentilis</i>	1	0,7	Р
9.	Боривітер звичайний	<i>Cerchneis tinnunculus</i>	1	0,7	Р
10.	Перепел	<i>Coturnix coturnix</i>	3	2,0	ЗВ
11.	Куріпка сіра	<i>Perdix perdix</i>	1	0,7	Р
12.	Деркач	<i>Crex crex</i>	1	0,7	Р
13.	Курочка водяна	<i>Galinula chloropus</i>	5	3,4	ЗВ
14.	Лиска	<i>Tulica atra</i>	5	3,4	ЗВ
15.	Чайка (чибіс)	<i>Vanellus vanellus</i>	3	2,0	ЗВ
16.	Крячок чорний	<i>Chlidonias nigra</i>	6	4,1	ЗВ
17.	Горлиця звичайна	<i>Streptopelia turtur</i>	3	2,0	ЗВ
18.	Зозуля звичайна	<i>Cuculus canorus</i>	3	2,0	ЗВ
19.	Рибалочка голубий	<i>Alcedo atthis</i>	1	0,7	Р
20.	Крутиголовка	<i>Jynx torquilla</i>	2	1,6	ЗВ
21.	Горобець польовий	<i>Passer montanus</i>	15	10,2	Д
22.	Горобець хатній	<i>Passer domestica</i>	2	1,4	ЗВ
23.	Щеврик лісовий	<i>Anthus trivialis</i>	2	1,4	ЗВ
24.	Сорокопуд-жулан	<i>Lanius collurio</i>	2	1,4	ЗВ
25.	Плиска біла	<i>Motacilla alba</i>	7	4,8	Д
26.	Дрізд співочий	<i>Turdus philomelos</i>	3	2,3	ЗВ
27.	Малинівка	<i>Eritacus rubecula</i>	1	0,7	Р
28.	Синьошийка	<i>Cyanosylvia svecica</i>	1	0,7	Р
29.	Соловей східний	<i>Zuscinia luscinia</i>	2	0,17	ЗВ
30.	Славка сіра	<i>Sylvia communis</i>	9	6,1	Д
31.	Очеретянка велика	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	2	1,6	ЗВ
32.	Кобилочка річкова	<i>Locustella fluviatilis</i>	6	4,1	Д
33.	Вівсянка звичайна	<i>Emberiza citrinella</i>	3	2,3	ЗВ
34.	Коноплянка	<i>Cannabina cannabina</i>	12	8,16	Д
35.	Шпак звичайний	<i>Sturnus vulgaris</i>	12	8,16	Д
36.	Вивільга	<i>Oriolus oriolus</i>	3	2,3	ЗВ
37.	Сорока	<i>Pica pica</i>	6	4,8	Д
38.	Ворона сіра	<i>Corvus cornis</i>	1	0,7	Р
Разом:			147	100,0	
Всього: чисельних (Д) 7 видів (18,4%) звичайних (ЗВ) 21 вид (52,3%); рідкісних (Р) 10 видів (26,3%); перелітних (П) 35 видів (92,2%); осілих (О) 3 види (7,8%)					

(за голосом) одну пару деркача. На жаль, гніздо цього рідкісного для Уманщини птаха нами не знайдене.

Рибалочка голубий гніздиться біля с. Дмитрушки. Гніздування малинівки, синьошийки та ворони сірої пов'язане з деревною рослинністю.

Загалом формування гніздуючого орнітокомплексу дачних поселень на 92,2% здійснюється за рахунок перелітних і на 7,8% – за рахунок осілих видів.

До групи осілих належать куріпка сіра, сорока та ворона сіра.

За еколого-біотопічною приналежністю досліджуваний орнітокомплекс поділяється на 5 груп: лісову, чагарникову, степову, біляводну, синантропну.

До лісової еколого-біотопічної групи належить 12 видів, що складає 31,6%. За кількістю видів це одна із найпоширеніших груп. Серед видів групи найбільш поширені чапля сіра, дрізд-горобинник, дрізд співочий; рідше зустрічаються ворона сіра, малинівка, канюк, яструб великий, горлиця звичайна, також крутиголовка, щеврик лісовий, зозуля.

Таблиця 2

Еколого-біотопічна структура орнітофауни дачних поселень Уманщини

№ з/п	Еколого-біотопічна група	Кількість видів	
		абс.	%
1.	Лісова	12	31,6
2.	Чагарникова	7	18,4
3.	Степова	5	13,2
4.	Біляводна	10	26,3
5.	Синантропна	4	10,5
		38	100,0

Групу чагарникових птахів представляють 7 видів або 18,4%. Це боривітер звичайний, сорокопуд-жулан, синьошийка, соловей східний, славка сіра, коноплянка, сорока. В умовах дачних поселень ці птахи гніздуються в чагарникових заростях прилеглих лісосмуг, в окремих куртинах верболозу чи навіть на поодиноких кущах. До групи степових видів (5 або 13,2%) належить перепел, куріпка сіра, плиска біла, вівсянка звичайна, щеврик лісовий. Гніздування цих видів завжди пов'язане з наявністю відкритих біотопів – поля, прибережних лучних масивів або лісових галявин, які є всюди біля дач та на прилеглих полях, городах, пасовиськах тощо.

Біляводна еколого-біотопічна група, як і лісова, є однією із досить чисельних і представлена 12 видами, що складає 31,6%. До цієї групи належать види, які, по суті, формують гідрофільне ядро досліджуваного орнітокомплексу. Це чапля руда, лебідь-шипун, крижень, деркач, курочка водяна, лиска, чайка, кричак чорний, рибалочка голубий, очеретянка велика, кобилочка річкова.

Синантропна еколого-біотопічна група представлена чотирма видами. Це, зокрема, лелека білий, польовий та хатній горобці та шпак зви-

чайний. По суті, це види, які завжди поселяються поруч з людиною.

В умовах долини річки Олександрівки одне гніздо лелеки в безпосередній близькості від людини відмічене нами біля села Городецьке і одне – в селі Кочубіївка. Хоча й інші випадки гніздування лелек у цих селах пов'язані із наявністю неподалік річкової долини. В пошуках їжі лелеки відвідують і дачні поселення.

Як свідчать наші спостереження, лелека білий під час вибору місця гніздування насамперед пов'язує його з наявністю річки, ставків, озер, боліт або просто вологих луків, де він може добувати їжу протягом всього весняно-літнього періоду як для себе, так і для пташенят в період їх вигодовування. Основною ж їжею лелек, як відомо, є земноводні, їх пуголовки, дрібні плазуни, великі комахи, молюски, миловидні гризуни та інші, які в найбільшій кількості в природі концентруються саме у річкових долинах.

Шпаки на дачних ділянках знаходять собі в першу чергу багату кормову базу. Вони гніздяться поодинокі в дуплах старих плодкових дерев. Підводячи підсумок вищевикладеному, можна заключити, що основу дачного урбоорнітокомплексу в досліджуваному регіоні з точки зору його еколого-біотопічної характеристики складають дві групи птахів – лісова і біляводна. Останнє вказує на можливість значного збільшення чисельності птахів у річкових долинах, які прилягають до дачних поселень саме цих еколого-біотопічних груп, шляхом впровадження спеціальних еколого-природоохоронних заходів. За чисельністю особин досить поширена і синантропна група: польовий та хатній горобці та шпаки.

За характером живлення орнітофауна долини річки Олександрівки об'єднується в 7 екологічних груп: фітофаги, ентомофаги, зоофаги, фітозоофаги, фіто-ентомофаги, хижаки, пантофаги.

Взагалі в природі не існує того чи іншого виду птаха, який би характеризувався стовідсотковим відношенням до певної трофічної групи. Наприклад, всім відомий лісовий лікар – дятел, прекрасно пристосований до добування комах та інших безхребетних у корі дерев, протягом теплого періоду року він майже повністю живиться їжею тваринного походження. Разом з тим взимку він з успіхом поїдає насіння хвойних порід дерев, роздовбуючи шишки, і навіть насіння бур'янів.

Аналогічно можна говорити і про таких комахоїдних птахів, як славка сіра, зяблик, синиця велика, шпак та ін. Винятком можуть служити хіба що такі окремі види, як серпок рильці, сільська та міська ластівки (ловлять комах у повітрі), іволга, зозуля, соловей (прилітають пізніше і відлітають раніше всіх птахів, доки на гніздовій території є комахи).

Однак орнітологи, враховуючи основний характер живлення, намагаються відносити тих чи інших птахів до відповідних трофічних груп. Це ж у даному випадку здійснили ми і в даній роботі.

До групи *фітофагів* (рослиноїдних) серед досліджуваних нами 38 видів птахів належить 3: перепілка, куріпка сіра, горлиця звичайна. Живляться ці птахи молодими сходами дикоростучих та культурних рослин, їх насінням, насінням бур'янів, ягодами, хоча, особливо в період вигодовування пташенят, значною мірою поїдають дощових черв'яків, жуків, гусінь, метеликів тощо.

Група *ентомофагів* за кількістю видів є найбільш чисельною, домінуючою, до неї належить 13 видів, або 34,2%. Це, зокрема, зозуля звичайна (живиться майже виключно гусінню, яку збирає в кронах дерев), крутиголовка, плиска жовта, плиска біла (багато шкідливих комах збирають на прилеглих до долин полях і городах), щеврик лісовий, сорокопуд-жулан, малинка, синьошийка, соловей східний, славка сіра, очеретянка велика, кобилочка річкова (збирають комах в заростях очерету, рогозу, в прибережних чагарниках). Іволга (живиться, як і зозуля, переважно гусінню, яку збирає в кронах дерев на гніздовій території).

Сім видів (18,4%) птахів досліджуваного орнітокомплексу належить до групи *зоофагів*. Це птахи, живлення яких здійснюється за рахунок поїдання різноманітних тваринних організмів, в тому числі риб, земноводних, плазунів, гризунів, комах тощо. До групи зоофагів належать чапля сіра, чапля руда, бугай, лелека білий, чайка, крячок чорний, рибалочка голубий. Раціон перших шести видів включає різні групи як хребетних, так і безхребетних тварин, голубий рибалочка живиться виключно дрібною рибою, на яку полює на водоймах. Тому його гніздування завжди пов'язане з великими за площею водними масивами.

Група *фіто-зоофагів* об'єднує 5 видів або 13,2% орнітокомплексу. Це види, які приблизно рівнозначно живляться їжею як рослинного, так і тваринного походження. Здебільшого свою здобич знаходять у воді або біля водойм. Це лебідь-шипун, крижень, деркач, курочка водяна, лиска.

За винятком деркача птахи групи належать до мисливсько-промислових видів, хоча в умовах Уманщини їх доцільніше розглядати як птахів, що прикрашають наші збіднені природні угіддя і відіграють велику естетичну роль. Чисельність деркача в останні десятиріччя повсюди знижується, це відмічається в багатьох країнах Європи. Тому треба дбати про охорону цього виду, яку можна забезпечити в комплексі з охороною угідь, де він оселяється.

П'ять видів птахів належить до групи *фіто-ентомофагів*. Це досить звичайні для умов урбанізованої долини горобинні види: дрізд-горобинник, дрізд співочий, вівсянка звичайна, коноплянка, шпак звичайний. Кормові раціони цих птахів залежать від пори року, місця перебування, погодних умов тощо. Весною та восени більше живляться насінням бур'янів, жуками, молюсками, влітку, особливо в період вигодовування пташенят, – майже виключно комахами та іншими безхребетними тваринами. Знищують при цьому багато шкідників зелених рослин і безпосередньо на дачних ділянках.

Невелику групу як за кількістю видів, так і за загальною чисельністю складають денні хижі птахи (хижаки). Їх – 3 види, або 7,9%. Це – канюк, яструб великий, боривітер звичайний. Хижі птахи в умовах річкової долини наносять значних збитків мисливській орнітофауні, але в цілому у дачних садових масивах – це виключно цінні, цікаві птахи, які підлягають охороні.

Два види за характером живлення складають групу *пантофагів* (*всеїдних птахів*). Це, зокрема, сорока та ворона сіра. І сороки, і сірі ворони живляться їжею як рослинного, так і тваринного походження, віддаючи при цьому перевагу останній. Тому вони відіграють у природі різноманітну роль: і як ентомофаги, і як фітофаги, і як зоофаги, і як птахи-санітари. В умовах дачних садових ділянок завдають певної шкоди дачній орнітофауні (особливо сірі ворони), розорюючи їх кладки і поїдаючи виводки.

Головні висновки. Ми розглянули деякі екологічні особливості формування орнітофауни дачних поселень Уманщини. За основу нами взяті орнітокомплекси із 38 видів птахів, які є найбільш поширеними на даній території. Отримані в процесі досліджень дані дають нам можливість проаналізувати сучасний стан орнітофауни регіону в умовах інтенсивного впливу присутності людського фактора. З іншого боку, це дозволить розробити більш широкі заходи з охорони птахів та їх приваблювання у різні біотопи.

Перспективи використання результатів дослідження. Дані наших досліджень можуть бути використані студентами для написання кваліфікаційних робіт, вчителями – для проведення екскурсій, екологічними і комунальними службами для подальшого моніторингу чисельності домінуючих птахів при міських зон Уманщини.

Література

1. Коваль Н.Ф., Заплишний М.Н. Успешность размножения птиц дубово-грабовых лесов юга Лесостепи Украины. в сб.: «Биогеоценология, антропогенные изменения растительного покрова и их прогнозирования». М-лы П респ. Совещания. Київ, 1978.
2. Коваль Н.Ф. Динамика биологических показателей гнездящихся птиц островных лесов юга лесостепи Украины. *Журнал общей биологии*. № 4. 1981.
3. Коваль Н.Ф. Успешность размножения птиц островных дубово-грабовых лесов Лесостепи Украины. В сб.: Эколого-этологические исследования животных. Вопросы биологии и охраны природы. Кишинев, 1982.

4. Мороз Л.М. Биология и распространение ласточки береговой (*Riparia riparia* L) на примере с. Кунка Гайсинского района Винницкой области, 2017.
5. Мороз. Л.М., Грабовская С.Л. Животные Умани с Красной Книги Украины, 2017.
6. Мороз Л.М., Люленко С.О, Подзерей Р.В. Формування екологічної компетентності учнів як один із актуальних запитів сучасного суспільства. *Екологічні науки: науково практичний журнал*. 2020. № 2(29). С. 16–19.
7. Микитюк А. ІВА программа. Методические рекомендации по организации учета птиц. Изд 2. Київ, УООП, 1997.-31 с.
8. Кошелев О.І., Кошелев В.О., Копилова Т.В, Борисов. Моніторинг воронових птахів у місті Мелітополі: гніздовий і зимовий аспекти. *Екологічні науки: науково практичний журнал*. 2020. № 2(29). С. 20–31.

НОВА РЕЄСТРАЦІЯ ЛІСОВОЇ КІШКИ (*FELIS SILVESTRIS* SCHREBER, 1777) В ІВАНО-ФРАНКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Саварін О.О.¹, Кравцов О.А.²

¹Гомельський державний університет імені Франциска Скорини
вул. Советська, 104, 246019, м. Гомель, Республіка Білорусь

²Запорізький національний університет
вул. Жуковського, 66, 69600, м. Запоріжжя
gomelsavarin@gmail.com, kravtsov.ohota@gmail.com

12.10.2018 в 12 км від селища Ворохта Яремчанського району Івано-Франківської області, в гірському лісі був знайдений череп представника родини котячих (*Felidae*, *Carnivora*). Основні параметри: загальна довжина – 103,0 мм; конділобазальна довжина – 95,1 мм; вилична ширина – 69,8 мм; співвідношення виличної ширини та конділобазальної довжини – 0,73; мінімальна довжина носових кісток – 24,5 мм; міжзінчна ширина – 19,0 мм; лобна ширина – 50,1 мм; ширина мозкової частини – 47,3 мм; ширина заочного звуження – 32,6 мм; довжина слухового барабану – 23,8 мм; найбільша ширина потиличних мишцелків – 24,4 мм; довжина нижньої щелепи – 65,9 мм. На підставі замірів черепа і ступеню розвитку сагітального гребню вважаємо, що особина, яка загинула – дорослий самець. Мозковий відділ до потиличної області не звужується. Носові кістки в місці стикання з лобними кістками – не втиснуті, заходять за краї верхньощелепних кісток, передній край носових кісток з виїмкою. Задній край піднебіння посередині має загострений виступ. Пресфеноїд з розширенням. Порівняння всього комплексу краніологічних особливостей з відомими літературними даними дає змогу стверджувати: знайдений череп належить виду – лісова кішка (*Felis silvestris* Schreber, 1777).

Ця знахідка є третім свідченням існування виду в Івано-Франківській області, розширює наукові уявлення щодо території перебування кішки в регіоні.

В потиличній частині даного черепа з боку внутрішньої поверхні виявлені великі (розміщені по всьому периметру тим'яних кісток) та масивні (біля 1,5–2,0 см довжини) відкладення солей кальцію. Масивні відкладення солей кальцію стискають головний мозок, порушують циркуляцію ліквора, тим самим, впливаючи на фізіологічний статус, життєздатність особини. Вважаємо, що аналізована молода особина лісового kota могла загинути внаслідок настання патофізіологічних процесів. *Ключові слова*: Україна, лісова кішка, поширення, заміри черепа, видова діагностика, загибель особин, відкладення солей кальцію.

New registration of a wildcat (*Felis silvestris* Schreber, 1777) in Ivano-Frankivsk region. Savarin A., Kravtsov A.

A skull of the *Felidae* family (*Felidae*, *Carnivora*) representative was found on 10/12/2018 in 12 km from the village of Vorokhta, Yaremche district, Ivano-Frankivsk region, in the mountain forest. Basic measurements are the following: greatest length of skull – 103,0 mm; condylobasal length – 95,1 mm; zygomatic breadth – 69,8 mm; the ratio of zygomatic breadth and condylobasal length is 0.73; minimum length of the nasals – 24,5 mm; least breadth between the orbits – 19,0 mm; frontal breadth – 50,1 mm; greatest width of the braincase – 47,3 mm; least breadth of the postorbital constriction – 32,6 mm; anteroposterior diameter of the auditory bulla – 23,8 mm; greatest breadth of the occipital condyles – 24,4 mm; the mandible length – 65,9 mm. Based on the measurements of the skull and the sagittal ridge development, it can be argued that the deceased individual is an adult male. The cerebral region does not narrow towards the occipital region. The nasal bones at the point of contact with the frontal bones are not depressed. The palate posterior edge has a pointed projection in the middle. The presphenoid is with widening. Comparison of the entire complex of craniological features with the known literature information allows us to assert it is a wildcat (*Felis silvestris* Schreber, 1777).

This find is the third evidence of the species' habitation in the Ivano-Frankivsk region and expands the scientific understanding of its habitat in the region.

Extensive (located along the entire perimeter of the parietal bones) and massive (about 1.5-2.0 cm in length) calcium salts deposits were revealed on the occipital inner surface. They squeeze the brain and disrupt cerebrospinal fluid circulation, thereby affecting the individual's physiological status and viability. We believe that the analyzed young wildcat could die due to pathophysiological processes. *Key words*: Ukraine, wildcat, distribution, skull measurements, species diagnostics, death of individuals, deposits of calcium salts.

Постановка проблеми. Лісова кішка (*Felis silvestris* Schreber, 1777) занесена до Червоної книги України, природоохоронний статус виду – «вразливий» [1]. Саме тому наявні публікації присвячені насамперед самим фактам знахідок особин виду у низці регіонів України, аналізу причин їх смертності [2–5]. Зазначалось, що у 21 сторіччі чисельність лісової кішки стала зростати, що пов'язано з теплими малосніжними зимами [6]. Докладний

аналіз сучасного розповсюдження *F. silvestris* проведений в колективній роботі [7]. Серед регіонів проживання лісової кішки авторами зазначена й Івано-Франківська область. Місця знахідок в області: Косівський (поблизу села Космач) і Верховинський райони (поблизу села Перкалб).

Актуальність дослідження. Особини *F. silvestris* з території України мають наступні краніологічні характеристики: загальна довжина черепа – від 90 до

110 мм, конділобазальна довжина – от 80 до 100 мм, довжина верхнього зубного ряду – 30–40 мм, довжина нижньої щелепи – 60–66 мм, череп зазвичай без або з невеликим вдавленням носової області [7]. Однак кількість досліджених черепів *F. silvestris* з території України є незначною. Відсутні відомості щодо промірів черепу лісової кішки, що мешкає в Івано-Франківській області. Також необхідним є уточнення впливу екологічних факторів на смертність кішки.

Виклад основного матеріалу. 12.10.2018 в 12 км від селища Ворохта Яремчанського району Івано-

Франківської області, в напрямку до гори Говерла, в гірському лісі (рис. 1) був знайдений фрагмент скелета з черепом представника родини котячих (Felidae, Carnivora). Основні лісоутворюючі породи місця знахідки: бук європейський (*Fagus sylvatica*), ялина європейська (*Picea abies*), ялиця біла (*Abies alba*), горобина звичайна (*Sorbus aucuparia*).

Після очищення і часткового відбілювання черепа зроблені його заміри штангенциркулем.

Особливості черепа, що аналізується (рис. 2). Метричні: загальна довжина – 103,0 мм; конділоба-



Рис. 1. Ділянка лісу – місця знахідки черепа



А



Б

Рис. 2. Морфологічні особливості черепа *F. silvestris* (пояснення у тексті)



В



Г



Д

Продовження рис. 2. Морфологічні особливості черепа *F. silvestris* (пояснення у тексті)

зальна довжина – 95,1 мм; вилична ширина – 69,8 мм; співвідношення виличної ширини та конділобазальної довжини – 0,73; мінімальна довжина носових кісток – 24,5 мм; міжзінічна ширина – 19,0 мм; лобна ширина – 50,1 мм; ширина мозкової частини – 47,3 мм; ширина заочного звуження – 32,6 мм; довжина слухового барабану – 23,8 мм; найбільша

ширина потиличних мишелків – 24,4 мм; довжина нижньої щелепи – 65,9 мм.

Неметричні: мозковий відділ до потиличної області не звужується; потиличний гребінь добре розвинений (рис. 2 а); носові кістки в місці стикання з лобними кістками – не втиснуті, заходять за краї верхньощелепних кісток, передній край носових кісток з виїмкою (рис. 2 в); задній край піднебіння посередині має загострений виступ, пресфеноїд з розширенням (рис. 2 б); всі зуби гострі, ікла не сточені (рис. 2 г, д).

На підставі замірів черепа і ступеню розвитку сагітального гребню вважаємо, що особина, яка загинула, – дорослий самець (вік близько 1 року або трохи більше). Слід зазначити, що в Європі самці *F. silvestris* достовірно відрізняються від самиць за багатьма промірами черепа (у самців череп більший) [8].

Порівняння всього комплексу краніологічних особливостей з відомими літературними даними [6–12] дає змогу стверджувати: знайдений череп належить виду – лісова кішка (*Felis*



Рис. 3. Відкладення солей кальцію (вигляд через великий потиличний отвір)

silvestris Schreber, 1777). Ця знахідка є третім свідченням існування виду в Івано-Франківській області, розширює наукові уявлення щодо території перебування кішки в регіоні.

Згідно з розповсюдженою думкою та наявним фактам [2–5] головними причинами загибелі лісової кішки на території України є: загибель у сільцях, відстріл браконьєрами, напади безпритульних собак.

У потиличній частині даного черепа з боку внутрішньої поверхні виявлені великі (розміщені по всьому периметру тім'яних кісток) та масивні (біля 1,5–2,0 см довжини) відкладення солей кальцію (рис. 3).

Подібні утворення нерідко виявляються в черепах хижих ссавців (ведмедя, вовка, єнота-полоскуна, домашньої кішки) [13; 14]. Збільшення внутрішньочерепних кальцифікатів можуть спри-

чинити деякі захворювання (ендокринні, судинні, паразитарні та ін.) [15]. Масивні відкладення солей кальцію стискають головний мозок, порушують циркуляцію ліквора, тим самим впливаючи на фізіологічний статус, життєздатність особини [14]. Вважаємо, що аналізуєма молода особина лісового kota могла загинути внаслідок настання патофізіологічних процесів.

Головні висновки. Підтверджено сучасне існування *F. silvestris* у Івано-Франківській області. Великі проміри знайденого черепа свідчать про сприятливі умови для фізіологічного розвитку особин. Водночас великі та масивні відкладення солей кальцію з внутрішнього боку черепа можуть бути одним із факторів зниження життєздатності тварин, а також їхньої загибелі. Висловлювана думка потребує підтвердження у подальших дослідженнях.

Література

1. Червона книга України. Тваринний світ / За ред. І.А. Акімова. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 600 с.
2. Роженько М.В. Про сучасні знахідки лісового kota (*Felis silvestris*) в пониззі ріки Дністер. *Вестник зоології*. 2000. № 6. С. 80.
3. Ткачук Ю.Б. О современных находках лесного kota на Буковине. *Вестник зоології*. 2000. № 6. С. 80.
4. Шквыря М.Г. Подольская популяция лесного kota, *Felis silvestris* (Carnivora, Felidae), в Украине. *Вестник зоології*. 2010. № 3. С. 279–280.
5. Drebet M., Kapeliukh Y. New data on distribution of the wildcat (*Felis silvestris* Schreber, 1777) in Podillia, Ukraine. *Theriologia Ukrainica*. 2019. Vol. 18. P. 128–132. <http://doi.org/10.15407/pts2019.18.128>.
6. Шевченко Л.С., Песков В.Н. Дикая лесная кошка, *Felis silvestris* Schreber, 1777 (Felidae, Carnivora, Mammalia), в Украине (распространение, структура популяции и новые находки). *Вісник Національного науково-природничого музею*. 2008–2009. № 6–7. С. 135–157.
7. Zagorodniuk I., Gavrilyuk M., Drebet M., Skilsky I., Andrusenko A., Pirkhal A. Wildcat (*Felis silvestris* Schreber, 1777) in Ukraine: modern state of the populations and eastwards expansion of the species. *Біологічні студії*. 2014. № 3–4. P. 233–254. <http://doi.org/10.30970/sbi.0803.372>.
8. Yamaguchi N., Driscoll C. A., Kitchener A. C., Ward J. M., Macdonald D. W. Craniological differentiation between European wildcats (*Felis silvestris silvestris*), African wildcats (*F. s. lybica*) and Asian wildcats (*F. s. ornata*): implications for their evolution and conservation. *Biological Journal of the Linnean Society*. 2004. Vol. 83. P. 47–63.
9. Гептнер В. Г., Слудский А. А. Млекопитающие Советского Союза. Т. II, ч. 2. Москва : Высшая школа, 1972. 552 с.
10. Stefen C., Heidecke D. Kranio-metrische Variabilität der Wildkatze (*Felis silvestris* Schreber, 1777) im Harzgebiet im Vergleich zu anderen Populationen. *Hercynia N. F.* 2011. B. 44. S. 253–285.
11. Stefen C., Heidecke D. Ontogenetic changes in the skull of the European wildcat (*Felis silvestris* Schreber, 1777). *Vertebrate Zoology*. 2012. №. 2. P. 281–294.
12. Gol'din P., Gladilina E., Startsev D. The latest dated historical record of the Wildcat (*Felis silvestris*) from Crimea. *Праці Теріологічної Школи*. 2015. Т. 13. С. 57–60.
13. Саварин А.А. Краниологический атлас млекопитающих Беларуси. Насекомоядные. В 3 частях. Ч. 1. Минск: Колорград, 2017. 94 с.
14. Саварин А. А. Патологии черепа северного белогрудого ежа (*Erinaceus concolor roumanicus*), обитающего на территории Беларуси: [монография]. Гомель: БелГУТ, 2015. 190 с.
15. Kiroğlu Y., Çallı C., Karabulut N., Öncel Ç. Intracranial calcifications on CT. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2010. № 4. P. 263–269.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИДОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ ПЕРЕТИНЧАСТОКРИЛИХ (*HYMENOPTERA*) НА ТЕРИТОРІЇ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ «СТОВП'ЯЗЬКІ КРАЄВИДИ»

Трускавецька І.Я.

Університет Григорія Сковороди в Переяславі
вул. Сухомлинського, 30, 08400, м. Переяслав, Київська обл.
irina-truskaveckaya@ukr.net

У статті окреслено результати дослідження видового різноманіття ентомофауни ряду *Hymenoptera* в умовах лісостепової зони Бориспільського району Київської області. Уточнено сучасний видовий склад фауни *Hymenoptera* на території ландшафтного заказника місцевого значення «Стовп'язькі краєвиди», проаналізовано біотопічну приуроченість антофільних комах та їхні трофічні зв'язки з рослинним угрупованням.

На досліджуваній території обліковано 21 вид комах ряду *Hymenoptera* із 9 родин. За частотою відвідування переважає *Formica polyctena* (ІД-25,24 %) та *Apis mellifera* (ІД-24,8%). Найменше домінування характерне для *Psithyrus vestalis* (ІД-1,94%), *Dolichovespula sylvestris* (ІД-1, 94%) та *Xylocopa valga* (ІД-1,94%).

У рослинному покриві зареєстровано 13 видів комах-запилювачів на 20 видах покритонасінних рослин. Найчастіше відвідували рослини з родини *Asteraceae* (25,7% від загальної кількості відвіданих квіткових рослин перетинчастокрилими), дещо менша кількість припадає на родину *Fabaceae* (23,7%). Широкими полілектами серед досліджуваних видів є *Bombus lapidaries*, *B. Terrestris L.* *Bombus agrorum F.*, які відвідали 11 видів рослин.

За кількістю рослин, що формують так зване «коло рослин», де комахи беруть пилок і нектар, розрізняють такі трофічні групи комах:

– політрофи, до котрих належить 18 видів перетинчастокрилих, що складає 91,5% від усього видового складу антофільних перетинчастокрилих;

– оліготрофи представлені – *Andrena combinata*, *Xylocopa valga*, що становить 9,0% від усього складу;

– вузькі оліготрофи, або монотрофи, репрезентовані одним видом *Osmia aurulenta*.

Серед усього ентомологічного різноманіття ряду *Hymenoptera* зустрічаються 2 види комах, які занесені до Червоної книги України (*Bombus pomorum* та *B. muscorum*.) **Ключові слова:** *Hymenoptera*, комахи-запилювачі, ландшафтний заказник «Стовп'язькі краєвиди», рослинні угруповання, *Formicoidea*, *Apidae*, *Bombucidae*.

Study of species diversity of *Hymenoptera* in the territory of landscape reserve of local significance “Stovpyazky landscapes”. Truskavetska I.

The article outlines the results of the study of species diversity of entomofauna of the *Hymenoptera* series in the forest-steppe zone of Boryspil district of Kyiv region. The current species composition of the *Hymenoptera* fauna on the territory of the landscape reserve of local significance “Stovpyazky Landscapes” has been specified, the biotope confinement of anthophilous insects and their trophic connections with the plant community have been analyzed.

There were 21 species of membranous insects from 9 families in the study area. The seasonal dynamics of insects has been studied. *Formica polyctena* (ID-25,24%) and *Apis mellifera* (ID-24,8%) dominate in the frequency of visits. The lowest dominance is characteristic of *Psithyrus vestalis* (ID-1,94%), *Dolichovespula sylvestris* (ID-1, 94%) and *Xylocopa valga* (ID-1,94%).

In the vegetation of pollinating insects, 13 species on 20 species of angiosperms were registered. The most frequently visited plants of the *Asteraceae* family (25.7% of the total number of visited flowering plants of membranous), a slightly smaller number are the family of *Fabaceae* (23,7%). Extensive polylects among the studied species are *Bombus lapidaries*, *B. Terrestris L.* *Bombus agrorum F.*, which visited 11 plant species.

According to the number of plants that form the so-called “circle of plants”, where insects take pollen and nectar, the following trophic groups of insects are distinguished:

– polytrophs, which include 18 species of membranous, which is 91,5% of the total species composition of anthophilic membranous;

– oligotrophs are presented – *Andrena combinata*, *Xylocopa valga* which is 9,0% of the total composition;

– narrow oligotrophs, or monotrophs, represented by one species of *Osmia aurulenta*.

Among all the entomological diversity of a number of *Hymenoptera*, there are 2 species of insects that are listed in the Red Book of Ukraine (*Bombus pomorum* та *B. muscorum*.) **Key words:** *Hymenoptera*, pollinating insects, Landscape Reserve “Stovpyazky”, plant communities, *Formicoidea*, *Apidae*, *Bombucidae*.

Постановка проблеми. Багатство природи складають різні види тварин, рослин, грибів та мікроорганізмів. Чим більше їх різноманіття, тим досконаліша рівновага у природному середовищі. Людина в цій системі займає свою нішу та має надзвичайний вплив на інші ланки світової екосистеми. Внаслідок

такого впливу деякі види флори та фауни зменшуються у своїй чисельності, зникають або перебувають на межі зникнення [6, с. 266].

На Переяславщині, що за географічним розташуванням знаходиться у межах Київської області, присутні елементи екологічної мережі об'єктів при-

родно-заповідного фонду, які спрямовані на збереження та відновлення біологічного різноманіття краю, серед них і ландшафтний заказник місцевого значення «Стовп'язькі краєвиди», що є об'єктом нашого дослідження [5, с. 101].

Перетинчастокрилі комахи є одними із найчисельніших видів в усіх екосистемах суходолу нашої планети і відіграють важливу роль у багатьох природних комплексах, а саме є активними запилювачами рослин, хижаками, які здатні здійснювати вирішальний вплив на чисельність та структуру популяції багатьох безхребетних для захисту лісу від шкідників (це передусім *Formica rufa* та *Formica polyctena*) [4, с.89]. До комах-запилювачів належать бджоли, оси, джмелі, жуки та інші.

За останні роки число бджіл і джмелів помітно скорочується, з 2018 по 2020 роки виявилось, що чисельність бджіл на досліджуваній території скоротилася на 8%, а у світі – 25% [6, с. 267]. Точна причина зникнення комах невідома. Вчені вважають, що на це впливає глобальне потепління і поява нових хвороб і паразитів.

Актуальність дослідження. Вибір ландшафтного заказника «Стовп'язькі краєвиди» для проведення дослідження викликаний кількома причинами: по-перше, тому, що дана природоохоронна територія створена з метою охорони і збереження крутих схилів, де розмножуються дикі комахи, джмелі, бджоли та інші запилювачі рослин; по-друге, проаналізувавши низку літературних джерел, ми з'ясували, що на Переяславщині фауна перетинчастокрилих маловивчена, а відомості, які є, уже застарілі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Спеціальних фауністичних досліджень на території ландшафтного заказника раніше не проводилося. Є лише фрагментарні дані про рослинний та тваринний світ регіону, які знаходимо в узагальнюючих працях О.С. Роговича, Й.К. Пачоського, В.В. Монтрезора, Ю.Д. Клеопова, М.В. Дубовика, М.М. Бортняка, В.К. М'якушко, В.І. Чопика, О.А. Ярової та інші [2; 3; 4].

Ландшафтний заказник місцевого значення «Стовп'язькі краєвиди» – один із об'єктів природно-заповідного фонду Київської області, що розташований у Бориспільському районі Київської області й має природоохоронну, наукову та естетичну цінність. Загальна площа ландшафтного заказника місцевого значення «Стовп'язькі краєвиди» становить 118,2 га [7].

Новизна. У результаті власних спостережень й аналізу літературних джерел на території ландшафтного заказника «Стовп'язькі краєвиди» вперше досліджено видове різноманіття перетинчастокрилих комах, з'ясовано комах-запилювачів й їхні трофічні зв'язки з рослинами, вивчено «червонокнижні» види досліджуваної території.

Методологічне або загальнонаукове значення. Під час виконання дослідження були вико-

ристані загальнонаукові емпіричні методи (аналізу і синтезу, експерименту, моделювання) та теоретичні методи досліджень (аналітичний, формалізації й аргументування).

Стаціонарні дослідження та обліки проводили під час маршрутних обстежень в околицях ландшафтного заказника «Стовп'язькі краєвиди» Переяслав-Хмельницького району, який охоплює п'ять урочищ: «Торфорозробка», «Іваненків гай», «Вільшаники», «Ліс за Войцехівським» та «Кавказ» [5, с. 104].

Для аналізу видового складу комах із ряду Перетинчастокрилі до уваги взяли частоту відвідування, рівень спеціалізації їх до квіток та характер відвідування рослин (збір нектару, пилку тощо).

Одним із найефективніших способів вилучення комах є косіння ентомологічним сачком. Денну динаміку перетинчастокрилих проводили на відкритих, сонячних, лучних ділянках, лісових галявинах, спостерігаючи за активністю комах із 9.30 до 18.00 год, протягом 12 діб у червні-серпні 2018 – 2020 рр.

Обробляючи результати досліджень, ми обрахували коефіцієнт щільності, коефіцієнт зустрічності та коефіцієнт домінування; для обчислення процентного співвідношення видового складу використовували математичні обрахункові формули [1, с. 23].

Відносну частоту відвідування комах розраховували за формулою:

$$Wi = ni / Ni,$$

де ni – кількість особин комах, які відвідували рослину; Ni – сумарна кількість комах 1-го виду.

Сумарну кількість виявлених комах розраховували за формулою:

$$N = \sum ni [1, с. 34].$$

Основні джерела, що використовувались у ході дослідження: визначник комах (автор В.М. Єрмоленко), визначник рослин (автори Ю.Я. Єлін, Л.Г. Оляницька та С.І. Івченко).

Виклад основного матеріалу. Матеріалом для вивчення фауни перетинчастокрилих Лісостепової зони послужили власні збори і спостереження упродовж вегетаційних періодів 2018–2020 років на території ландшафтного заказника «Стовп'язькі краєвиди».

У результаті досліджень зареєстровано 21 вид Перетинчастокрилих, які є представниками 9 родин: Хвойні пильщики (*Diprionidae*), Булавовусі пильщики (*Cimbicidae*), Мурашки (*Formicoidea*), Бджолині (*Apidae*), Джмелі (*Bombucidae*), Паперові оси (*Vespidae*), Справжні оси (*Vespidae*), Риучі оси (*Sphécidae*) та Рогохвости (*Siricidae*) (рис. 1).

Як бачимо, найбільшу кількість видів на досліджуваній території із ряду Перетинчастокрилі заселяють представники родини Джмелі (6 видів), Бджолині (4 види), Справжні оси (3 види), Хвойні пильщики (2 види). З інших родин зареєстровано по одному виду.

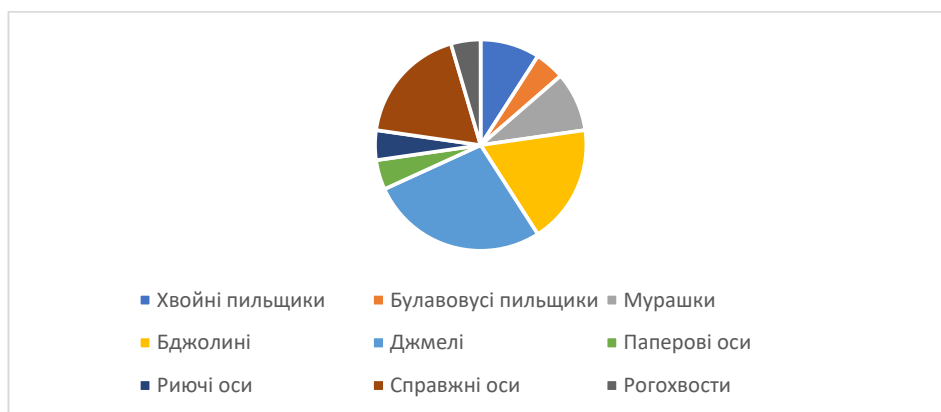


Рис. 1. Видове різноманіття перетинчастокрилих за родинами

Таблиця 1

Популяційна характеристика перетинчастокрилих ландшафтнього заказника
 «Стовп'язькі краєвиди»

№	Назва виду	Родина	Щільність %	Домінування %	Зустрічність %
1	Джміль польовий (<i>Bombus agrorum</i> F.)	Джмелі (<i>Bombus</i>)	0,9	8,74	60
2	Джміль садовий (<i>B. hortorum</i> L.)	Джмелі (<i>Bombus</i>)	0,3	2,91	20
3	Джміль земляний (<i>B. terrestris</i> L.)	Джмелі (<i>Bombus</i>)	0,5	4,85	40
4	Джміль лісовий (<i>B. sylvarum</i>)	Джмелі (<i>Bombus</i>)	0,4	3,88	40
5	Джміль підкамінний (<i>B. lapidarius</i>)	Джмелі (<i>Bombus</i>)	0,8	7,76	60
6	Джміль-зозуля білозадий (<i>Psithyrus vestalis</i>)	Джмелі (<i>Bombus</i>)	0,2	1,94	20
7	Шершень (<i>Vespa crabro</i> L.)	Справжні оси (<i>Vespidae</i>)	0,5	4,82	40
8	Оса звичайна (<i>Vespula vulgaris</i> L.)	Паперові оси (<i>Vespidae</i>)	0,6	5,82	60
9	Оса лісова (<i>Dolichovespula sylvestris</i>)	Справжні оси (<i>Vespidae</i>)	0,2	1,94	20
10	Оса євмен (<i>Eumenes coarctatus</i>)	Справжні оси (<i>Vespidae</i>)	0,8	7,76	60
11	Оса пелопей (<i>Sceliphron destillatorium</i> Ill.)	Риючі оси (<i>Sphecidae</i>)	0,4	3,88	40
12	Оса саксонська (<i>Vespula saxonica</i> L.)	Справжні оси (<i>Vespidae</i>)	0,4	3,88	40
13	Бджола свійська, або медоносна (<i>Apis mellifera</i> L.)	Бджолині (<i>Apidae</i>)	2,3	22,7	70
14	Бджола-гесляр (<i>Xylocopa valga</i>)	Бджолині (<i>Apidae</i>)	0,2	1,94	20
15	Пильщик сосновий звичайний (<i>Diprion pini</i> L.)	Хвойні пильщики (<i>Diprionidae</i>)	0,5	4,85	50
16	Пильщик березовий великий (<i>Cimbex femoratus</i> L.)	Булавовусі пильщики (<i>Cimbicidae</i>)	0,3	2,91	20
17	Пильщик рудий (<i>Neodiprion sertifer</i> Geoffr.)	Хвойні пильщики (<i>Diprionidae</i>)	0,3	2,91	20

Продовження таблиці 1

18	Рогохвіст березовий (<i>Tremex fuscicornis</i>)	Рогохвості (<i>Siricidae</i>)	0,3	2, 91	20
19	Мурашка мала, або голоспинна лісова (<i>Formica polyctena</i> Forst.)	Мурашки (<i>Formicoidea</i>)	2,6	25,24	100
20	Золотиста бджола осмія (<i>Osmia aurulenta</i>)	Бджолині (<i>Apidae</i>)	0,3	2, 91	20
21	Бджола земляна <i>Andrena combinata</i>	Бджолині (<i>Apidae</i>)	0,3	2, 91	20

На території ландшафтного заказника нами виявлено два червонокнижні види джмелів (II категорія): *Bombus pomorum* та *B. muscorum*. Стан популяцій цих видів у місці виявлення задовільний, проте вони потребують всебічної охорони [3, с. 82].

За результатами кількісного аналізу встановлено, що на території заказника серед представників ряду *Hymenoptera* найбільшу щільність становлять: мурашка мала *Formica polyctena* (2,6%), Джміль польовий *Bombus agrorum* (0,9%), Джміль підкамінний *Bombus lapidarius* (0,8%); найменшу – Джміль-зозуля білозадий *Psithyrus vestalis* (0,2%), Оса лісова *Dolichovespula sylvestris* (0,2%), Бджола-тесляр *Xylocopa valga* (0,2%).

Домінуючими видами комах досліджуваної території є мурашка мала, або голоспинна лісова *Formica polyctena* (ІД-25,24%), Джміль польовий *Bombus agrorum* (ІД-8,74%), Оса євмен *Eumenes coarctatus* (ІД-7,76%), Джміль підкамінний *Bombus lapidarius* (ІД-7,76%). Малочисельними виявились – Джміль-зозуля білозадий *Psithyrus vestalis* (ІД-1, 94%), Оса лісова *Dolichovespula sylvestris* (ІД-1, 94%) та Бджола-тесляр *Xylocopa valga* (ІД-1,94%) (табл. 1).

Математичні обрахунки показали, що найбільший ступінь зустрічності мають мурашка мала *Formica polyctena* (100%), Джміль польовий *Bombus agrorum* (60%) та Джміль підкамінний *Bombus lapidarius* (60%), Оса євмен *Eumenes coarctatus* (50%), оса звичайна *Vespula vulgaris* (50%) та Пильщик березовий великий *Cimbex femoratus* (50%); найменший – Джміль садовий *Bombus hortorum*, Джміль-зозуля білозадий *Psithyrus vestalis* (20%), Пильщик рудий *Neodiprion sertifer* (20%), Пильщик березовий великий *Cimbex femoratus* (20%), Бджола-тесляр *Xylocopa valga* (20%) та Оса лісова *Dolichovespula sylvestris* (20%).

Представники ряду *Hymenoptera* на території заказника є активними запилювачами рослин. Так, 13 видів антофільних комах найчастіше відвідували рослини з родини Айстрові (*Asteraceae*) – 62% та родини Бобові (*Fabaceae*) – 52%. Значно менше відвідують рослини родини Шорстколисті (*Boraginaceae*) – 8,2% та Жовтецеві (*Ranunculaceae*) – 6,7%. Незначна частка видів рослин, які відвідують комахи, припадає на родину Гарбузові *Cucurbitaceae* – 2,3%. Шість родин, на яких були зареєстровані перетинчастокрилі, характеризуються поодинокими відвідуваннями (від 0,3 до 0,6%).

Найкращими запилювачами на території ландшафтного заказника є комахи з густим волоссяним покривом – бджола медоносна *Apis mellifera*, джміль підкамінний *Bombus lapidarius*, джміль земляний *Bombus terrestris* та джміль польовий *Bombus agrorum*, які відвідали понад 16 видів квіткових рослин.

За кількістю рослин, що формують так зване «коло рослин», де комахи беруть пилок і нектар, розрізняють такі трофічні групи комах:

- політрофи, до котрих належить 18 видів перетинчастокрилих, що складає 91,5% від усього видового складу антофільних перетинчастокрилих;
- оліготрофи представлені – *Andrena combinata*, *Xylocopa valga*, що становить 9,0% від усього складу;
- вузькі оліготрофи, або монотрофи, репрезентовані одним видом *Osmia aurulenta* [7, с. 266]

Головні висновки. Проведені дослідження є спробою встановити видовий склад перетинчастокрилих комах ландшафтного заказника «Стовп'язькі краєвиди», їхній трофічний зв'язок із ентомофільними рослинами, приділяючи особливу увагу охоронюваним видам, як найбільш вразливим компонентам біоти.

Найбільшу кількість видів із ряду Перетинчастокрилі заселяють представники родини Джмелі, із них два види занесено до Червоної книги України. Перетинчастокрилі належать до групи «типові антофіли», серед яких можна виділити 2 підгрупи: а) види, які мають сильно опушене тіло, смоктально і гризучо-лижучий тип ротового апарату з довгим хоботком. До даної підгрупи належать *Bombus lapidarius* L. *Bombus ruderatus* F. в умовах досліджуваного регіону є найкращими запилювачами, які не завдають шкоди рослинам; б) види, у яких тіло сильно опушене, ротовий апарат смоктально і гризучо-лижучий, хоботок короткий. Представники даної підгрупи *Bombus terrestris* L., *Bombus hypnorum* L. – ефективними запилювачами (однак іноді дані види можуть завдавати незначної шкоди). *Apis mellifera* і *Bombus* вважаються найкращими запилювачами ентомофільних рослин.

Денний максимум льоту антофільних комах припадає на період з 11.00 до 13.00 год., ймовірно, це можна пояснити тим, що більшість рослин на досліджуваній території саме в ці години розкривають свої квіти.

Перспективи використання результатів дослідження. Експерименти наукового дослідження послугують цікавим матеріалом під час вивчення

шкільного курсу біології для учнів 7 класу в процесі проведення практичної роботи на тему: «Виявлення прикладів пристосувань до способу життя в комах», так і для підготовки майбутніх учителів до прове-

дення позакласних занять з біології, проведенням фенологічних спостережень під час біологічних екскурсій, дослідництва в природоохоронних об'єктах Переяславщини та підготовці робіт МАН.

Література

1. Атлас комах України / В.І. Гусев, В.М. Єрмоленко, В.В. Свищук, К.А. Шмиговський. Київ: Радянська школа, 1962. 224 с.
2. Дмитрієв Г.В. Комахи в біосфері : монографія. Київ : Радянська школа, 1999. 117 с.
3. Коновалова І. Б. Результати дослідження фауни джмелів західного регіону України. *Наук.записки держ.природ.музею.* 2002. Вип.17. С. 81–87.
4. Кравець Н. Антофільні перетинчастокрилі (Hymenoptera) Західного Поділля. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна.* 2008. № 46. С. 89–93.
5. Носаченко В. Природні туристично-рекреаційні ресурси Переяслав-хмельницького району Київської області. *Сучасна гуманітаристика: збірник матеріалів XIII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 18 жовтня 2019 р. Переяслав-Хмельницький (Київ. обл.), 2019. Вип. 13. С. 101–112.*
6. Жирак Р.М. Біорізноманіття та роль зооценозу в природних і антропогенних екосистемах: Матеріали III Міжнародної наукової конференції. Дніпропетровськ : Вид-во ДНУ, 2005. С. 266–268.
7. Перелік територій та об'єктів природно-заповідного фонду загальнодержавного та місцевого значення. URL: <http://wikimediaukraine.files.wordpress.com/2014/03/table-2014.xlsx>.

РОЗВИТОК ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ

УДК 502.45

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.22>

АНАЛІЗ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ ТА ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Мельник В.В.

Державний університет «Житомирська політехніка»
вул. Чуднівська, 103, 10005, м. Житомир
org_vvm@ztu.edu.ua

Оголошення та розвиток територій та об'єктів природно-заповідного фонду є необхідною та базовою умовою сталого розвитку країни. Заповідні території мають наукову, естетичну, рекреаційну, виховну та освітню цінність, і створюються з метою збереження рослинного та тваринного різноманіття та природних ландшафтів.

Природно-заповідний фонд України (станом на 01.01.2020 р.) представлений – 8512 об'єктами, площа яких становить – 4,418 млн га. Найбільш поширеними категоріями заповідних територій є заказники (39,4%) та пам'ятки природи (41,27%), а частка інших становить – 19,33%, де парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва та заповідні урочища становлять 16,26%. Площа природоохоронних територій та об'єктів загальнодержавного значення в 1,4 рази більша, ніж площа таких об'єктів місцевого значення. Встановлено, що за аналізований період з 2011 по 2019 рр. найбільше зростання кількості природоохоронних територій відбулося в Донецькій, Тернопільській та Івано-Франківській областях (61, 58 та 53 об'єкти відповідно). Тоді як в м. Севастополь, Херсонській, Одеській, Рівненській та Харківській областях за даний період разом було створено лише 21 заповідну територію. Сучасний показник заповідності для України складає 6,77% та суттєво коливається по території країни. Так, цей показник найвищий у м. Севастополь (30,37%) та найменший у Вінницькій області (2,27%).

Житомирська область (станом на 01.01.2021 р.) представлена шістьма категоріями (242 об'єкти), загальною площею 0,1382 млн га, показник заповідності в 1,5 разів менший порівняно з даним показником по всій території України. Основна частина природно-заповідного фонду Житомирщини розміщена на території лісогосподарських підприємств Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства. Для природно-заповідного фонду Житомирщини важливе значення мають водно-болотні угіддя, які розташовуються в межах Поліського заповідника. Впродовж 2021 року в Житомирській області планують створити п'ять нових природоохоронних територій. *Ключові слова:* природно-заповідний фонд, Житомирська область, природоохоронні території та об'єкти, показник заповідання.

Analysis of the nature reserve fund of Ukraine and Zhytomyr region. Melnyk V.

The declaration and development of territories and objects of the nature reserve fund is a necessary and basic condition for the sustainable development of the country. Protected areas have scientific, aesthetic, recreational, disciplinary and educational value which created to preserve plant and animal diversity and natural landscapes.

The nature reserve fund of Ukraine (as of 01.01.2020) is represented by 8512 objects, the area of which is 4.418 million hectares. The most common categories of protected areas are reserves (39.4%) and natural monuments (41.27%), and the share of others is – 19.33%, where parks, monuments of landscape art and protected areas are 16.26%. The area of protected territories and objects of national value in 1.4 times greater than the area of facilities of local importance. It is established that during the analyzed period from 2011 to 2019, the largest increase in the number of protected areas occurred in Donetsk, Ternopil and Ivano-Frankivsk regions (61, 58 and 53 sites, respectively). While in the city of Sevastopol, Kherson, Odessa, Rivne and Kharkiv regions during this period, only 21 protected areas were created. The current nature reserve rate for Ukraine is 6.77% and varies significantly across the country. Thus, this indicator is the highest in Sevastopol (30.37%) and the lowest in Vinnytsia region (2.27%).

Zhytomyr region (as of January 1, 2021) is represented by six categories (242 objects), with a total area of 0.1382 million hectares, the nature reserve rate is 1.5 times lower compared to this indicator throughout Ukraine. The main part of the nature reserve fund of Zhytomyr region is located on the territory of forestry enterprises of Zhytomyr Regional Department of Forestry and Hunting. Wetlands, which are located within the Polissya Reserve, are important for the nature reserve fund of Zhytomyr Region. Five new protected areas are planned to be created in Zhytomyr region in 2021. *Key words:* nature reserve fund, Zhytomyr region, nature protection territories and objects, nature reserve rate.

Постановка проблеми. Інтенсивний розвиток науки і техніки в XXI столітті ускладнив взаємовідносини суспільства з природою. В процесі своєї господарської діяльності людина здатна впливати на хід природних процесів, нерационально використовувати природні ресурси та забруднювати довкілля. В таких

умовах об'єкти природно-заповідного фонду (ПЗФ) набувають важливого значення щодо охорони, відтворення природних ландшафтів та біологічного різноманіття, а також щодо збереження природних, історичних та культурних комплексів. Природоохоронні території створюють необхідні умови щодо змен-

шення негативного впливу господарської діяльності на біологічні об'єкти, сприяють підтриманню природних механізмів взаємодії між біологічними видами та середовищем їх існування. Протягом останніх років істотно знизилися темпи збільшення загальної площі ПЗФ. Крім того, дуже часто зустрічаються випадки нецільового використання, недотримуються режими охорони та відтворення територій та об'єктів ПЗФ. Саме тому здійснення сучасної оцінки розподілу природоохоронних об'єктів і територій України та Житомирської області є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблеми збереження та відтворення ландшафтного різноманіття, аналіз історичних етапів становлення заповідної справи, дослідження різних класифікацій територій ПЗФ, особливості формування та розвитку заповідних територій розглядалися в працях М.Д. Гродзинського [1–3], В.М. Пащенко [4], Т.Л. Андрієнко [5], Я. Мовчана [6], С.Ю. Поповича [7; 8], О.В. Мірошніченка [9], А.І. Черемнова [10], Б.М. Гірного [11], О.В. Мудрака [12], О. Василюка [13] та багатьох інших. На території Житомирської області питання формування мережі природно-заповідного фонду висвітлено у публікаціях О.О. Орлова [14–17], С.П. Сіренького [15; 16], С.М. Жили [17], Т.Л. Андрієнко [18], В.І. Ткачука [19].

Останніми роками все більше дослідників [20–22] приділяють увагу можливостям запровадження та застосування геоінформаційних систем для забезпечення проєктування, створення, функціонування та картографування природоохоронних територій.

Проте під час здійснення таких робіт виникає ряд труднощів. Насамперед це відсутність сучасних інформативних даних про стан ПЗФ та офіційних веб-сторінок ПЗФ регіону (областей, районів, міст), а також недостатнє фінансування. Особливої уваги заслуговують роботи [23–25], в яких досліджено головні причини погіршення територій природно-заповідного фонду в межах міст та визначено основні причини деградації ландшафтів в умовах урбаністичних впливів.

Одним з головних напрямів екологічної політики України є розвиток заповідних територій. Так, відповідно до загальнодержавної концепції про розвиток заповідної справи на період до 2020 року [26] передбачалося вдосконалення управління всіма територіями та об'єктами ПЗФ, збільшення площі заповідних територій до 10%, прискорення формування національної екологічної мережі, здійснення комплексних наукових досліджень та забезпечення раціонального природокористування. Проте основну частину завдань даної концепції не було реалізовано.

Попри вагомні наукові результати щодо розвитку та використання природно-заповідних територій, питання оптимізації природоохоронних територій України та Житомирської області потребують удосконалення.

Мета дослідження полягає у вивченні сучасного розподілу об'єктів і територій ПЗФ України та Житомирської області. Об'єктом досліджень є процеси формування та розвитку ПЗФ України та Житомирської області. Предмет досліджень – це

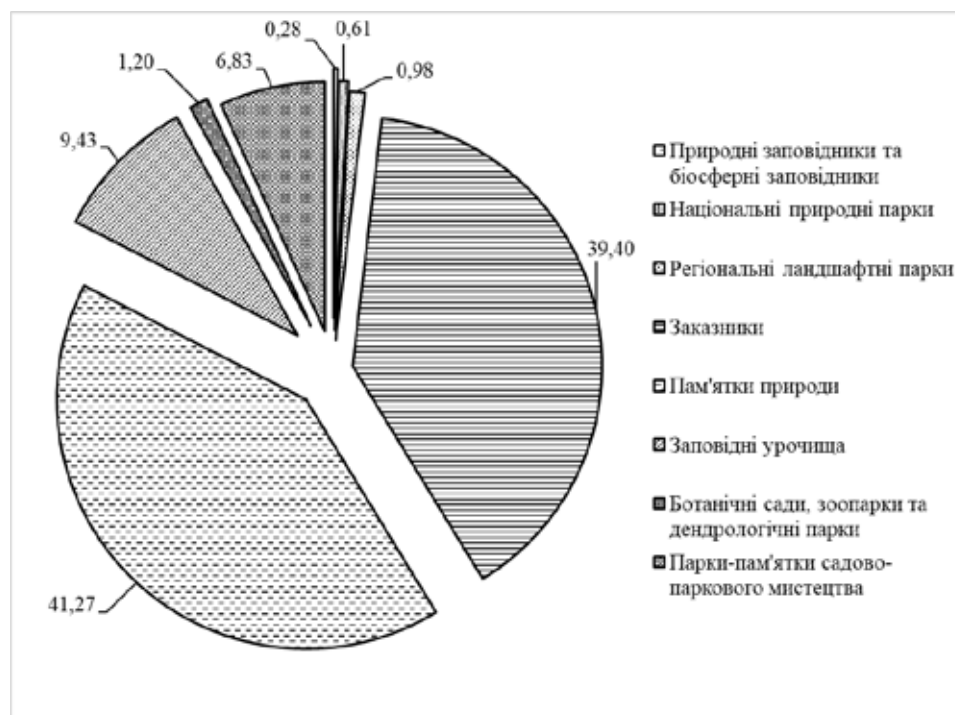


Рис. 1. Структура природно-заповідного фонду України

Джерело: розраховано на основі даних [27]

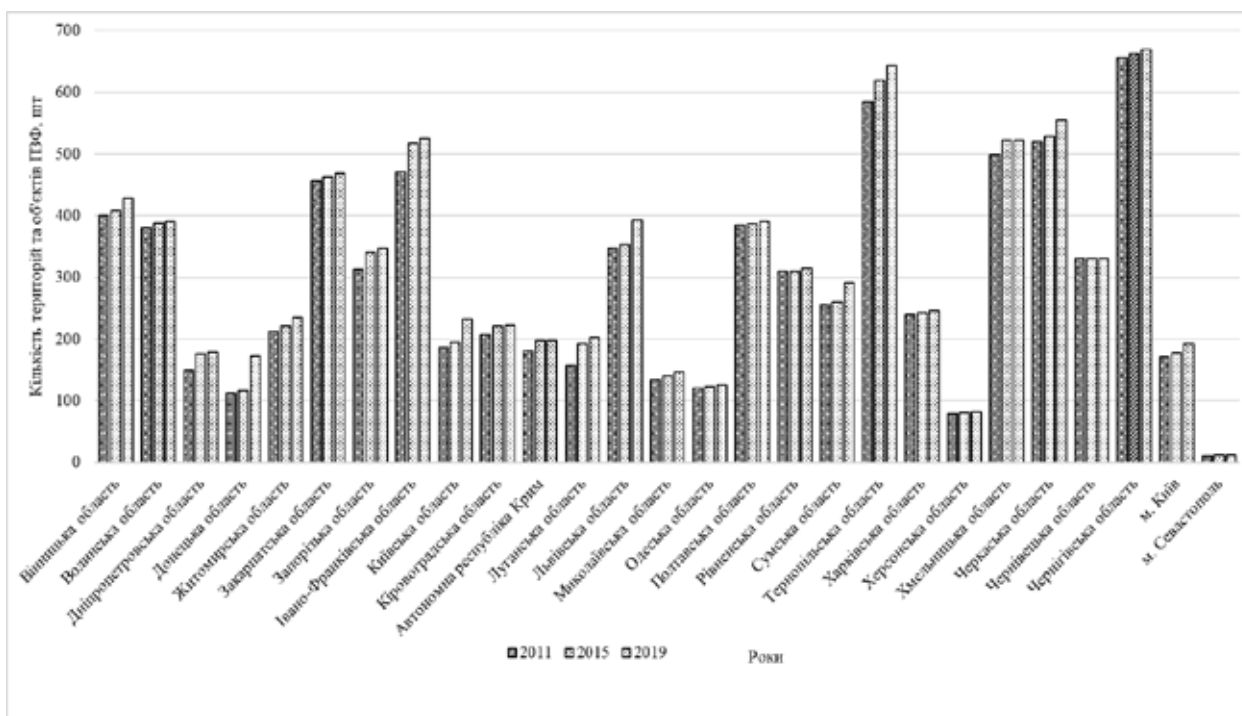


Рис. 2. Динаміка кількості об'єктів природно-заповідного фонду в розрізі адміністративно-територіальних одиниць України 2011–2019 рр.

Джерело: побудовано автором на основі даних [27]

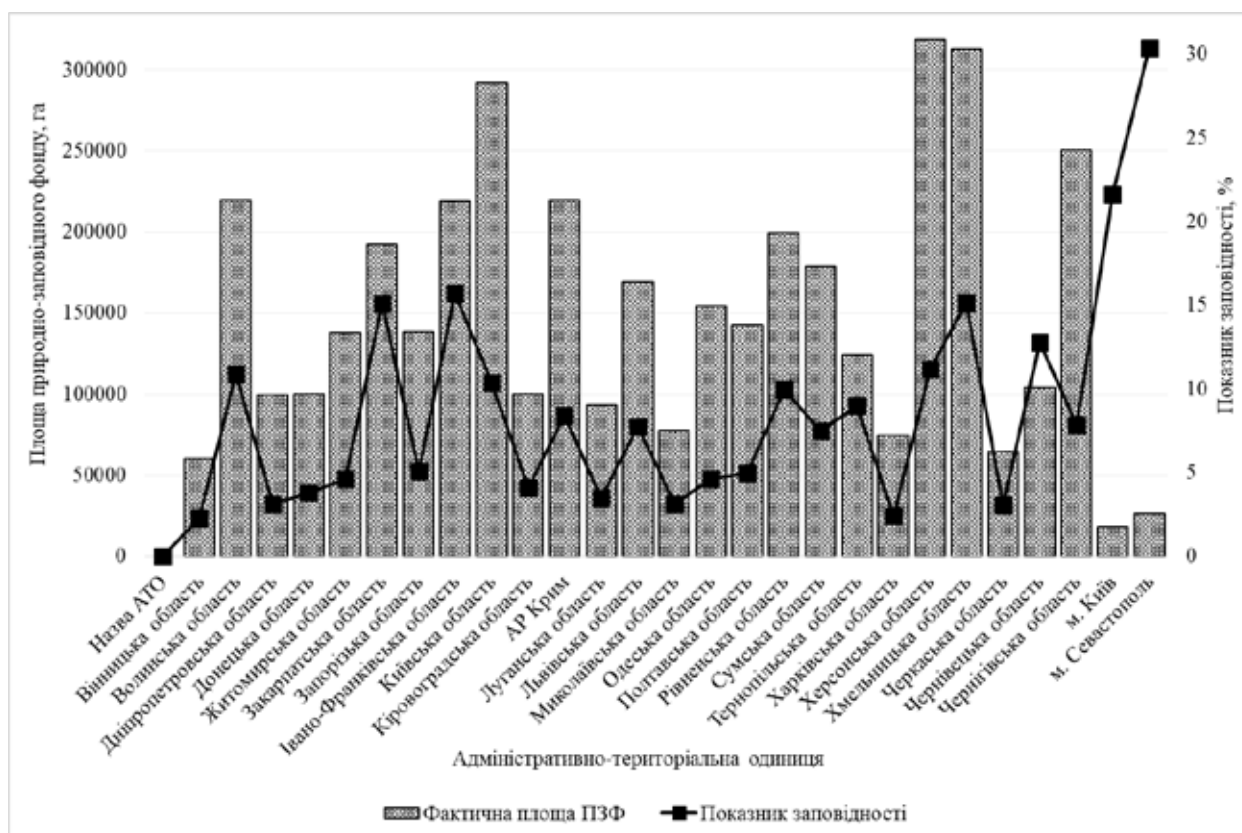


Рис. 3. Розподіл територій природно-заповідного фонду адміністративно-територіальних одиниць України за площею та показником заповідності

Джерело: розраховано на основі даних [27]

сукупність теоретичних та методичних питань з поліпшення ПЗФ України та Житомирської області.

Новизна отриманих матеріалів полягає в тому, що проаналізовано сучасний розподіл об'єктів та територій ПЗФ в Україні та Житомирській області. Результати дослідження можуть бути використані для вивчення закономірностей розвитку та пошуку шляхів раціонального використання, охорони та створення об'єктів та територій ПЗФ.

Методика досліджень. Дослідження проводилися шляхом збирання інформації з екологічних паспортів щодо виявлення об'єктів природно-заповідного фонду України та Житомирської області, опрацюванні літературних джерел та інтернет-ресурсів.

Вклад основного матеріалу. Відповідно до матеріалів державного кадастру територій та об'єктів ПЗФ України [27] станом на 01.01.2020 р. в Україні є 8 512 га територій та об'єктів загальною площею 4,418 млн га. Показник заповідності України становить 6,77%, тоді як частка земель ПЗФ більшості Європейських країн коливається від 10 до 25%.

Аналіз розподілу об'єктів за категоріями ПЗФ свідчить, що найбільш поширеними на території України є заказники та пам'ятки природи (рис. 1). Їх частка становить 80,67%, а на інші категорії, відповідно, припадає лише 19,33%. Біосферні та природні заповідники, які є найвищою категорією щодо збереження та відтворення природних комплексів, займають лише 0,28%.

Темпи створення нових заповідних об'єктів в Україні впродовж аналізованого періоду (2011–2019 рр.) характеризуються неоднорідністю (рис. 2). Так, у 2011 році кількість заповідних територій становила – 7 869 шт., а вже в 2015 році їх стало на 315 шт. більше, а в 2019 році їх стало на 643 шт. більше порівняно з 2011 роком. Аналіз створення нових територій ПЗФ у межах адміністративно-територіальних одиниць свідчить, що за досліджуваний період найбільше їх було оголошено в Донецькій, Тернопільській та Івано-Франківській областях (від 53 до 61 шт.), а найменше – в м. Севастополь, Херсонській та Одеській області (від 1 до 5 шт.). Впродовж 2011–2019 років у Чернівецькій області не було створено жодної природоохоронної території. Крім того, в Закарпатській області в 2013 році було скасовано статус 23 заповідних об'єктів. Максимальна кількість створення нових територій ПЗФ припадає на 2012 рік (159 шт.) та 2016 рік (212 шт.), а протягом 2017 та 2018 років створення заповідних територій призупинилося.

Території та об'єкти ПЗФ по території України розміщуються нерівномірно (рис. 3). Так, можна виділити чотири області з найбільшою площею заповідності – Херсонська, Хмельницька, Київська та Чернігівська (площа ПЗФ відповідно становить – 318 695 га, 312 579 га, 292 208 га та 250 537 га). Найменші площі заповідання знаходяться в м. Севастополь та м. Київ (26 241 та 18 092 га). Проте під час дослідження показник заповідності встановлено, що

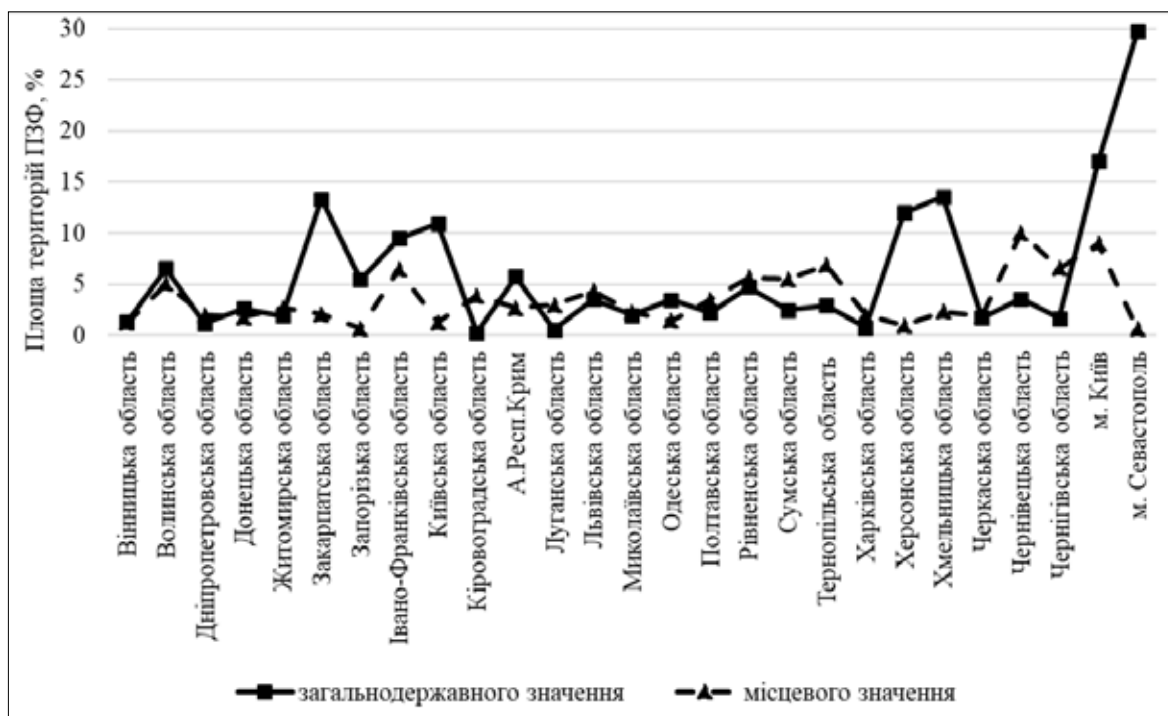


Рис. 4. Розподіл територій природно-заповідного фонду загальнодержавного та місцевого значення в межах адміністративно-територіальних одиниць, %

Джерело: розраховано на основі даних [27]

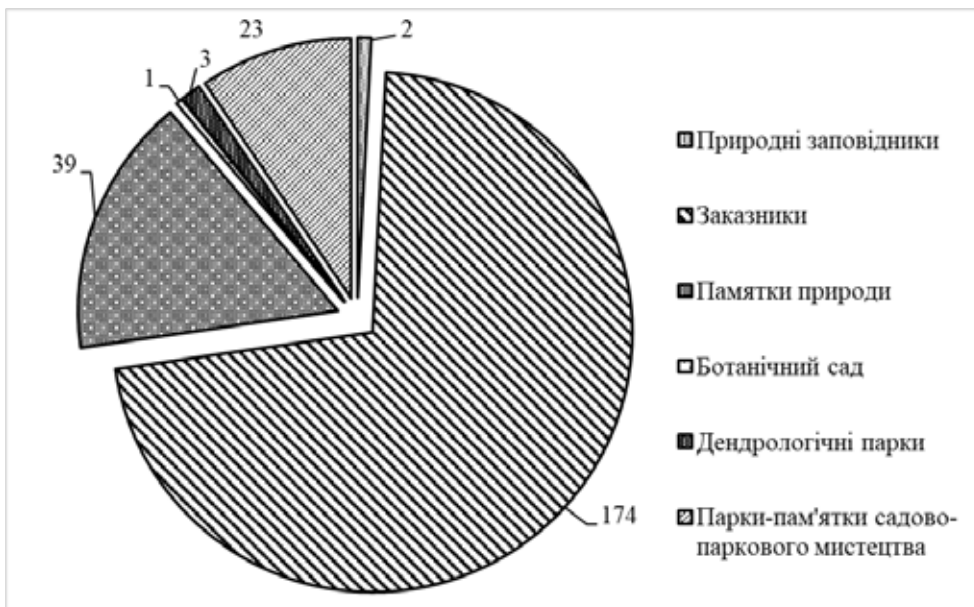


Рис. 5. Структура природно-заповідного фонду Житомирської області

Джерело: власні дослідження

в м. Севастополь та м. Київ цей показник найвищий та становить 30,37% та 21,64% відповідно. Крім того, високі показники заповідності (понад 15%) зустрічаються в Івано-Франківській, Хмельницькій та Закарпатській областях. Найменший відсоток

заповідності (до 2,5%) відмічено у Вінницькій та Харківській областях.

Загальний відсоток площі територій та об'єктів ПЗФ загальнодержавного значення становить – 58,06%, а місцевого – 41,94%. Території

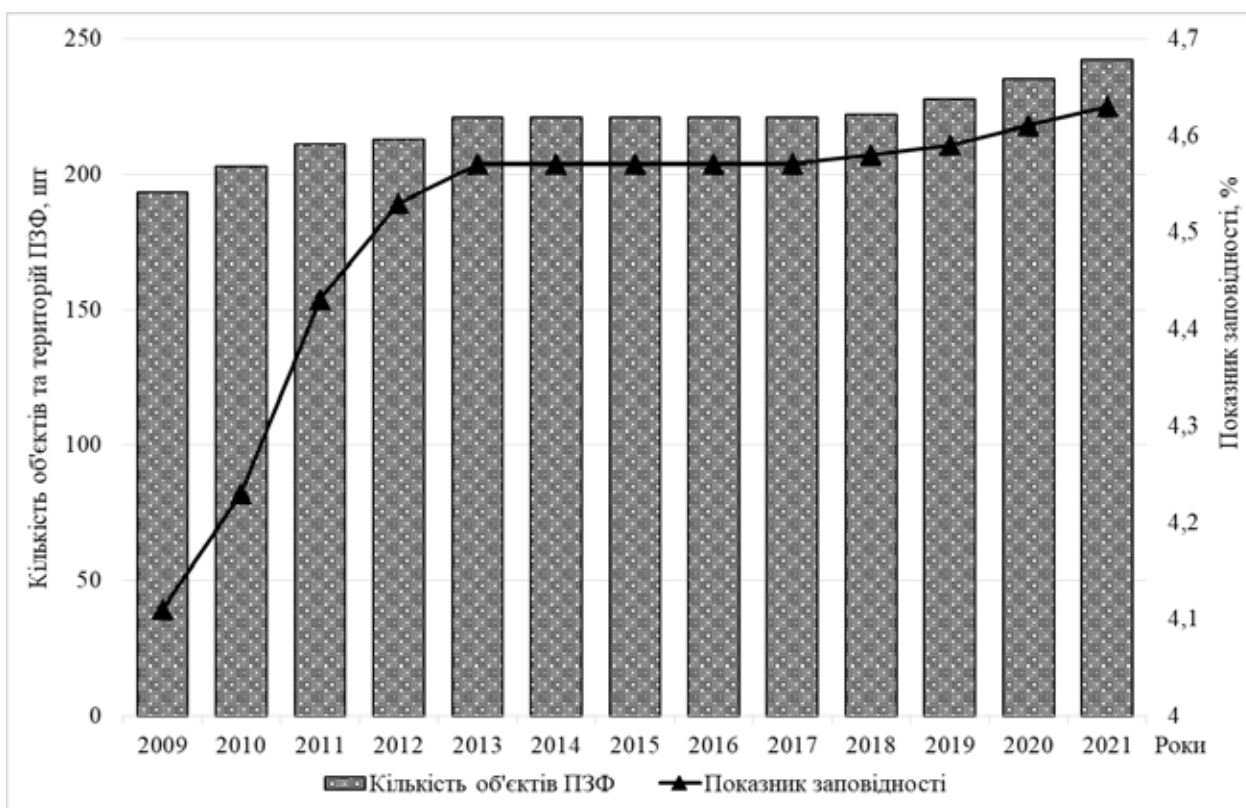


Рис. 6. Динаміка кількості територій та об'єктів природно-заповідного фонду Житомирської області, 2009–2021 рр.

Джерело: власні дослідження

та об'єкти ПЗФ загальнодержавного та місцевого значення по території України характеризуються неоднаковим розташуванням (рис. 4). Так, відсоток територій ПЗФ загальнодержавного значення найвищий у м. Київ та м. Севастополь (17,06% та 29,73% відповідно), а також в Хмельницькій, Закарпатській та Херсонській області (13,57%, 13,36% та 11,99%). Аналіз територій ПЗФ місцевого значення в межах адміністративно-територіальних одиниць свідчить, що їх максимальна кількість зосереджена в Чернівецькій області та м. Київ (10,04% та 9,0% відповідно), а мінімальна – в м. Севастополь (0,64%).

Мережа природно-заповідного фонду Житомирської області станом на 01.01.2021 року включає 242 об'єкти загальною площею 138 213,16 га. Із загальної кількості заповідних територій 20 мають загальнодержавне значення, а 222 – місцеве. ПЗФ області представлений 6 категоріями (рис. 5), серед них: природні заповідники, заказники, пам'ятки природи, дендрологічні парки, парки пам'ятки садово-паркового мистецтва та ботанічний сад. Показник заповідності для Житомирської області становить – 4,63%. Розподіл об'єктів за категоріями ПЗФ Житомирщини свідчить, що найбільш представленою є категорія заказників, їх площа становить 62,72% від загальної площі заповідних територій області. Попри те, що категорія «природні заповідники» представлена лише двома об'єктами, їх площа становить 36,86%, а площа інших категорій ПЗФ не перевищує 0,39%. Значну частину природно-заповідного фонду Житомирщини становлять території та об'єкти, що розміщені на землях лісогосподарських підприємств Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства – 68,3% від загальної кількості.

Впродовж 2009–2021 років на території Житомирської області (рис. 6) було створено 49 об'єктів ПЗФ. Створення природоохоронних об'єктів можна розділити на два періоди: з 2009–2013 рр. та з 2018–2021 рр. У вищезазначені періоди створення об'єктів ПЗФ характеризується майже однаковою кількістю, проте в перший період було в 1,3 рази більше створено порівняно з другим періодом. З усієї сукупності створених об'єктів за

даний період були створені лише заказники (47 шт.) та пам'ятки природи (2 шт.) місцевого значення.

Важливе значення для ПЗФ Житомирської області мають водно-болотні угіддя, які знаходяться у межах природоохоронної території – Поліського заповідника. Такі «Поліські болота» є типовими водно-болотними комплексами, які належать до найбільш заболочених регіонів Європи, а їх площа становить 2 145 га. На цих територіях дозволяється здійснювати лише наукові дослідження та природоохоронні заходи.

У Житомирській області впродовж 2021 року хочуть створити декілька нових природоохоронних об'єктів [28] загальною площею 440,6 га та збільшити межі існуючих на 399 га. Проекти щодо створення об'єктів ПЗФ розглядалися на сесії Житомирської обласної ради 24 лютого 2021 року. Розробником проєктів є управління екології та природних ресурсів Житомирської облдержадміністрації, які мають на меті створити по одному ландшафтному та ботанічному заказнику, три пам'ятки природи та розширити межі вже двох існуючих ландшафтних заказників.

Головні висновки. Дослідженнями встановлено, що сучасна кількість території та об'єктів ПЗФ України становить 8 512 га, а для Житомирської області – 242 га. Природоохоронні об'єкти нерівномірно розподіляються по території України. Так, найбільша фактична площа заповідних територій відмічена в Херсонській та Хмельницькій області, а найменша в м. Київ та м. Севастополь. Показник заповідності для Житомирської області та України відповідно становить 4,61% та 6,77% і вважати його за задовільний неможна. В Європейських країнах показник заповідності коливається від 10 до 25%, а для нашої держави характерне відставання темпів розвитку природно-заповідного фонду від раніше затверджених показників у нормативних документах. Тому питанню створення та збереження територій та об'єктів природно-заповідного фонду необхідно приділяти все більше уваги, з максимальним залученням державних і місцевих органів влади, і лише комплексне вирішення всіх екологічних, економічних, технічних та законодавчих проблем в заповідній справі сприятиме вдосконаленню природно-заповідного фонду нашої країни.

Література

1. Гродзинський М.Д. Різноманіття ландшафтних різноманіть. Ландшафт як інтегруюча концепція XXI сторіччя: *Збірник наукових праць*. Київ, 1999. С. 50–56.
2. Гродзинський Д.М., Шеляг-Сосонко Ю.Р., Черевченко Т.М. та ін. Проблеми збереження та відновлення біорізноманіття в Україні. Київ: Академперіодика, 2001. С. 104
3. Гродзинський М.Д., Шищенко П.Г. Збереження та відтворення ландшафтного різноманіття в контексті сталого розвитку. *Заповідна справа в Україні*. 1998. Т. 4. Вип. 1. С. 3–7.
4. Пашенко В.М. Ландшафтна різноманітність та її історичні трансформації. Проблеми ландшафтного різноманіття України. *Збірник наукових праць*. Київ, 2000. С. 28–33.
5. Андриєнко Т.Л., Клестов М.Л., Прядко О.І. Мережа регіональних ландшафтних парків України: наукові та організаційні основи створення. Київ: Інститут ботаніки НАН України, 1996. 55 с.
6. Устименко П., Попович С., Мовчан Я. Зелені раритети зони відчуження. Ойкумена. *Український екологічний вісник*. 1993. № 2. С. 22–24.

7. Попович С.Ю. Становлення та сучасний стан мережі природно-заповідного фонду степової зони України. *Заповідна справа в Україні*. 2012. Т. 18. Вип. 1–2. С. 4–11.
8. Попович С.Ю. Мережа природно-заповідного фонду Українського Полісся. *Заповідна справа*. 2016. Т. 22. Вип. 1. С. 42–47.
9. Мірошніченко О.В., Артамонов В.А. Інституційні проблеми створення та розвитку об'єктів природно-заповідного фонду України. Всеукраїнська екологічна ліга. Київ : АспектПоліграф. 2013. № 6. С. 5–8.
10. Черемнова А.І. До питання створення та охорони територій та об'єктів природнозаповідного фонду України. *Актуальні проблеми держави і права*: зб. наук. пр. Вип. 25. Одеса, 2005. С. 378–382.
11. Гірний Б.М. Сучасний стан і перспективи розвитку природно-заповідного фонду України. *Продуктивні сили і регіональна економіка*: зб. наук. пр. : У 2 ч. / РВПС України НАН України. Київ : РВПС України НАН України, 2004. Ч. 1. 245 с. С. 91–98.
12. Мудрак О.В. Історія розвитку заповідної справи на Поділлі. Актуальні питання біології, екології та хімії. *Електронне наукове фаховості видання Запорізького національного університету*. 2009. № 3. С. 77–89.
13. Василюк О. Функціональна класифікація територій природно-заповідного фонду України: історія формування та міжнародний аспект. *GEO&BIO*. 2019. Том 18. С. 3–20. doi: <https://doi.org/10.15407/gb1803>
14. Орлов О.О. Рідкісні та зникаючі види судинних рослин Житомирської області. Житомир : Вид-во «Волинь», ПП «Рута». 2005. 498 с.
15. Орлов О.О., Сіренський С.П., Подобайло А.В., Сесін В.А. Заповідна Житомирщина. Київ : Фітосоціоцентр. 2001. 196 с.
16. Орлов О.О., Сіренський С.П., Якушенко Д.М., Жижин М.П., Степаненко М.А., Тарасевич О.В. Природно-заповідний фонд Житомирської області : Довідник. За загальною редакцією О.О. Орлова. Житомир, Новоград-Волинський: Вид-во «НОВОГрад», 2015. 404 с.
17. Орлов О.О., Жила С.М. Житомирська область. Природно-заповідний фонд України: території та об'єкти загальнодержавного значення. Київ : ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації». 2009. С. 90–97.
18. Андриєнко Т.Л., Онищенко В.А. Поліський природний коридор. *Жива Україна*. 2006. №5–6, С. 1–2.
19. Ткачук В.І. Багаторічна динаміка природно-заповідного фонду на території лісогосподарських підприємств Житомирської області. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2007. Вип. 111. С. 235–241.
20. Пересадько В.А., Сінна О.І., Вяткін К.В., Бодня О.В. Геоінформаційне забезпечення природоохоронних територій. *Проблеми безперервної географічної освіти та картографії*: зб. наук. праць. Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. Вип.15. С. 74–77.
21. Поливач К.А. Інформаційно-довідковий атлас природно-заповідного фонду регіону. *Український географічний журнал*. 2016. № 1 С.53–60. <https://doi.org/10.15407/ugz2016.01.053>
22. Кирилюк М.О. Картографування природно-заповідного фонду України: сучасний стан та перспективи. *Регіональні проблеми України*. 2019. С. 125–128.
23. Шищенко П.Г., Гавриленко О.П., Циганок Є.Ю. Заповідні території в умовах мегаполісу: дигресія та шляхи відновлення (на прикладі окремих природоохоронних територій Києва). *Український географічний журнал*. 2020. № 4. С. 49–56. <https://doi.org/10.15407/ugz2020.04.04>
24. Шищенко П. Г., Гавриленко О. П., Циганок Є. Ю. Екосистемна цінність Голосіївського лісу як міської природоохоронної території: причини і наслідки деградації. *Український географічний журнал*. 2019. № 4(108). С. 40–49. <https://doi.org/10.15407/ugz2019.04.040>
25. Тупісь С.П. Природоохоронні об'єкти в архітектурно-планувальній структурі м. Львова. Досвід та перспективи розвитку міст України: збірник наукових праць. *Охорона довкілля. Ландшафтна архітектура*. 2002. № 2. С. 273–278.
26. Концепція Загальнодержавної програми розвитку заповідної справи на період до 2020 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/70-2006-%D1%80#Text> (звернення: 20.03.2021).
27. Території та об'єкти ПЗФ України. URL: <http://pzf.menr.gov.ua> (звернення: 30.03.2021).
28. У Житомирській області хочуть створити кілька об'єктів природно-заповідного фонду та розширити межі двох заказників. URL: https://www.zhitomir.info/news_198487.html (звернення: 02.04.2021).

ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

UDC 502:37

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.23>

RECOMMENDATIONS FOR STUDYING OF FEATURES OF IMPLEMENTATION OF EUROPEAN UNION STANDARDS IN THE SPHERE OF ENVIRONMENTAL PROTECTION IN UKRAINE

Davydova I.V., Korbut M.V., Kireitseva H.V.

Zhytomyr Polytechnic State University
Chudnivska str., 103, 10005, Zhytomyr

davydvairina2@gmail.com, korbutmari81@gmail.com, anna.kireyceva@gmail.com

A key condition for Ukraine to access European market is to implement a quality management system ISO and industry standards into production and it stipulates the necessity to provide labor market with appropriate specialists. To solve this problem, an educational project was developed. The goal of the project is to spread information about EU standards in the field of environmental protection among population of a region, and also, to highlight the process of these standards implementation in Ukraine.

The key idea of the project is that it is directed to different target groups (students, pupils, specialists of in the field of ecology); the materials, lectures and seminars are adapted to these groups correspondingly.

Modern teaching methods which include traditional and innovative methods, interactive methods, as well as integrated lessons must be used in the process of the project realization. Curriculum and teaching methods adapted to the features of perception, entry knowledge level, as well as professional and social needs of target groups.

During the project implementation, continuous quality evaluation will be conducted with the aim to make corrections in the learning process and to improve the efficiency of students' knowledge acquisition. It allows to improve the quality of professional trainings.

A workbook can be worked out to provide high quality of training. It also contains a set of presentations and lecture notes adapted for pupils. To spread information about implementation of EU standards in the field of environmental protection a website and virtual office should be created, as well as a conference will be held and information-educational materials for youth and public should be worked out.

The formation of environmentally oriented society with a high level of knowledge about the characteristics of the implementation of European environmental standards and EU directives in the field of environmental protection of Ukraine and the principles of sustainable development of the country in the framework of European integration must be the result of these projects. *Key words:* EU standards, environmental protection, teaching methods, target groups, quality evaluation.

Рекомендації щодо вивчення особливостей імплементації стандартів Європейського Союзу в галузі охорони навколишнього середовища в Україні. Давидова І.В., Корбут М.В., Кірейцева Г.В.

Головною умовою виходу України на європейський ринок є впровадження у виробництво системи управління якістю ISO та галузевих стандартів, а це передбачає необхідність забезпечення ринку праці відповідними спеціалістами. Для вирішення цієї проблеми був розроблений навчальний проект. Метою проекту є поширення інформації про стандарти ЄС у галузі охорони навколишнього середовища серед населення регіону, а також висвітлення процесу впровадження цих стандартів в Україні.

Ключова ідея проекту полягає в тому, що він розроблений для різних цільових груп (студенти, учні, фахівці в галузі екології); матеріали, лекції та семінари адаптуються відповідно до цих груп.

У процесі реалізації проекту слід використовувати сучасні методи навчання, що включають традиційні та інноваційні методи, інтерактивні методи, а також інтегровані уроки. Навчальні програми та методи викладання адаптовані до особливостей сприйняття, рівня початкових знань, а також професійних та соціальних потреб цільових груп.

Під час реалізації проекту буде проводитися постійне оцінювання якості з метою внесення коректив у навчальний процес та підвищення ефективності засвоєння знань студентами. Це дозволяє підвищити якість професійних тренінгів.

Для забезпечення високої якості навчання може бути розроблена база матеріалів, яка містить набір презентацій та конспект лекцій, адаптований для різних вікових груп. Для розповсюдження інформації про впровадження стандартів ЄС у галузі охорони навколишнього середовища має бути створений вебсайт та віртуальний офіс, а також проведена конференція та розроблені інформаційно-освітні матеріали для молоді та громадськості.

Результатом реалізації цього проекту є формування екологічно орієнтованого суспільства з високим рівнем знань про особливості імплементації європейських екологічних стандартів та директив ЄС у галузі охорони навколишнього природного середовища України та принципів сталого розвитку країни в межах європейської інтеграції. *Ключові слова:* стандарти ЄС, охорона навколишнього середовища, методи навчання, цільові групи, оцінка якості.

Introduction. Currently, cooperation with European Union occupies a prominent place in the foreign policy priorities of Ukraine [1; 2]. However, one of the main conditions for the integration process promotion is the implementation of European standards in the national legislation [3; 4].

The standards should apply to all organizations, regardless of their type, size, products or services, the level of risk to the environment and the existing level of environmental training [5]. This applies to various industries, public and private sector organizations and industrial enterprises [6], the services and public authorities. Implementing environmental standards can easily create efficient system of environmental management and acknowledge [7] its responsibility in environmental protection.

Currently, according to experts, the implementation of EU standards in the field of environmental protection [8] is hampered by the following:

- lack of clearly formed public opinion on the need to implement EU standards in this area [9];
- imperfection of state policy and effective system of technical regulation in the field of environmental protection [10];
- reluctance of manufacturers to introduce new rules and requirements that have a regulatory impact;
- weak human resources of public authorities [11].

Consequently, our country needs a new generation of professionals with a European outlook. Thus, it is necessary to develop and implement educational projects, the main purpose of which is training specialists in the field of environmental protection with EU standards.

The formation of environmentally oriented society with a high level of knowledge about the characteristics of the implementation of European environmental standards and EU directives in the field of environmental protection of Ukraine and the principles of sustainable development of the country in the framework of European integration must be the result of these projects.

The main goals and target groups of the educational project. The first objective is to equip students and young professionals with knowledge of European Union subjects related to EU policy in environmental protection, which are necessary for their academic and professional lives and to enhance their civic skills.

This objective is aimed at improving knowledge of European Union subjects of Students who do not automatically come into contact with European Union studies (the priority target group), as far as they cannot get appropriate knowledge studying at universities in Ukraine. This objective can be achieved by implementing the extended course of lectures, seminars and workshops devoted to European integration in the field of environmental protection into the curriculum of students-ecologists. The course is offered for students of education level “Bachelor” (2–4 years of study). The period of study was chosen in accordance with the edu-

cational content of the specialty curriculum. Students-ecologists of 2-year of study have enough basic knowledge of ecology needed to start the course learning. Educational degree “Bachelor” was chosen because students of the next educational level (Master) have to be armed with appropriate knowledge on the specifics of the implementation of the EU legal framework into the environmental legislation of Ukraine, as they are actively engaged in scientific work, participate in projects (including international) and participate in realization of public environmental programs.

The program of the developed course is divided into 3 parts:

1. Theoretical and methodological basis of environmental protection issues in Ukraine by harmonization of national nature conservation legislation with environment protection bill (legal citation/ cited acts) of EU.
2. Ecological standardization and certification as the instruments of industry ecologization and promotion of ecological production.
3. Implementation of standards of ecological management, analysis and audit into the system of standards of Ukraine.

The teaching of each part of the module lasts for one academic year (64 hours). Topics of lessons is not only logically connected, but rely on the knowledge acquired by students during the study of other subjects on the specialty curriculum. High quality of learning can be achieved through a combination of lectures with seminars, workshops and scientific work of students.

In general, students are expected to achieve an understanding of the underlying causes of the crisis ecological situation in Ukraine; to see the difference in national and European attitudes to natural resources; to understand the basic issues of implementation of European environmental legislation in our country; to learn how to work with European Union legal acts; to apply EU recommendations and directives in practice. Upon completion of the course they should get the amount of ecological knowledge that will be essential in their professional lives.

The second objective of our project is to improve the quality of professional training on EU subjects (with modules that deal with EU subjects more in-depth or extend to new subjects). The target group to perform this task is: policy makers, civil servants, organized civil society and the general public at large (the priority target group), i.e. all those whose work relates to environmental protection, development of environmental standards and regulations and participation in public environmental programs and projects. All these people have already faced with the necessity to be knowledgeable about the European legislation on environmental protection.

Therefore, for the full exercise of their official or public duties they need to deepen their knowledge in the field of using EU standards and best practices in environment protection. Most of these people cannot attend lectures throughout the year because of the full-

time working hours. A specialized lecture course can be held in the framework of "Summer School" for this category of participants. Training is expected in summer for two weeks per year. Such schedule involve all interested members of the public. As far as students of summer school are not of the same initial level of environmental knowledge, the priority is to assess their level and identify those subjects and areas which are the most important for this target group. The course is directed towards practical application of acquired knowledge and for learning of the opportunities to use and implement this knowledge. This will enhance the qualification of specialists who are currently working in the field of ecology and who are supposed to be oriented to European outlook on environmental protection.

Pupils are selected as a separate part of this target group. Training of pupils on topics of EU education is a mandatory element of education. But pupils cannot study together with professionals, because their baseline of environmental education differs significantly. That is why the lecture course for pupils in the framework of summer school must be conducted separately and should be adapted to their baseline knowledge. Education is directed toward formation of European outlook and careful attitude to nature. It will motivate pupils to receive more specialized knowledge in the future, by means of training at ecological specialty or study at special courses.

Teaching methods. As far as students' commitment and diligence is the key factor of successful study, the individual traits of students' character have become the important criteria when choosing teaching methods. Training process implies application of 5 methods with increasing activity and independency of students:

1. Explanatory and illustrative method. Students obtain knowledge at lectures and from training or methodical literature in "ready" form. When students perceive and comprehend facts, assessments, and conclusions they show reproductive thinking;

2. Reproductive method. Students should be able to apply acquired knowledge on the basis of an example or a rule. This activity is of algorithmic character, i.e., the task is accomplished according to instructions, directions and rules in analogical situations similar to already demonstrated;

3. Problem solving method. Before presenting teaching material the teacher defines a problem using different sources and tools, formulates cognitive task. Showing the system of facts, comparing different points of view and different approaches, teacher offers the way to solve the given task. In this process students are the witnesses and the participators of the process of scientific search;

4. Heuristic method. This method designed for solving cognitive problems set by a teacher (or self-set problem) in the process of learning. Students find out the solution with the help of a teacher or using different heuristic programs and rules. The process of thinking is of productive character, but it is developing gradually

and is controlled by a teacher or by a student himself by means of different programs (computer programs inclusive) and manuals. Such method includes also heuristic discussion. This method is a reliable way to activate the process of thinking. It stimulates cognition at seminars and colloquiums;

5. Research method. After the information is analyzed, the problems and tasks are set and students are given verbal or written instructions, they study literature sources, make observations and measurements, perform other searching activities independently. Initiative, independency, and creative search develop in research activity.

Such innovation gives possibility to approximate Curriculum of the specialty to European standards; it helps to raise students' knowledge level in EU environmental policy in the framework of European Union programs.

The methodology of study is influenced by the age, professional and life experience that should provide participants mastering knowledge and skills at the limit of their capabilities.

Quality control and Monitoring. During the project implementation, continuous quality evaluation will be conducted with the aim to make corrections in the learning process and to improve the efficiency of students' knowledge acquisition. It allows to improve the quality of professional trainings.

Obtaining necessary information on the knowledge level and the degree of students' progress at all stages of the project is possible through the evaluation of students' success. The project provides for preliminary, current, midterm and final control.

Preliminary control can be carried out in the form of diagnostics of knowledge entry level of listeners by methods of testing, questionnaires and conversations. It determines the ability to perceive information of the module and facilitates the successful planning and guidance of the learning process.

Current control is used both by a teacher for adjusting methods and means of learning, and by listeners for planning individual work. The purpose of the control conduction is to provide feedback between teachers and students. The verification of knowledge quality can be carried out by methods of polling, express control, testing.

Midterm knowledge control is an indicator of the quality of learning individual sections and topics. The midterm control is conducted by methods of practical verification and colloquiums. The task of the control is to signal about the development of training process in order to take pedagogical measures to optimize the project results.

The quality of listeners' knowledge and the ability to apply it in practice after completing the study of the course module is evaluated by final test. A certificate is given on the results of the final test. It proves that a student has acquired a level of mastering the material of the module course not less than 80%.

The quality of the project can be characterized by the number of students who successfully completed the curriculum and received a certificate. Monitoring the project implementation should include the mechanism of identifying project problems and of quality improvement.

Research. Growing demand for natural resources and their limited amount are one of the main prerequisites for the emergence and development of international environmental cooperation which is on the agenda. After signing and ratifying the Ukraine - EU Association Agreement, Ukraine has undertaken a number of new environmental obligations, in particular regarding the approximation of Ukrainian environmental legislation to EU norms and standards, namely the implementation of 29 directives and regulations into 8 thematic spheres. Without proper information support of environmental component of sustainable development, Ukraine cannot participate in full-scale sectorial and national programs of the International Labor Market. Ukraine has not so far legally adopted the concept of sustainable development and the list of criteria and indicators for assessing environmental, economic and social systems. Mechanisms of information support of the ecological component, as well as implementation tools have not been developed. In this regard, following research areas are identified in the framework of the project:

- systematization of national legislative and regulatory acts on the environmental issues and their harmonization with the principles and norms of international agreements and standards;
- assessment of the degree of the EU environmental legislation implementation in Ukraine and the implementation of environmental policy;
- development of tools for the European Union standards implementation in the sphere of environmental protection.

The main tasks of the research are:

- to carry out analysis of information support for the process of the European Union standards implementation in the sphere of environmental protection of Ukraine;
- to give recommendations on contradictions elimination between the norms of environmental legislation of Ukraine and the principles, norms of international agreements, as well as norms and standards in the sphere of environmental protection;
- to improve the process of assessing the degree of implementation of EU environmental legislation in Ukraine and the implementation of environmental policy;
- to identify and offer the key implementation tools to improve information support and environmental component control.

As a result of the conducted research it is expected to obtain the following new scientific knowledge: to identify prospective ways of the development of organizational, regulatory and legal principles of information support of the environmental component; to establish the instruments of the European Union standards imple-

mentation in the sphere of environmental protection; to assess the degree of implementation of the EU environmental legislation in Ukraine and the implementation of environmental policy. The data of scientific research must be used in the course of lectures and practical classes of the module and will be recorded in the form of a scientific report and scientific papers.

The results of the project program are the following:

1. Development of a set of presentations for each of the module lecture. The need to develop the presentations is due to the fact that the lecture material that is not accompanied by supporting teaching tools is poorly perceived and assimilated by the listeners. The primary purpose of presentation is to facilitate the perception of information received, faster understanding of the problem, visualization of the most difficult studied moments, and ultimately better taking in the lecture. It is assumed that this set of presentations can be used by teachers of universities who would like to hold lectures on relevant topics; school teachers to conduct classes with pupils within the implementation of the curriculum or extracurricular activities; representatives of other institutions and organizations attending summer school to share the information on the implementation of EU standards in the field of environmental protection of Ukraine in the European integration with their colleagues. This set of presentations is especially important for teachers of educational institutions and representatives of other agencies and organizations who are unable to attend classes.

2. Writing a manual on the topics corresponding to the topics of lectures included in the module. The main objective of this manual development is to provide the fullest possible information on the topic of the module that can be used during the learning process and can help to form environmental awareness in Ukraine. According to the module program the manual should consist of three parts. Topics and their order fully comply with topics of lectures included in the module. Each part of the manual contains information covered during lectures in more expanded and detailed form. Each chapter includes a list of control questions and tasks for independent study. Attached handbook should present a glossary of terms and a list of useful links. The manual is important to be a generalized edition for synthesis of all knowledge on the process of implementation of EU standards in the field of environmental protection of Ukraine in the framework of European integration.

3. Creation of database of basic standards, declarations, laws and regulations of the European legislation in the field of environmental protection. The main task for creation of such database is to provide opportunities for teachers, students and concerned people to see necessary document quickly. This database can be useful for teachers in preparation for the classes, students and schoolchildren for performing independent work, specialists in ecology for their professional activity, and public representatives for obtaining comprehensive informa-

tion about European legislation. Each document will be attached by a link from which you can go to the source.

Distribution of information materials of the project among various population groups will take place as follows: through the web site of the project, distribution of the project information materials on disks to educational institutions of Zhytomyr and region; mass media, social networks, civic organizations.

Conclusions. The result of the project is the launching of ecologically oriented society with a high level of knowledge, including the peculiarities of EU environmental standards implementation and the EU directives on environmental protection of Ukraine. Teaching of the module for students-ecologists can be held at universities. In addition, students should be actively involved in the research, in conferences and webinars participation. Acquired knowledge can be used by students-ecologists for thesis preparation, writing scientific papers, participation in research projects. Graduates will be more competitive because of the increasing need for specialists of a new formation with European outlook on

environmental development of the country. In the result, the project will provide companies and organizations in the region and the country as a whole by highly qualified specialists in ecology who are oriented on cooperation with the European Union.

In the framework of summer school pupils have the opportunity to listen to adapted module course and take part in research work in order to form new thinking in accordance with high European standards in the field of environmental protection. When attending summer school pupils will create an active civil position in attitude to nature.

Public audience attend a course of specialized lectures and practical classes in order to improve professional knowledge and skills. Attending summer school should be possible for all concerned people regardless of the position and field of activity. This will increase educational level of participants and more active application of knowledge in practice.

The project can help to accelerate the process of environmental legislation harmonization with European requirements for sustainable development of the country.

References

1. Official website of the EU Delegation to Ukraine: веб-сайт. URL: https://eeas.europa.eu/delegations/ukraine_uk
2. Partnership and Cooperation Agreement between the European Communities and their Member States and Ukraine (Partnership and Cooperation Agreement between the European Communities and their Member States and Ukraine. K., Delegation of the European Commission. 1998) / Government portal. Official website. URL: <https://www.kmu.gov.ua/en/yevropejska-integraciya/ugoda-pro-asociaciyu>.
3. Reviews on EU law and approximation of legislation. / Government portal. Official website. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/media/uploaded-files/EU%20Law%20and%20Legal%20Approximation%20Developments%20Review%20for%20Ukraine%20No%202023.pdf>.
4. Joint strategy of the European Union towards Ukraine / Official website of the EU Delegation to Ukraine. URL: <http://www.delukr.cec.eu.int/en/Data/strategy-ukr.pdf>.
5. The concept of adaptation of Ukraine to the European Union in 1999. Official Bulletin of Ukraine. 1999. N 33 (03/09/99). p. 1735.
6. Stovpnyk, S., Tkachuk, K., Temchenko, O. Ecological and economic assessment of investment activities of mining enterprises. E3S Web of Conferences. 2019. № 123. P. 1031.
7. Davydova I., Panasiuk A., Melnyk V., Davydova L. 137Cs contaminations in wild-growing medicinal plants of Zhytomyr polissya forests: a 34 years after Chernobyl accident. Ukrainian Journal of Ecology. 2020. № 10, pp. 208–215.
8. Ukraine's integration program into the European Union / Government portal. Official website. URL: http://www.kmu.gov.ua/kmu/control/uk/publish/category?cat_id=31660.
9. Report on the implementation of the Association Agreement between Ukraine and the European Union / Government portal. Official website. URL: <https://www.kmu.gov.ua/en/yevropejska-integraciya/vikonannya-ugodi-pro-asociaciyu/zviti-pro-vikonannya-ugodi-pro-asociaciyu>.
10. Report on the implementation of the Association Agenda and the Association Agreement between Ukraine and the European Union. / Government portal. URL: https://eu-ua.kmu.gov.ua/sites/default/files/imce/2015_annual_aaaag_goei_report_eng.pdf.
11. Joint report on the implementation of the Partnership and Cooperation Agreement between Ukraine and the EU / Government portal. Official website. URL: http://www.eclg.gov.ua/02_pca_report.htm.

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ОРГАНІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ У СФЕРІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ З ПИТАНЬ СОЦІАЛЬНИХ ХВОРОБ

Коробчук Л.І., Мисковець І.Я.

Луцький національний технічний університет
вул. Львівська, 75, 43000, м. Луцьк
luda.iv13a@gmail.com, myskovetsirina@lutsk-ntu.com.ua

У статті розкривається суть поняття «соціальні хвороби». Розкривається погляд на те, що стан здоров'я сучасного українця визначається якістю його життя й впливає на національну безпеку держави. Дотримується думка, що з погіршенням якості навколишнього середовища, соціально-економічних умов життя, рівня медичного обслуговування та фінансування загальна медико-географічна ситуація в країні посилюється. Мова ведеться про несприятливі умови проживання, пов'язані з низьким рівнем доходу чи бідністю. Потік вимушених переселенців та політико-економічна криза, яка «пройшла» територією країни, відобразились бідністю й поширилися у регіонах України. За результатами наших досліджень та аналізувань відмічено, що в деяких регіонах країни спостерігається цікава тенденція: чим нижчий шабель забезпеченості медичним персоналом, тим вищий показник захворюваності на туберкульоз серед населення різних регіонів. Подані думки схиляються до того, що певні проблеми, пов'язані зі здоров'ям, можуть поставити під небезпеку й можливість утворення конкурентоспроможної ринкової економіки країни – підґрунтя розвитку громадянського суспільства, захист державного суверенітету, добробуту тощо.

У статті описано основні причини виникнення соціальних хвороб. Наводяться статистичні показники за деякими видами захворювань в Україні. Акцент зроблено на Організацією Об'єднаних Націй та ВООЗ, котрі розглядають виклики соціальних хвороб як одну з глобальних проблем. Проводиться порівняння рівня захворюваності на соціальні хвороби в нашій державі зі світовими показниками. Висвітлюються найбільш яскраві проблеми й масштаби поширення хвороб суспільства. Як результат, із метою покращення сучасної ситуації в країні пропонується комплексний підхід на основі розробленої та запропонованої моделі. *Ключові слова:* соціальні хвороби, здоров'я людини, якість життя, захворювання, навколишнє природне середовище, антропогенізація.

A complex approach to organization the management of environmental activity in the sphere of human health on social diseases. Korobchuk L., Myskovets I.

The article deals with the essence of the concept of social diseases. It is revealed that health state of a modern Ukrainian is established by the quality of its life and the affects of the national security of the state. It is considered that with the depravation of environment quality, socio-economic living conditions, level of medical provision and funding – the general medical and geographical situation in the country is deteriorating. It is about unfavorable living conditions, which are associated with low income or poverty. The flow of enforced settlers, the political and economic crisis that has covered across the country have been reflected in poverty and spread to the regions of Ukraine. According to the results of our research and analysis, it is noted that in some regions of the country, there is an considerable trend: the lower the level of medical staff, the higher the incidence of tuberculosis among the population of different regions. It is suggested that certain health issues may run the risk the country's competitive market economy, which underpins the development of civil society the protection of state sovereignty, welfare, and so on.

The article examines the main causes of social diseases. Statistical indicators on some types of diseases in Ukraine are presented. Emphasis is highlighted on the United Nations and the WHO, that observe the challenges of social disease as a global issue. A comparison of the incidence of social diseases in our country due to world indicators. The most striking problems and scales of distribution the diseases of a society are covered. As a result, in order to improve the current situation in the country, a complex approach is proposed based on the developed and proposed model. *Key words:* social diseases, human health, quality of life, diseases, environment, anthropogenization.

Постановка проблеми. В умовах сучасного міста загострюються всі фактори життєзабезпечення населення: соціальні проблеми, пов'язані з різким зниженням показника вільного «життєвого» простору; постачання достатньої кількості питної води та повноцінних продуктів харчування (за доступними цінами); моніторинг і запобігання забрудненню атмосферному повітрю, водних ресурсів, ґрунтів; зростання випадків захворювань, зумовлених забрудненням; утилізація та захоронення нагромаджуваних шкідливих виробничих та побутових відходів та ін.

У самій країні питання національної безпеки переплітались з економічними, політичними й воєнними проблемами. Тобто перевагу над внутрішніми

факторами тримали зовнішні. Певні зміни в науці державного управління посприяли помірковуванню високої суспільної ролі громадського здоров'я та визначили необхідність у дослідженні та оцінюванні його стану з точки зору гарантування національної безпеки, котра за останні роки має незадовільний стан [7].

За період розвитку суспільства нашої держави однією з важливих проблем, що потребує вирішення, є поширення групи захворювань людини, що безпосередньо залежить від дії соціальних факторів, – так звані «соціальні хвороби». Вони також притаманні й іншим макрорегіонам та державам, однак саме в нашій країні їх поширення набуло масштабів епідемії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання оцінки та моніторингу поширення соціальних хвороб на території України як однієї з проблем сучасності висвітлює в наукових напрацюваннях низка дослідників. Соціальні хвороби як глобальну проблему нашого суспільства розкривають: В. Огнев, І. Чухно, О. Зибарева [3], Н. Рингач [7], Н. Мезенценва, С. Батиченко, К. Мезенцев [5]; дослідженням аспектів державного управління розповсюдження соціальних хвороб присвячені роботи І. Ходжило [9] та інші.

Виклад основного матеріалу. На стан здоров'я людини значно впливає соціальне середовище. Отож, у структурі сучасної медицини чільне місце відводиться на соціальну постійність життя людини, її взаємні стосунки з побутовим, навколишнім середовищем, середовищем праці та діяльності. Всі можливі питання соціологія медицини вивчає на щаблі поєднання соціального та біологічного в життєдіяльності індивіда й колективу [1].

«Здоров'я нації – процес соціально-історичного розвитку психосоціальної та біологічної життєздатності населення, котре мешкає на певній території в ряді поколінь, підвищення його рівня працездатності й продуктивності колективної праці, удосконалення *Homo sapiens* як виду.

Здоров'я – невід'ємний критерій ефективної участі індивіда в суспільно-економічних процесах. Незадовільний стан здоров'я не дає змоги людині плідно реалізовувати свої інтереси, пов'язані не лише з трудовою діяльністю, а й із суспільним життям...» [7, с. 63].

На показник зростання захворюваності населення України впливають несприятливі умови проживання, пов'язані з низьким рівнем доходу чи бідністю. Потік вимушених переселенців, а також політико-економічна криза, яка «пройшлась» територією країни у 2014 році, відобразилась бідністю й поширилась у регіонах України.

Так, безробіття – негативне соціальне явище, котре значно впливає на рівень доходів людства й негативно позначається на його психологічному стані. Найнижчий рівень безробіття, визначеного за методологією МОП та зареєстрованого серед населення держави, характерний для м. Києва, Одеської, Дніпропетровської, Харківської та Київської облас-

тей, а максимальний – Житомирської, Полтавської, Волинської, Хмельницької, Тернопільської та Черкаської [5, с. 45–48].

За результатами опрацьованих наукових робіт можемо зазначити, що в нашій державі зафіксовано до 20 мільйонів випадків інфекційних захворювань протягом року. Хворобами природно-соціальних небезпек є епідемії інфекційних захворювань, венеричні захворювання, СНІД, алкоголізм, наркоманія тощо.

Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (далі – ВООЗ) щороку в Україні діагностується близько 40 тисяч випадків захворювання на туберкульоз, із них 7,5 тисяч за рік хворих помирають від нього (табл. 1) [7].

Щороку Світовий економічний форум у Давосі публікує індекс конкурентоспроможності національних економік світу, який розраховується на базі різних показників, зокрема за групою показників «Охорона здоров'я та початкова освіта». За кількістю випадків захворювання на туберкульоз Україна у 2011 році посіла 87 місце у світі, у 2012 році – 92, а у 2021 році – 83 місце серед європейських країн [4; 10]. Паралельно з поширенням туберкульозу в країні продовжують також зростати показники епідемії ВІЛ/СНІДу. Ще у 1995 р. (за оцінкою ВООЗ) Україна належала до благополучних країн із найнижчим рівнем поширення ВІЛ/СНІДу, а у нинішній період вона потерпає від епідемії, займаючи серед країн Європи першість (табл. 2).

Згідно з дослідженнями Світового економічного форуму за темпами розповсюдження ВІЛ/СНІДу у 2011 році Україна посіла 114 місце у світі. У 2012 році – 109 місце, у 2020 – 112 місце у рейтингу 144 країн світу [10]. Вагоме місце також займають соціальні хвороби серед нашого населення, котрі перейшли в розряд «традиційних» для українського суспільства, як-от наркоманія, венеричні хвороби, алкоголізм [6].

Водночас достеменно вивчення причин, котрі мотивують інтенсивне поширення соціальних хвороб саме серед населення нашої країни, лишаються не зовсім дослідженою галуззю серед науковців.

Низка тверджень дотримується фахівцями щодо того, що вагоме значення у створенні системи здоров'я людини відіграє її власний спосіб життя. Структурно-понятійний спосіб життя розглядає сукупність чотирьох складників:

Таблиця 1

Показник захворюваності на всі форми активного туберкульозу серед населення України за період 2000–2020 роки

Роки	00	05	10	15	16	17	18	19	20
На 100 тис нас	60,2	84,1	68,4	70,5	67,6	63,9	62,3	69,5	75,6

Таблиця 2

Поширення СНІДу на території країни за 2000–2020 роки

Роки	00	05	10	15	16	17	18	19	20
На 100 тис нас	12,9	29,4	44,9	37,2	40,2	43,1	42,6	42,1	42,2

- устрою життя (побутові, соціокультурні, етнонаціональні звичаї та ін.);
- стилю життя (індивідуальні та психологічні особливості поведінки);
- якості життя (вимірювані параметри, що описують рівень життєзабезпечення відповідно до показника матеріального ресурсу окремої людини);
- рівня життя (показник забезпечення матеріальними ресурсами у розрахунку на одну людину) [8].

За останні роки все частіше викликає інтерес світового співтовариства стосовно реальної небезпеки здоров'ю населення нашої планети через вплив глобальних змін довкілля, особливо змін клімату, стихійних лих і катастроф, насамперед інфекційних хвороб, соціальних конфліктів та низки інших екзогенних факторів. Причому катастрофи різного походження: антропогенні/штучні, природні. Яскравим прикладом епідемії є небезпека коронавірусу Covid-19. Не цілком контрольована епідемія (через поведінку громадян, паніку, некомпетентність, незабезпечення населення необхідними захисними й профілактичними засобами) завдає чималих збитків не лише здоров'ю й добробуту значній кількості населення (хоча остаточних даних ми можемо точно й не знати, їх не оприлюднять), а також довготривалі небажані наслідки для розвитку економіки кра-

їни та розвитку людини й соціуму. До змін у навколишньому природному середовищі глобального масштабу, котрі завдають значної шкоди здоров'ю населення, можемо зарахувати часті виникненням природних явищ, як-от періоди сильної спеки та засух, повені тощо. Усі ці явища й процеси взаємозалежні та взаємопов'язані [7].

Під соціальними хворобами також розуміють захворювання людини чи населення, виникнення й поширення яких мотивоване в більшості випадків несприятливими соціально-екологічно-економічними умовами.

Нинішні виклики соціальних хвороб класифікуються як глобальна проблема людства, тому відповідні дії спрямовані на їх подолання повинні надходити не лише від окремої країни, а й від співдружності держав. Такий собі глобальний підхід із досягненням високого ефективного результату.

Соціальні інфекційні та неінфекційні хвороби на 45,7% частіше трапляються серед соціально незахищеного та малозабезпеченого населення країни. Досліджено, що у високорозвинутих країнах із доступною медичною допомогою мешканці з нижчих соціально-економічних верств характеризуються як із більш високими показниками летальності й захворюваності.

Комплексна модель, зорієнтована на зменшення кількості та поширення соціальних хвороб



Рис. 1. Комплексна модель, зорієнтована на зменшення кількості та поширення соціальних хвороб

Алкоголізм – соціальна хвороба, котра серед українського населення за розповсюдженням посідає третє місце після серцево-судинних захворювань і злякисних новоутворень. У нашій державі алкогольними розладами страждає близько 7% мешканців (усі вони працездатного віку). Щороку ця кількість стабільна, причому середня кількість молоді й дітей (1% дітей віком 12–13 років щоденно вживає алкогольні напої) зростає. Нині (за світовими показниками) Україна посідає 1 місце серед дитячого алкоголізму та 5 місце у світі серед найбільш питущих країн (серед дорослого населення).

Депресія – наймасштабніше світове захворювання пригніченого настрою та психічних розладів, котре посідає друге місце у світі за поширенням. Це з 2010 року зросло на 18% на території Землі. Кожного року від депресії страждає більше 300 млн населення планети. Загалом, це соціальне захворювання має 4% населення всієї планети. Серед європейських країн наша держава займає першість, депресує більше 2,8 млн, що становить 6,7% українського населення [2].

Серед основних причин, котрі можуть спровокувати виникнення депресії, виокремлюють: систематичне перебування в пригніченому стані, потрапляння в безпомічні ситуації, зміна обстановки/місця роботи, нестача необхідних навичок, спад активності людини, регулярні стреси, безробіття. Часті депресивні стани людини призводять до клінічної депресії, котрі бувають двох форм, як-от помірна, важка. Остання описується як великий депресивний розлад (далі – ВДР) [2]. Причому більшість депресивних людей не звертається за допомогою, а закінчують життя суїцидом (наслідки безробіття, кредитні борги, інфляція, захворювання, повернення із зони ООС тощо).

За даними ВООЗ кожні 40 секунд у світі стається один суїцидальний випадок, тобто близько 800 тис. громадян щороку накладають на себе руки. Найчастіші випадки суїциду спостерігаються в країнах із достатнім рівнем доходу. За результатами моніторингу вищезгаданої організації до 2030 року це захворювання може стати на чолі трійки хвороб за характером розповсюдження в державах із низьким

матеріальним доходом і друге місце – із середнім (не в усіх країнах, зокрема дуже бідних, соціально-медичні дослідження не проводились) [8].

Найменша кількість людей у світі, котрі потрапляють у депресивний стан, проживає в Японії (2,5%), найбільша – в Афганістані, показник сягає 20% (кожен п'ятий мешканець країни). Середній показник депресивності у світі в межах 5% поширений у північних країнах Європи, країнах Карибського басейну, країнах північної Африки та на Близькому Сході [2].

Статистичні показники поширення вищеперелічених хвороб за певні проміжки часу різні (незалежно від кількості населення країни). Спостерігаються динаміки спадів, перепадів, зростання, конкретної тенденції не відмічається.

Для зменшення кількості захворювань на ті чи інші соціальні хвороби пропонується низка профілактичних заходів, засобів, міроприємств, але поліпшення показника відбувається дуже незначне, здебільшого за рахунок зменшення кількості українського населення.

Отже, питання боротьби із соціальними хворобами у світі й в Україні – одні з першочергових і для їх вирішення необхідно прикласти значні зусилля зі сторони держави, медичної служби, громадськості. Саме заходи боротьби в комплексі можуть привести до бажаних високих позитивних результатів, покращивши здоров'я та добробут населення України.

Результати нашого статистичного аналізування виконали фундаментальну функцію побудови Комплексної моделі, зорієнтованої на зменшення кількості та поширення соціальних хвороб, яка становить сукупність заходів (рис. 1).

Головні висновки. Отже, провівши характеристику якості управління в галузі охорони здоров'я населення України в контексті соціальних хвороб, ми запропонували її вдосконалити за рахунок створеної так званої «Комплексної моделі, зорієнтованої на зменшення кількості та поширення соціальних хвороб», в якій за основу взято державні, інформаційно-освітні та освітньо-виховні дії. І вважаємо, що запропонована нами комплексна модель слугуватиме зміні статистичних даних за показниками соціальних хвороб, хоча б в Україні.

Література

1. Даченко І.І. Гігієна і екологія людини : навч. посіб. Львів, Афіша, 2000. 248 с.
2. Депрессия на карте мира: какие нации являются наиболее подавленными URL: https://ipress.ua/ru/news/depressyya_na_karte_mira_kakye_natsyyu_yavlyayetsya_naybole_podavlenimiy_37962.html.
3. Зибарева О.В. Поширення соціальних хвороб як наслідок акультурації українського суспільства. Електронний журнал «Ефективна економіка». *Ефективна економіка* № 9, 2013. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2307>.
4. Марш Коха по Украине. URL: <http://tuberkulez-forever.com/marsh-koха-po-ukraine.html>.
5. Мезенцева Н.І., Батиченко С.П., Мезенцев К.В. Захворюваність і здоров'я населення в Україні: суспільно-географічний вимір: Монографія. Київ : ДП «Прінт Сервіс», 2018. 136 с.
6. Олейник А.П. Страны мира в цифрах. 2011. 62 с. URL: <http://www.alleng.ru/d/geog/geo030.htm>.
7. Рингач Н. О.Громадське здоров'я як чинник національної безпеки : монографія. Київ : НАДУ, 2009. 296 с.
8. Соціальні хвороби URL: https://otherreferats.allbest.ru/medicine/00137112_0.html.
9. Хожило І.І. Виклики соціально небезпечних хвороб як сфера державно-управлінської діяльності. URL: <http://academy.gov.ua/ej/ej3/txts/GALUZEVE/12-XOJLO.pdf>.
10. Global Competitiveness Report 2020 // World economic forum. URL: <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2020>.

РАДІОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ҐРУНТІВ ЧЕРНІГІВЩИНИ ТА РЕКОМЕНДОВАНІ ЗАХОДИ ЩОДО ЇХ РЕАБІЛІТАЦІЇ

Лаврінченко В.М.

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова
вул. Пирогова, 9, 01601, м. Київ
viktlav@ukr.net

Основними радіонуклідами які визначають радіаційний стан ґрунтового покриву Чернігівщини, є ^{137}Cs та ^{90}Sr . Цієї групою радіонуклідів забруднена вся територія польської частини області. У більшості ОТГ Чернігівщини в ґрунтовому покриві переважають дерново-підзолисті ґрунти (63% від загальної площі), вміст гумусу в них коливається в межах 0,4–1,8%, рН – 4,4–5,5, що призводить до зростання частки водорозчинних та обмінних форм радіонуклідів – ^{137}Cs та ^{90}Sr . З огляду на це, навіть на порівняно малозабруднених площах спостерігається підвищена міграція радіонуклідів у системі «ґрунт-рослина». Аналіз показників поданих Головним управлінням Держсанепідслужби у Чернігівській області у 2015–2019 роках за 7 контрольними населеними пунктами та районами показали, що за останні 4 роки стабільною залишається ситуація зі щільності забруднення ґрунту радіонуклідами. Показники вмісту радіонуклідів коливаються в межах: ^{137}Cs – 0,68–0,33 Ki/km^2 , тоді як ^{90}Sr – 0,33–0,06 Ki/km^2 . Всього в області вище 1 Ki/km^2 забруднено ^{137}Cs 53 тис. га (3%). Найбільш забруднені угіддя Семенівського району – 28%, Ріпкинського, Корюківського і Чернігівського – по 7%, Козелецького – 5%. Стронцієм-90 вище 0,02 Ki/km^2 забруднена майже вся площа сільгоспугідь області (97%), вище 0,15 Ki/km^2 забруднено 80 тис. га (4%). Найбільш забрудненими є угіддя 3 районів: Козелецького – 28%, Ріпкинського – 22% і Чернігівського – 10%. Протягом післяаварійного періоду відбувається процес самодезактивації поверхневого шару ґрунтів, але швидкість його не значна. Тому доцільним є здійснення агротехнічних та агрохімічних заходів, що поліпшить радіоекологічну ситуацію ґрунтів ОТГ Чернігівщини. Зокрема, основними агротехнічними заходами повинні виступати розміщення культур та обробіток ґрунту. Серед групи агрохімічних заходів найліпшими є вапнування, внесення підвищених доз фосфорно-калійних і органічних добрив. *Ключові слова:* ґрунт, гумус, щільність забруднення, радіонукліди, безпека, заходи.

Radioecological assessment of soils in Chernihiv region and recommended measures for their rehabilitation. Lavrinenko V.M.

The main radionuclides that determine the radiation state of the soil cover of the Chernihiv region are ^{137}CS and ^{90}Sr . This group of radionuclides contaminates the entire territory of the Polissya part of the region. In most OTGs of the Chernihiv region in the soil, the cover is dominated by sod-podzolic soils (63% of the total area), the humus content in them varies between 0,4–1,8%, pH – 4,4–5,5, which in turn leads to an increase in the proportion of water-soluble and metabolic forms of radionuclides – ^{137}CS and ^{90}Sr . As a result, even in relatively sparsely contaminated areas, there is increased migration of radionuclides in the soil-plant system. The analysis of indicators submitted by the Main Department of the State Sanitary and Epidemiological Service in the Chernihiv region in 2015–2019 for 7 control settlements and districts showed that over the last 4 years the situation with the density of soil contamination by radionuclides remains stable. Indicators of radionuclide content range from: ^{137}CS – 0,68–0,33 Ki/km^2 , while ^{90}Sr – 0,33–0,06 Ki/km^2 . In total, ^{137}CS of 53 thousand hectares (3%) are contaminated in the region above 1 Ki/km^2 . The most polluted lands are in Semenivka district – 28%, Ripky, Koryukiv, and Chernihiv districts – 7% each, Kozelets district – 5%. Strontium-90 above 0,02 Ki/km^2 contaminated almost the entire area of agricultural land in the region (97%), above 0,15 Ki/km^2 contaminated 80 thousand hectares (4%). The most polluted are the lands of 3 districts: Kozeletsky – 28%, Ripkinsky – 22%, and Chernihiv – 10%. During the emergency period, the process of self-decontamination of the soil surface layer takes place, but its speed is not significant. Therefore, it is advisable to implement agro-technical and agrochemical measures that will improve the radioecological situation of soils OTG Chernihiv region. In particular, the main agronomic measures should be the placement of crops and tillage. Among the group of agrochemical measures, the best are liming, application of high doses of phosphorus-potassium, and organic fertilizers. *Key words:* Soil, humus, density of pollution, radionuclides, safety, measures.

Постановка проблеми. Проблема безпеки стану середовища – одна з основних у сучасному світі. Екологічна проблема, яка виникла внаслідок аварії на ЧАЕС, змушує вже не одне покоління відчувати на собі негативні наслідки та звертати увагу на стан радіологічних показників атмосферного повітря, водного середовища, ґрунтів та моніторити стан захворюваності населення через вплив радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr .

Чернігівська область – один із регіонів Польської зони, що найбільше постраждав внаслідок аварії на ЧАЕС. Радіоактивного забруднення зазнали 15 із

22 районів. Через Постанову № 3650 «Про утворення та ліквідацію районів» видану Верховною Радою України нині є 5 районів: Корюківський, Ніжинський, Новгород-Сіверський, Прилуцький, Чернігівський із чисельністю населення 976,7 тис[1,2].

За даними Головного управління Держсанепідслужби у Чернігівській області, радіаційний стан території, який сформувався в післяаварійний період, залежав від низки факторів: потужності радіоактивної хмари, рози вітрів, особливості території, характеру ґрунтів і рослинного покриву, гідрологічного режиму місцевості. Найбільш забруд-

неними виявились сільськогосподарські угіддя, оскільки радіонукліди, які були в повітрі, осідали на поверхню ґрунту та абсорбувались, переходячи в необмінну та міцно фіксовану форму. Зокрема, найбільшу сорбційну здатність мають чорноземи, на відміну від суглинистих та супіщаних ґрунтів. Це пояснюється такими факторами, як присутність у чорноземах значної кількості високодисперсних частинок, кислотність ґрунтового розчину, вміст гумусу, мінералогічний та гранулометричний склад, кількість обмінних катіонів.

У більшості ОТГ Чернігівщини ґрунтовий покрив характеризується переважанням дерново-підзолистих ґрунтів (63% від загальної площі). Сірі лісові ґрунти займають 33%, торфво-болотні і болотні – 9%. Дерново-підзолисті ґрунти характеризуються низьким рівнем родючості, а процентний вміст гумусу в них коливається в межах 0,4–1,8% [3]. Недостатня насиченість ґрунтів основами призводить до підвищення кислотності (рН – 4,4–5,5), що призводить до зростання частки водорозчинних та обмінних форм $^{137}\text{C}_s$ та ^{90}Sr . З огляду на це, у ґрунтах таких типів рухливість радіонуклідів підвищується, знижується міцність їх фіксації у ґрунті і зростає інтенсивність надходження їх у рослини, які, проходячи через низку харчових ланцюгів, потрапляють до організму людини. Саме тому питання актуальності дослідження радіоекологічного стану ґрунтів Чернігівщини та розробка заходів щодо зменшення вмісту радіонуклідів є актуальним питанням екологічної безпеки й до нині.

Мета статті – проаналізувати радіоекологічний стан ґрунтів Чернігівщини через вплив радіонуклідів $^{137}\text{C}_s$ та ^{90}Sr , та запропонувати заходи щодо їх реабілітації.

Методи дослідження: літературний, метод збору статистичних даних, метод статистичної та математичної обробки.

Виклад основного матеріалу. Основними радіонуклідами, які визначають радіаційний стан ґрунтового покриву Чернігівщини, є $^{137}\text{C}_s$ та ^{90}Sr . Цією групою радіонуклідів виявилась забрудненою територія поліської частини області, в ґрунтового покриві якої переважають кислі малогумусні піщані та супіщані ґрунти. Для них характерна слабка буферність та мала ємність вбирання. Зважаючи на це, навіть на порівняно малозабруднених площах спостерігається підвищена міграція радіонуклідів у системі «ґрунт-рослина», що призводить до отримання продукції з перевищеними показниками. Це явище характерне для $^{137}\text{C}_s$ на торфовищах та торфво-болотних ґрунтах, які займають 9% забруднених угідь, щодо ^{90}Sr на дерново-підзолистих піщаних та зв'язано-піщаних ґрунтах, які поширені на 43% забруднених с/г угідь.

Моніторингові дослідження, проведені Головним управлінням Держсанепідслужби у Чернігівській області у 2015–2019 роках, показали, що рівень гамма-фону становить 6–12 мкР/год, щільність забруд-

нення $^{137}\text{C}_s$ 0,15–0,61 Кі/км², щільність забруднення ^{90}Sr – 0,01–0,018 Кі/км². Так, дослідження щільності радіоактивного забруднення проводились у 7 контрольних пунктах-селищах: Ковпита, Дніпровське, Боровики (Чернігівський р-н.), Підлісне та Тужар (Козелецький р-н.), Малинівка (Ріпкинський р-н.), Жадове (Семенівський р-н.). Отримані дані свідчать, що за останні 4 роки (2015–2019 рр.) стабільною залишається ситуація за щільністю забруднення ґрунту радіонуклідами на контрольних ділянках. Так, за 7 контрольними ділянками щільність забруднення ґрунту $^{137}\text{C}_s$ становила: 0,61–0,15 Кі/км², щільність забруднення ^{90}Sr – 0,27–0,13 Кі/км².

Упродовж останніх років спостерігається зменшення щільності забруднення ґрунту природних угідь ^{90}Sr . На тлі загальної тенденції до зниження вмісту радіонуклідів у ґрунті спостерігаються і протилежні результати, що пояснюється різними площами забруднених ділянок, та переходом радіонукліду в рухомі форми. Саме тому отримані дані дають можливість об'єктивно оцінити радіаційну ситуацію в зоні забруднення.

Всього в області вище 1 Кі/км² забруднено $^{137}\text{C}_s$ 53 тис. га (3%). Найбільш забруднені угіддя Семенівського району – 28%, Ріпкинського, Корюківського і Чернігівського – по 7%, Козелецького – 5%. Стронцієм-90 вище 0,02 Кі/км² забруднена майже вся площа сільгоспугідь області (97%), вище 0,15 Кі/км² забруднено 80 тис. га (4%). Найбільш потерпіли угіддя таких районів: Козелецького – 28%, Ріпкинського – 22% і Чернігівського – 10%. Показники щільності забруднення сільськогосподарських угідь радіонуклідами Чернігівської області подані в таблиці 1.

Аналізуючи показники, що подані в таблиці 1 (станом на 01.01.2019 р.), можна виокремити райони з низькими та високими відсотками вмісту радіонуклідів $^{137}\text{C}_s$ та ^{90}Sr (Кі/км²). Так, низький коефіцієнт вмісту радіонукліду $^{137}\text{C}_s < 0,1$ характерний для таких районів, як Прилуцький, Варвинський, Срібнянський, Талалаївський, Ічнянський, Бахмацький, Борзнянський. Показник $^{137}\text{C}_s$ – 0,1–4,0 мають райони: Бобровицький, Носівський, Ніжинський, Куликівський, Менський, Сосницький, Коропський, Щорський, Городнянський. Показник забруднення $^{137}\text{C}_s$ 4,1–15 мають Козелецький, Чернігівський, Корюківський, Новгород-Сіверський райони. Показники $^{137}\text{C}_s$ з коефіцієнтом > 15 мають райони Ріпкинський та Семенівський.

Групування районів Чернігівської області за забрудненням ґрунтів ^{90}Sr показало, що найменший відсоток забруднення з показником $< 0,1$ типовий для таких районів, як Прилуцький, Варвинський, Срібнянський, Талалаївський, Ічнянський, Бахмацький, Борзнянський, Менський. Показники з коефіцієнтом 0,1–1,0 – Ніжинський, Сосницький, Щорський, Городнянський. Показник забруднення ^{90}Sr – 1,1–20 мають райони: Бобровицький,

Носівський, Куликівський, Корюківський, Семенівський, Новгород-Сіверський, Коропський. Показник із коефіцієнтом >20 – Козелецький та Чернігівський. Показники вмісту радіонуклідів у досліджених районах коливаються в межах: ^{137}Cs – $0,68\text{--}0,33$ Кі/км^2 , тоді як ^{90}Sr – $0,33\text{--}0,06$ Кі/км^2 .

Протягом післяаварійного періоду відбувається процес самодезактивації поверхневого шару ґрунтів, але швидкість його не досить значна. Горизонтальна міграція радіонуклідів не зумовила відчутного перерозподілу їх в агроландшафтах. Зокрема, найінтенсивніше ^{137}Cs мігрує у дерново-підзолистих ґрунтах. У 10 см шарі дерново-підзолистого супіщаного ґрунту за післяаварійний період відбулося зниження вмісту ^{137}Cs з 46% до 39% від загальної його кількості. Двадцятисантиметровий шар характеризується рівномірним розподілом, тут зосереджено в середньому 41% забруднювальної речовини, а у 20–40 см шарі спостерігається зниження забрудненості до мінімального рівня. Триває процес природної самодезактивації ^{90}Sr з ґрунту. Проте його швидкість також незначна. Змив радіостронцію в річкові системи на території області становить 0,1–1% за рік загальних запасів на цій площі. У той час змив ^{137}Cs значно менший і не перевищує 0,1% за рік [4, ст. 47].

Відомо, що досить істотну роль у міграції радіонуклідів у ґрунті відіграє його забезпеченість елементами живлення [5]. Наявність значної кількості поживних елементів перешкоджає надходженню радіонуклідів у рослини. Останнім часом (унаслідок різкого зниження обсягів застосування добрив) ситуація з балансом поживних речовин істотно змінилася. Розрахунки балансу поживних речовин щодо того, що втрати основних елементів живлення в ґрунтах становили 103 тис. т поживних речовин з них нітрогену – 36, фосфору – 16, калію – 51 тис. т [6].

З одного гектара посівної площі винесено (в середньому) на 146 кг поживних речовин більше, ніж надійшло до ґрунту. Найбільші втрати відбулися в Прилуцькому, Бобровицькому, Варвинському, Носівському і Талалаївському районах, де негативний баланс поживних речовин досягає 142–330 кг/га. На жаль, жоден із районів не спроможний сьогодні забезпечити повернення до ґрунту тієї є кількості елементів живлення, яка винесена врожаєм [7].

Отже, ґрунт почав збіднюватись на елементи живлення. Така ситуація може неминуче призвести до різкого зниження родючості ґрунтів і, відповідно, зниження врожайності та зростання забрудненості рослинницької продукції радіонуклідами.

Таблиця 1

Щільність забруднення радіонуклідами сільськогосподарських угідь Чернігівської області станом на 01.01.2019 р.

Назва району*	Площа, тис.га	Щільність забруднення ^{137}Cs Кі/км^2				Щільність забруднення ^{90}Sr Кі/км^2		
		До 1	1-5	5-15	>15	0,02-0,15	0,15-3,0	>3,0
Бахмацький	106,2	106,2	-			101,2		
Бобровицький	96,6	96,3	0,3			93,7	1,6	
Борзнянський	119,6	119,6	-			119,4		
Варвинський	41,1	41,1	-			39,4		
Городнянський	81,2	81,1	0,1			73,8	0,2	
Ічнянський	106,7	106,7				100,0		
Козелецький	121,7	115,5	6,0	0,2		86,0	34,1	
Коропський	67,0	66,5	0,5			63,2	1,0	
Корюківський	62,0	57,7	3,8	0,5		46,2	0,1	
Куликівський	64,5	63,5	0,7	0,2	0,1	69,2	1,6	
Менський	92,3	92,3				92,3		
Ніжинський	99,1	99,1				98,2		
Н.-Сіверський	91,6	88,8	2,8			81,0		
Носівський	72,4	72,2	0,2			71,6		
Прилуцький	124,2	124,2				124,2		
Ріпкинський	82,3	76,5	5,6	0,2		64,3	17,8	
Семенівський	70,8	50,9	19,5	0,4		68,2	1,6	
Сосницький	52,3	50,7	1,6	0,04		50,9	0,1	
Срібнянський	41,2	41,2				41,2		
Талалаївський	39,6	39,6				37,4		
Чернігівський	143,1	132,2	8,2	1,6	0,1	126,3	14,1	0,5
Щорський	61,2	61,1	0,1			60,6	0,4	

* Подано назви районів до децентралізації Чернігівської області

Інтенсивність переходу радіонуклідів із ґрунту в рослини значно залежить від гумусованості ґрунтів. За даними агрохімічного обстеження сальдо балансу гумусу в ґрунтах забруднених радіонуклідами районів було від'ємним. Така ситуація склалася внаслідок унесення недостатньої кількості як органічних, так і мінеральних добрив. Шкодочинність радіоактивного забруднення сільськогосподарських земель значно зростає в районах, де переважають ґрунти легкого гранулометричного складу з низьким вмістом гумусу та кислотою реакцією ґрунтового середовища. Тобто низькобуферні й екологічні нестійкі ґрунти, що мають підвищені коефіцієнти переходу радіонуклідів із ґрунту в рослини, які потім трофічними ланцюгами потрапляють в організм тварин і людини.

Зважаючи на низьку природну родючість ґрунтів, на негативні тенденції щодо погіршення режиму живлення в останні роки, нагальним постає питання про значне збільшення обсягів проти радіоактивних заходів, їх диференційну розробку.

Уважаємо, що доцільними під час вирішення цієї проблеми є агротехнічні та агрохімічні заходи. Зокрема, основними агротехнічними заходами повинні виступати розміщення культур та обробіток ґрунту. Захід із розміщення культур передуватиме тому, що, розміщуючи культури, які більше нагромаджують радіонукліди на менш забруднених площах, а більше забруднені поля, відводячи під культури, не схильні до високої концентрації елементів, можна значно знизити загальний рівень забруднення врожаїв.

Захід з обробітку ґрунту дозволить знизити концентрацію радіонуклідів у верхньому шарі ґрунту за допомогою глибокої оранки (до 30–40 см), яку слід здійснити під час першого докорінного поліпшення природних кормових угідь. В умовах області такий захід дає змогу знизити щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs в 1,4–3 рази.

Серед групи агрохімічних заходів найліпшими в таких випадках є вапнування, внесення підвищених доз фосфорно-калійних і органічних добрив. Вапнування кислих забруднених ґрунтів дозволить нейтралізувати кислотність ґрунтового розчину, а також витіснити іони водню з ґрунтового поглинального комплексу і наситити його кальцієм. При цьому поліпшаться фізичні та хімічні властивості ґрунту, підвищиться показник родючості [8, с. 6–7]. Підвищуючи вміст кальцію ґрунті, посиляться конкуренція між ним та стронцієм – його хімічним аналогом. Це сприятиме зниженню радіонуклідів у ґрунті у 1,5–2,5 рази. Окрім того, вапнування кис-

лих забруднених ґрунтів має багатосторонню дію. По-перше, виявляється екологічний ефект, створюючи сприятливі умови відповідно до біологічних вимог більшості культур, по-друге, забезпечується формування вищого відсотку врожаїв, що дає значний економічний ефект.

Захід застосування мінеральних та органічних добрив (який є виключно агрохімічним заходом) дозволить знизити вміст радіонуклідів у рослинницькій продукції, оскільки в такому разі відсоток вмісту радіонуклідів на одиницю маси продукції знизиться. Окрім того, оскільки основним показником родючості ґрунту є гумус, то чим більше його міститься в ґрунті, тим вищою є його родючість і меншою є забрудненість продукції, яка вирощується. Поповнення ґрунту органічною речовиною повинно відбуватись не лише за рахунок гною, але і через застосування соломи на удобрення, торфу, мулу, сапонемо, осаду, впровадження проміжних і післяжнивних посівів сидеральних культур. В особливо забруднених господарствах під час внесення гною, торфу на поля зі щільністю забруднення ґрунту ^{137}Cs до 1 Кі/км² необхідно попередньо визначати в них вміст радіонукліду.

Головні висновки. Радіоекологічна оцінка ґрунтів Чернігівщини показала, що в останні роки рівень гамма-фону становить 6–12 мкР/год. Всього в області ^{137}Cs з показником вище 1 Кі/км² забруднено 53 тис. га (3%), ^{90}Sr вище 0,02 Кі/км² забруднена майже вся площа сільгоспугідь області (97%). Найбільш потерпіли угіддя Корюківського, Новгород-Сіверського та Чернігівського ОТГ. Дослідження в 7-ми пунктах контролю (с. Ковпита, Дніпровське, Боровики, Підлісне, Тужар, Малинівка та Жадове) показали щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs – 0,61–0,15 Кі/км², а щільність забруднення ^{90}Sr – 0,27–0,13 Кі/км². Аналіз щільності забруднення радіонуклідами (станом на 2019 р.) показав, що найвищі показники забруднення ^{137}Cs з коефіцієнтом > 15, мають Ріпкинський та Семенівський райони (за сучасним розподілом Чернігівщини входять до Чернігівського та Новгород-Сіверського районів). Найвищий показник забруднення ^{90}Sr з коефіцієнтом > 20 – Козелецький та Чернігівський райони (нині Чернігівський район). Протягом післяварійного періоду горизонтальна міграція радіонуклідів не зумовила відчутного перерозподілу їх в агроландшафтах, тому спостерігається підвищена міграція радіонуклідів у системі «ґрунт-рослина». Отож, доцільним є проведення агротехнічних та агрохімічних заходів.

Література

1. Чисельність населення в Чернігівській обл. в 2021 р. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/reference/people/chernigovskaya/>
2. Об'єднані територіальні громади Чернігівщини. URL: <https://otg.cn.ua/2020/07/17/news-gromady/zamist-22-h-rajoniv-na-chernigivshhyni-bude-5-karta/>
3. Гавій В.М., Шовкун Т.М. Радіаційний стан Чернігівщини та його вплив на здоров'я населення. *Вісник Одеського державного екологічного університету*, Вип.4, 2007, С. 35–40.

4. Концепція введення агропромислового виробництва на забруднених територіях та їх комплексної реабілітації на період 2000–2010 років. Вид-во «Світ». Київ-200, ст. 47.
5. Алексахин Р.М., Васильев А.В., Дикарев В.Г. Сельскохозяйственная радиоэкология. Москва : Экология, 1992. 400 с.
6. Звіт про виконання проектно-технологічних та науково-дослідних робіт у 2017 році. Чернігівська філія ДУ «Держгрунтохорона». Чернігів, 2019. 160 с.
7. Гродзинський Д.М. Радиобіологія. Київ : Либідь, 2001, 448 с.
8. Греков В.О., Дацько Л.В., Майстренко М.І. Двадцять п'ять років після катастрофи на ЧАЕС: стан земель на забруднених територіях та перспективи їх реабілітації. Науковий збірник: Охорона родючості ґрунтів. Присвячений науково-практичній конференції «Реабілітація радіоактивно забруднених територій, як шлях оздоровлення навколишнього середовища. Підсумки 25 років». Випуск 7. 2011. С. 6–7.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ПАНДЕМІЇ COVID-19

Машіка Г.В.¹, Пологовська Ю.Ю.², Бикова М.Д.²

¹Ужгородський національний університет
вул. Університетська, 14, 88000, м. Ужгород

²Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова
вул. Пирогова, 9, 01601, м. Київ

mashika.g.v@i.ua, grinenko_julia@ukr.net, mariya_bykovad@ukr.net

Розвиток людства відбувається в умовах високої технологічності, динамічної цифровізації та глобалізації, що важливо для будь-якого сектора життєдіяльності суспільства, зокрема для ринку екологічних туристичних послуг. Проте існує сукупність сталих проблем екологічного характеру, які значно дестимулюють розвиток зеленого туризму як в Україні, так і у світі загалом. До цих проблем належать потепління, забруднення довкілля, спустелювання, деградація біорізноманіття тощо. До новітніх проблем людства глобального характеру варто додати і пандемію Covid-19, яка внесла вагомий корективи у буденне життя соціуму та діяльність ринку екологічних туристичних послуг зокрема. Вирішення окреслених проблем вимагає практичного використання сучасних доробок та результатів науково-дослідних робіт, що зумовлює поглиблене дослідження запропонованої в статті проблематики.

Отже, наукова стаття становить оригінальне дослідження стану, а також тенденцій і закономірностей розвитку екологічного туризму на сучасному етапі загострення пандемії Covid-19.

У роботі окреслено ключові тенденції, проблеми і перспективи розвитку екологічного туризму як одного з векторів сталого розвитку України в умовах кризових викликів, зумовлених занепадом світової економіки внаслідок пандемії. У процесі дослідження проаналізовано сутність категорії «екологічний туризм» у взаємозв'язку з Цілями сталого розвитку, визначеними Україною. Обґрунтовано стимулювальні та дестимулювальні чинники, що впливають на стан екологічного туризму в умовах застосування мультикомпонентних підходів управління соціально-економічним розвитком держави.

У процесі теоретико-методологічного обґрунтування тенденцій, переваг та недоліків розвитку вітчизняного екологічного туризму в умовах пандемії Covid-19 отримано висновок, що екологічний туризм є перспективним для України, передумови для його подальшого розвитку існують (забезпеченість країни природно-ресурсним, а також трудовим потенціалом). Варто лише приділити більше уваги вдосконаленню підходів управління екологічним туризмом на національному рівні, розширенню можливостей для залучення приватних та державних інвестицій у розвиток галузі, а також забезпеченню відповідального використання природно-ресурсного потенціалу країни. *Ключові слова:* екологічний туризм, пандемія Covid-19, зелений туризм, цілі сталого розвитку, навколишнє природне середовище, локальний туризм.

Current trends in the development of ecological tourism in Ukraine in the condition of the COVID-19 pandemic. Mashika H., Pologovska I., Bykova M.

The development of society is accompanied by processes of globalization and digitalization and the availability of new information technologies as well. These are important aspects that cannot and should not be in any way ignored in development of performing business activity, including market of ecological tourism services. In the same time all the environmental problems associated with warming, depletion of the ozone layer, endangered biodiversity, desertification, acid rain and air pollution are the key factors in deterring the further development of “green” tourism in the world and Ukraine. In addition to the listed problems the Covid-19 pandemic has also generated a tremendous response from all levels of business activity, including market of sustainable tourism. Clearly, these problems will be to solve by using modern scientific and technological knowledge.

So, the article is devoted to the analysis of the current state, modern trends and patterns in development of sustainable tourism in today's conditions, when there are rapid changes worldwide related to the Covid-19 pandemic.

Key trends, threats, risks and prospects for improving the quality of sustainable tourism as one of the major directions of sustainable development under crisis conditions marked by the Covid-19 pandemic, are analyzed in this scientific paper. The meaning of “sustainable tourism” has been considered in relation with Sustainable Development Goals of Ukraine. In this scientific paper authors also explore both incentives and barriers for sustainable tourism in pandemic's conditions.

Based on the theoretical and methodological analysis of modern trends, first of all the impact of the Covid-19 pandemic on sustainable development, advantages and disadvantages of “green tourism” in today's conditions authors found that sustainable tourism is a forward-thinking activity for our country. Ukraine is endowed with rich natural resources and a large population; it has a great potential for development and prosperity of sustainable tourism. Private and public financing for investments in environmental infrastructure, energy efficiency and renewable energy, pollution control, biodiversity, natural resource management, livelihood improvement and institutional innovation are the basis for the further development of green tourism in our country. *Key words:* sustainable tourism, the Covid-19 pandemic, green tourism, sustainable development goals, environment, local tourism.

Постановка проблеми. В умовах пандемії Covid-19 відбуваються динамічні зміни у сегменті ринку екологічного туризму: з одного боку, пандемія стала причиною дестимулювання розвитку «зеленого» туризму в Україні, що має відображення у зниженні інтенсивності туристичних потоків. З іншого

боку, пандемія посприяла розвитку локального екологічного туризму, який має переважно зелену орієнтацію на збереження природно-ресурсного потенціалу регіонів, а також стимулює до відповідального використання ресурсів місцевих територій, що особливо важливо в контексті забезпечення сталого соціально-економічного розвитку країни.

У будь-якому разі екологічний туризм є саме тією галуззю, яка поєднує ключові соціально-економічні, екологічні та культурні переваги країни, що підтверджує важливість розвитку досліджуваної сфери в Україні. Ключовою передумовою підтримки екологічного туризму в умовах пандемії Covid-19 може стати збалансування управлінських рішень, що ухвалюються публічними органами влади в контексті реалізації Україною Цілей сталого розвитку, а також актуальних положень соціально-економічної та екологічної політики держави.

Отже, перспектива та динаміка розвитку екологічного туризму залежить від рівня скоординованості співпраці між органами виконавчої влади, споживачами туристичних послуг та суб'єктами, які пропонують такі послуги, що варто вважати ключовим вектором діяльності держави в умовах нестабільності, спричиненої пандемією Covid-19.

Актуальність дослідження. Дестабілізація розвитку екологічного туризму, низький рівень фінансування галузі, а також стрімке падіння попиту на туристичні послуги в умовах пандемії посприяли виникненню нагальної потреби в оновленні національної концепції управління сферою екологічного туризму, що підвищує значущість результатів дослідження сучасних тенденцій розвитку галузі та підтверджує актуальність аналізу проблематики.

Загальнонаукове значення статті. Метою написання наукової статті є аналіз актуального стану, а також сучасних тенденцій і закономірностей розвитку вітчизняного екологічного туризму в умовах загострення пандемії Covid-19. Для досягнення поставленої мети в процесі дослідження було сформульовано та вирішено важливі наукові та практичні завдання:

– охарактеризувати сутність екологічного туризму шляхом детермінування ключових ознак та притаманних для категорії рис;

– проаналізувати сучасні тенденції розвитку екологічного туризму в Україні в контексті змін соціально-економічного середовища, спричинених пандемією Covid-19;

– окреслити перспективи розвитку екологічного туризму як важливого вектора забезпечення сталого розвитку України в умовах пандемії Covid-19.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасним тенденціям та закономірностям розвитку екологічного туризму в Україні, а також актуальним проблемам управління ринком екологічних туристичних послуг в умовах пандемії Covid-19 присвячено праці багатьох науковців. Уперше визначення

сутності екологічного туризму запропоновано мексиканським економістом та екологом Гектором Цебаллос-Ласкурейн; він визначив, що екологічний туризм – це «поєднання подорожі до порівняно не змінених природних зон, з обов'язковим об'єктом дослідження, разом із повагою та турботою до дикої природи, живих організмів та культури, спільно зі сприянням їх захисту» [1, с. 17]. О. Дмитрук у своїх працях визначив, що екологічний туризм – це «інтегративний напрям у туристській діяльності; це може бути будь-який вид туризму, що реалізується в умовах активного перебування людини в природному середовищі не лише з використанням його рекреаційних, пізнавальних та інших можливостей, а й з урахуванням можливості їх відновлення, зберігання та відтворення як на споглядальному, так і на практичному рівні» [2]. В. Вишневський дещо оновив трактування; науковець визначив, що екологічний туризм – це специфічний вид туризму, сутність якого пов'язана з відвідуванням місць із порівняно незайманою природою, тобто цінних у природному відношенні об'єктів; метою екотуризму є отримання задоволення від перебування на природі, розширення знань про неї та оздоровлення [3, с. 4]. Ю. Миронов [4] визначив, що основне завдання держави в контексті розвитку екологічного туризму – це задоволення найважливіших потреб і прагнень у житті людини. Отже, головна ідея екологічного туризму, на думку Г. Сорокіної [1, с. 27], полягає у піклуванні та збереженні природного навколишнього середовища, що використовується для туристичних цілей та реалізується в його завданнях та функціях. Основні функції та принципи розвитку екологічного туризму узагальнено у колективній монографії під загальною редакцією М. Шершуна [5, с. 124].

Таким чином, базою для еколого-збалансованого розвитку туризму в Україні, як зазначали у своїх працях О. Білоус [6] та В. Боголюбов [7], є досягнення балансу між задоволенням соціально-економічних потреб суспільства, рівнем захисту інтересів майбутніх поколінь та забезпеченням якісного екологічного стану довкілля.

Грунтовні дослідження щодо впливу пандемії Covid-19 на стан розвитку екологічного туризму в Україні, зокрема у Львівській області, здійснили М. Рутинський та Г. Кушнірук [8]. Дослідники проаналізували наявний туристичний потенціал регіону, втрати галузі, пов'язані з карантинними обмеженнями, а також запропонували потенційно дієві шляхи боротьби з дестабілізацією сфери екологічного туризму. Ю. Правик дослідила аспекти організації туристичного бізнесу після пандемії Covid-19; науковець визначила напрями трансформації туристичної галузі, зокрема сфери зеленого туризму; автором запропоновано маркетинговий підхід виходу з кризи. Аналіз маркетингових інструментів управління екологічним туризмом в умовах пандемії здійснили О. Наумова та В. Гребеник [9].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Узагальнюючи погляди науковців, отримано висновок, що досі не існує універсального та єдиного підходу до розуміння сутності і ролі екологічного туризму, кожен автор формулює своє власне бачення цього поняття. В умовах пандемії Covid-19 така ситуація є цілком виправданою, оскільки нестабільність галузі вимагає оновлення як теоретико-методологічного базису, так і практичних підходів управління шляхом використання найбільш ефективних у конкретних обставинах інструментів регулювання туристичних потоків. Тому виникає необхідність проведення перманентного аналізу тенденцій розвитку екологічного туризму залежно від змін, спричинених динамікою та обсягом карантинних обмежень.

Новизна. Глобальна пандемія Covid-19 охопила весь світ і є безпрецедентним явищем для сучасного суспільства. Нестабільність соціально-економічних та політичних процесів, спричинена пандемією, вимагає розробки новітніх рішень щодо організації діяльності національного ринку послуг. Зокрема, подальший розвиток вітчизняного ринку туристичних послуг є під загрозою. Проте саме напрям екотуризму отримав нові можливості, стимулюючи та передумови для зростання, зокрема сформувався сприятливий умови для зміцнення локального туризму. Переорієнтація туристичних потоків та стимулювання ефективного використання місцевого природно-ресурсного, курортного та культурного потенціалу – це новітній етап на шляху розвитку вітчизняного ринку туристичних послуг, що підтверджує важливість нових глибинних досліджень окресленої в науковій статті проблематики.

Виклад основного матеріалу. Соціальні, естетичні та економічні потреби населення мають задовольнятися у комплексі з підтримкою культурних та екологічних цінностей, без шкідливого впливу на системи його життєзабезпечення, що є особливо актуальним в умовах кризи, яка виникла внаслідок пандемії Covid-19. При цьому екологічний туризм можна визначити як важливий складник життя людини, рівень якості туристичних послуг, а також їх доступність визначають стан задоволеності громадян. Ураховуючи вищенаведену думку, а також вибір державою вектора сталого соціально-економічного розвитку, доцільно більше уваги приділяти аспектам стабілізації екологічного туризму в Україні в умовах пандемії Covid-19.

Екологічний туризм як окремий сегмент ринку туристичних послуг виконує дві основні функції:

- захист навколишнього середовища;
- раціональне використання природних ресурсів [10, с. 15].

Ефективність функціонування галузі залежить від підходів управління всіма видами ресурсів. Ще у Стратегії сталого розвитку України «Україна – 2020» (далі – Стратегія) було визначено, що основним

вектором діяльності держави має бути перманентне проведення структурних реформ, за рахунок яких відбудеться перехід від ресурсо- та енергоємних напрямів діяльності до екологічно безпечних, що є основною умовою підвищення стандартів життя громадян [11]. Екологічний туризм як сучасний напрям екологічної політики держави в умовах пандемії повністю відповідає визначенням у Стратегії критеріям; він має стати ключовим етапом на шляху гармонізації взаємодії людини з навколишнім середовищем. Відповідальне використання природних ресурсів, курортно-рекреаційного та культурного потенціалу, що застосовуються в туристичних цілях, стимулюватиме підвищення екологічної свідомості сьогоденного суспільства.

На глобальному рівні розвиток екологічного туризму регламентується Програмою сталого розвитку до 2030 р. Всесвітня туристична організація визначає екологічний туризм як мотивувальний чинник змін у політиці, бізнесі, а також поведінці споживача [12].

Оскільки ідея розвитку екологічного туризму є особливо актуальною в умовах карантинних обмежень, її було актуалізовано Україною шляхом прийняття Цілей сталого розвитку (далі – Цілі) [13], розроблених на основі Стратегії. Ухвалені Цілі визначають найважливіші проблеми людства, що виникли внаслідок невідповідального використання ресурсів, нераціональної політики управління природним потенціалом країни, а також пандемії Covid-19, яка стала глобальним руйнівним явищем. Отже, Цілі є вираженням найбільш перспективних векторів діяльності держави в умовах пандемії, а саме:

- 1) захист та відновлення екосистем суші та сприяння їх ефективному використанню, раціональне лісокористування, боротьба з опустелюванням, припинення і повернення назад (розвертання) процесу деградації земель та зупинка процесу втрати біорізноманіття;
- 2) збереження та раціональне використання океанів, морів і морських ресурсів у контексті збалансованого задоволення інтересів споживачів екологічних туристичних послуг, з одного боку, та держави – з іншого;
- 3) забезпечення доступності та сталого управління водними ресурсами та санітарією;
- 4) забезпечення доступу до порівняно дешевих, надійних, стійких і сучасних джерел енергії;
- 5) забезпечення переходу до раціональних моделей споживання, зокрема постачання екологічно чистих і якісних продуктів харчування, стимулювання органічного виробництва сільськогосподарської продукції;
- 6) ужиття невідкладних заходів щодо боротьби зі зміною клімату та її наслідками;
- 7) забезпечення безпеки, життєстійкості й екологічної стійкості міст, громад, населених пунктів та інших територіальних одиниць, що сформувались в умовах децентралізації [13].

**Стан розвитку екологічного туризму в контексті участі України
у міжнародних програмах сертифікації «Green Key» та «Blue Flag»**

Місце розташування	Інфраструктурний об'єкт
<i>Екоготелі</i>	
Київська обл.	Екодім «Maison Blanche» (Березівка) Екодім «Maison Blanche» (Mytnitsa)
м. Київ	Radisson Blu Hotel, Kyiv Podyl Екодім «Maison Blanche B&B» Park Inn by Radisson, Kyiv Troyitska Radisson Blu Hotel Kyiv Inter Continental Hotel
Івано-Франківська обл.	Radisson Blu Resort Bukovel
<i>Екопляжі</i>	
Одеська обл.	Пляж «Фонтанка 2» або «Zanzibar B Black Sea Riviera Beach» Пляж «Ланжерон» Пляж «Sun Dali B Sun Yard Beach» Пляж «Caleton» Пляж «Чорноморська Рів'єра»
м. Маріуполь	Пляж «Піщаний»
м. Київ	Пляж «Золотий» Пляж «Дитячий» Пляж «Пуща В Водиця» Пляж «Венеція» Пляж «Галера» Пляж «Веселка» Пляж «Omelca»

Джерело: складено автором за даними [14; 15]

Окреслені Цілі сталого розвитку гармонійно доповнюють головну концепцію екологічного туризму в умовах пандемії – задоволення потреб людства у туристичних послугах за умови досягнення максимального рівня існування неушкоджених природних та культурних ресурсів [10, с. 13].

Україна характеризується як країна з досить високою ресурсно-природною забезпеченістю та широкими потенційними можливостями розвитку екологічного туризму. Протягом останніх років відбуваються певні структурні зрушення у секторі екологічного туризму. Водночас Україна залишається учасником міжнародної сертифікаційної програми «Green Key» та має 8 сертифікованих екоготелів (табл. 1) [14].

Проте Україна прагне відповідати міжнародним стандартам не лише у сфері екологічного готельного господарства. Міжнародний сертифікат якості рекреаційних пляжів «Blue Flag» має 13 пляжів України на основі відповідності 32 критеріям тестувань чистоти води прилеглої акваторії та піску, еколого-просвітницької діяльності, екологічного менеджменту та безпеки [15]. Отже, наведені в табл. 1 пляжі мають екологічно бездоганні водні та рекреаційні ресурси.

Окрім того, перспективними в контексті розвитку екологічного туризму є і такі регіони України:

– Херсонська обл., унікальність якої полягає в тому, що вона омивається Чорним і Азовським морями. Саме в цій області розташована найбільша в Європі пустеля – Олешківська; є два безлюдні

острови – Джарилгач і Бірючий; біосферний заповідник Асканія-Нова – зоологічний парк, ботанічний сад і відкрита територія незайманих степів;

– Карпатський регіон, у межах якого зосереджено понад 800 мінеральних джерел, із яких 50% – у Закарпатській області. Окрім того, він майже повністю вкритий лісами. Карпатський регіон повністю забезпечений ресурсним потенціалом для розвитку лікувального, сільського, гірського туризму; існують сприятливі умови для розвитку екстремального туризму як напряму екологічного [16, с. 137]. Слід виокремити і Закарпатську область, її перспективи розвитку в контексті зміцнення вітчизняного екологічного туризму є найбільш реальні, оскільки область характеризується високим рівнем забезпеченості сучасною туристичною інфраструктурою, а також вигідним місцем розташування, що підвищує туристичну та інвестиційну привабливість [17, с. 16]. Додаткова перевага окреслених територій полягає в тому, що зовсім поруч розміщені Львів, Івано-Франківськ, Галич та інші міста, які є окремими важливими об'єктами локального екотуризму в Україні;

– каньйони Миколаївської області. Так, наприклад, Актівський каньйон – єдиний у Європі, який за своїми геолого-ландшафтними показниками нагадує загальновідомі каньйони північної Америки [18, с. 206–207].

Проте в контексті сприяння розвитку локального екологічного туризму лідерами залишаються

Сучасні тенденції розвитку сфери екологічного туризму в умовах пандемії

Регіон	Тенденції, що виникли внаслідок пандемії Covid-19
Київська обл. та м. Київ	У 2019 р. Київ відвідали понад 2,5 млн туристів; отримано 63,6 млн грн туристичного збору. За два місяці карантину (квітень-травень 2019 р.) туристичні оператори у Києві недоотримали близько 1 млрд доларів. Надходження від туристичного збору у Києві за 9 місяців 2020 р. склали лише 27,5 млн грн (що на 36,1% менше порівняно з 43 млн грн за 9 місяців 2019 р.). Від початку карантину 70% працівників туристичної сфери втратили роботу.
Львівська обл. та м. Львів	У 2019 р. Львівську область відвідало 2,5 млн туристів, туристичний збір по місту становив 10 млн грн, а по області – 21,6 млн грн. У 2020 р. очікувалось, що Львівську обл. також відвідає близько 2,5 млн туристів. Однак карантин посприяв змінам, що призвело до втрат: у квітні бюджет міста Львова недоотримав 70 млн грн, а у травні – близько 100 млн грн. Загалом, у готельному бізнесу до карантину задіяно 20% мешканців Львова, більшість із яких змушені були піти у неоплачувані відпустки (орієнтовно 28,0 тис осіб). За попередніми оцінками Львівського туристичного центру у 2020 р. туристів було у 10 разів менше, ніж за той самий період минулого року.
Одеська обл. та м. Одеса	У 2019 році Одеську обл. відвідало 3,3 млн туристів; доходи від туристичного збору на Одещині за 2019 рік становили 21,4 млн грн. Лідерами за обсягом туристичного збору серед міст обласного значення були Одеса – 11,6 млн грн, Білгород-Дністровський – 4,7 млн грн. В умовах пандемії маршрути Ізмаїлу також стали привабливими для гостей: у 2019 р. туристичний збір у місті склав 241,1 тис. грн., що у п'ять разів більше, ніж у 2018 р. Через пандемію Одеська обласна державна адміністрація скоротила свої очікування від туристичного сезону. Так, у 2020 році, в період пандемії, в Одесі було лише 1,5 млн туристів.

Джерело: складено автором за даними [19, с. 13–14]

Київська, Львівська та Одеська області. В умовах пандемії відбулось значне погіршення показників діяльності галузі (табл. 2).

Незважаючи на ресурсну забезпеченість та потенційні туристичні можливості, Україна нині не має можливості конкурувати з високорозвинутими туристичними державами. Чинники, що обмежують внутрішні туристичні потоки в Україні в умовах пандемії, є такими:

- 1) пізній початок курортно-рекреаційного сезону внаслідок впровадження обмежувальних заходів;
- 2) високий показник туристів, які подорожують на авто з власними наметами замість використання послуг екологічного готельного господарства;
- 3) гірша якість послуг відносно вартості порівняно з відпочинком за кордоном;
- 4) низький рівень заощаджень населення внаслідок карантинних обмежень;
- 5) незначна кількість готелів, здатних приймати туристів та забезпечувати сервіс на високому якісному рівні в умовах пандемії;

б) неефективне використання ресурсного потенціалу країни – значна забрудненість пляжів та водойм;

7) фактор невизначеності через пандемію Covid-19: перехід у різні карантинні зони, обмеження транспортного сполучення, загроза заострення карантинних обмежень [19, с. 14].

Із метою зниження руйнівного впливу пандемії на ринок туристичних послуг, а також детермінування переваг розвитку саме екологічного туризму в Україні ухвалено Стратегію розвитку туризму та курортів на період до 2026 року [20], яка визначила пріоритети держави в контексті зміцнення досліджуваної галузі (рис. 1).

Стимулювання розвитку екологічного туризму в умовах пандемії доцільно розпочати з трансформації інституційного середовища та оновлення інструментів регулювання туристичних потоків (рис. 2).

Отже, є всі підстави вважати екологічний туризм одним зі стратегічно важливих векторів соціально-економічного розвитку держави, забезпечення якого

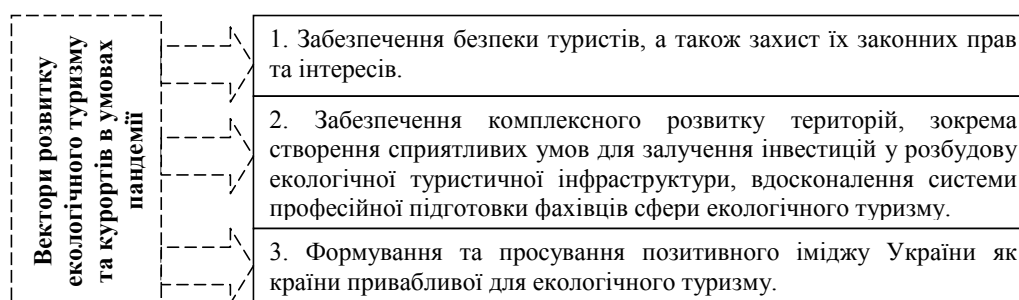


Рис. 1. Пріоритети України в контексті розвитку екологічного туризму

Джерело: складено автором за даними [20]

1. НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ:

- активізація туристичних центрів;
- розбудова нових, а також удосконалення дійсних об'єктів туристичної інфраструктури;
- відродження локальних звичаїв, розвиток зелених туристичних маршрутів;
- подолання соціальної нерівності з метою створення однакових умов для отримання громадянами екологічних туристичних послуг.

2. КЛЮЧОВІ ЗАВДАННЯ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ:

- створення позитивного іміджу вітчизняних туристичних об'єктів;
- забезпечення відповідального використання природно-ресурсного потенціалу держави шляхом використання нормативно-правових та інституційно-організаційних інструментів регулювання, а також механізмів моніторингу;
- формування туристичного капіталу, зокрема бази потенційних інвесторів;
- створення бази потенційних туристичних партнерів із-за кордону з метою підвищення якості та стандартів організації вітчизняного екологічного туризму до рівня провідних країн.

3. ІНСТРУМЕНТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ:

- використання інновацій;
- залучення інвестицій;
- соціальна відповідальність учасників туристичного ринку;
- активізація інституту туристичної довіри;
- пропозиція альтернативних видів екологічних туристичних послуг.

Рис. 2. Напрями, завдання та інструменти забезпечення розвитку екологічного туризму в умовах пандемії Covid-19

Джерело: складено автором за даними [10, с. 16]

потребує досконалого фінансово-правового державного регулювання, збалансованого використання природних ресурсів у поєднанні з історико-культурним і духовним потенціалом місцевих територій.

Дослідивши стратегічні орієнтири України в контексті розвитку екологічного туризму в умовах пандемії Covid-19, можна стверджувати, що екологічний туризм – це не просто специфічний напрям діяльності, це симбіоз заходів організаційно-інституційного та управлінського характеру щодо стабілізації і поліпшення екологічного стану природних комплексів та екосистем за рахунок якісних змін у взаємовідносинах у системі «природа – держава – людина».

Головні висновки. У процесі аналізу актуальних тенденцій розвитку екологічного туризму в умовах пандемії Covid-19 визначено, що існують певні проблеми на шляху зміцнення галузі та активізації туристичних потоків, пов'язані з карантинними обмеженнями, скороченням інвестування у розвиток вітчизняного туристичного ринку,

зниженням податкових надходжень до місцевих бюджетів, а також нестійким державним фінансово-організаційним забезпеченням досліджуваної сфери життєдіяльності.

Проте триває зміна векторів сталого розвитку держави, оновлюються концептуальні основи здійснення публічного управління, реформується влада шляхом її децентралізації та перерозподілу владних повноважень. Це сприяє формуванню сучасних орієнтирів сталого розвитку України. У таких умовах з'являються додаткові можливості для піднесення екотуризму на вищий рівень, а стратегії соціально-економічного і екологічного розвитку посилюють значення цієї галузі як найважливішої сфери життєдіяльності.

Отож, вплив пандемії Covid-19 на екологічний туризм варто розглядати не лише як чинник дестимулювання галузі, а і як фактор, що відкриває перспективи вдосконалення ринку екологічних туристичних послуг на локальному та національному рівнях.

Література

1. Сорокіна Г.О. Екологічний туризм: навчальний посібник. Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2013. 206 с.
2. Дмитрук О.Ю. Екологічний туризм: сучасні концепції менеджменту і маркетингу: навчальний посібник / Вид. 2-е, перероб. і доп. Київ: Альпрес, 2004. 192 с.
3. Вишневецький В.І. Екологічний туризм: навчальний посібник. Київ: Інтерпрес ЛТД, 2015. 140 с.

4. Миронов Ю.Б. Сутність та чинники сталого розвитку туризму в регіоні. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.11. С. 117–122
5. Перспективи розвитку сільського та екологічного туризму в Україні: монографія / за заг. ред. М.Х. Шершуна. Рівне : Видавець О. Зень, 2016. 264 с.
6. Білоус О.Г., Мацейло Ю.М. Глобальна перспектива і сталий розвиток. Київ : МАУП, 2005. 492 с.
7. Боголюбов В.М., Прилипко В.А. Стратегія сталого розвитку : Навчальний посібник. Херсон : Олді-плюс, 2009. 322 с.
8. Rutynskyi M., Kushniruk H. The impact of quarantine due to COVID-19 pandemic on the tourism industry in Lviv (Ukraine). *Problems and Perspectives in Management*. 2020. Vol. 18(2). Pp. 194-205. doi:10.21511/ppm.18(2).2020.17
9. Гребеник В., Наумова О. Маркетинг на ринку туристичних послуг в умовах пандемії. *Збірник наукових праць ЛОГОС*. 2020. С. 42–43. doi: <https://doi.org/10.36074/25.12.2020.v1.15>
10. Зінчук Т.О., Усюк Т.В. Зелений туризм в умовах сталого розвитку та викликів світової економічної кризи. *Проблеми економіки*. 2020. № 3 (45). С. 11–17
11. Стратегія сталого розвитку України до 2030 року (проект). United Nations Development Programme, 2017. 112 с. Available at: https://www.undp.org/content/dam/ukraine/docs/SDGreports/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf (дата звернення 02.04.2021 р.)
12. Tourism for Development. Vol. II: Good Practices Tourism for Development. Good Practices. Available at: <http://publications.unwto.org/publication/tourism-development-volum> (дата звернення 02.04.2021 р.)
13. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року: Указ Президента України від 30.09.2019 р. №722/2019. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/722/2019> (дата звернення 02.04.2021 р.)
14. Міжнародна програма «Green Key». Available at: <http://www.greenkey.global> (дата звернення 02.04.2021 р.)
15. Міжнародна програма «Blue Flag». Available at: <http://www.blueflag.global> (дата звернення 02.04.2021 р.)
16. Гнаткович О.Д., Гриньох Н.В. Оцінка привабливості туристичних ресурсів Карпатського регіону. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2017. Вип. 17. С. 136–138.
17. Морохович В.С., Лендел М.А., Морохович Б.В. Розвиток туризму Закарпатської області як складової туристичної галузі України. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Економічні науки*. 2020. № 60. С. 12–17
18. Піменов В.Г. Розвиток екологічного туризму в Україні: основні поняття, проблеми, сучасний стан. *Вісник Харківської державної академії культури. Серія : Соціальні комунікації*. 2018. Вип. 52. С. 198–208.
19. Внучко С., Тимошенко Т. Covid-19 та соціальний діалог в туристичній галузі: практика ЄС та українські реалії. Київ: Інститут економічних досліджень та політичних консультацій, 2020. 28 с.
20. Про затвердження плану заходів з реалізації Стратегії розвитку туризму та курортів на період до 2026 року : Наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 28.12.2017 р. № 1902. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/card/v1902731-17> дата звернення 02.04.2021 р.)

МЕТОДОЛОГІЯ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПРИРОДООХОРОННИХ СИСТЕМ

Петрук В.Г.¹, Машков О.А.², Абідов С.Т.², Гура К.Ю.³

¹Вінницький національний технічний університет
вул. Хмельницьке шосе, 95, 21021, м. Вінниця

²Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, 03035, м. Київ

³Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України
пров. Музейний, 12, 01001, м. Київ

vntu@vntu.edu.ua, masckov_oleg_52@ukr.net, abidov.s@ukr.net, saee@sae.gov.ua

Розглянуті методологія та основні поняття інтегрованого управління екологічною безпекою природоохоронних систем в Україні, оскільки в управлінні як на державному, так і регіональному рівнях в окремих підприємствах та в організаціях сьогодні виникають науково-технічні проблеми. Досліджені сучасні підходи до принципів та методів інтегрованого управління екологічною безпекою. Запропонована структура стратегічного, ситуаційного та цільового управління в організаційних системах, а також управління екологічною безпекою. Розроблена оригінальна структура та обґрунтовані особливості узагальненої системи інтегрованого управління екологічною безпекою на прикладі непридатних пестицидів та пестицидовмісних відходів, що на підсистемному рівні дозволяє ефективніше здійснювати управлінські дії до усіх компонентів таких відходів, істотно підвищити рівень екологічної безпеки територій та природоохоронних систем. Визначено, що системний підхід до інтегрованого управління екологічною безпекою природоохоронних систем дозволяє взаємопов'язано вирішувати системні завдання, що об'єднані в екосистемі як її окремі елементи та визначають часовий період управління, ресурсні складники, перспективи розвитку, ризики тощо. Інтегроване управління спрямоване на дослідження та поглиблення взаємозв'язків між: окремими підсистемами та елементами системи управління; стадіями життєвого циклу об'єктів управління; рівнями управління по вертикалі та горизонталі. Застосування таких підходів унеможливить розвиток кризових явищ у процесі функціонування природоохоронних систем: методологія інтегрованого управління саме і спрямована на передбачення, своєчасне реагування та запобігання таким явищам і небезпекам. *Ключові слова:* екологічна безпека, екологічні системи, інтегроване управління, природоохоронна діяльність, система управління, системний підхід, управління.

The methodology of integrated management of ecological safety for environment protection systems. Petruk V., Mashkov O., Abidov S., Gura K.

The methodology of integrated management of ecological safety of nature protection systems is considered in the work with application of the system approach. The paper analyzes the basic concepts of integrated management of environmental safety of environmental systems, as in Ukraine there is a scientific and technical problem of effective both state and regional, and management at the level of individual enterprises and organizations. In this regard, modern approaches to the principles and methods of integrated environmental safety management are studied. In addition, the structure of strategic, situational and target management in organizational systems, as well as the structure of the environmental safety management system is proposed. As a result, the original structure was developed and the peculiarities of the generalized system of integrated environmental safety management on the example of unusable pesticides and pesticide-containing wastes were substantiated, which at the subsystem level allows It is determined that a systematic approach to integrated management of environmental safety of environmental systems allows interconnected solutions to systemic problems, which are combined in the ecosystem as its separate elements, taking into account the time management period, resource components, development prospects, risks, etc. Integrated management is aimed at researching and strengthening the relationships: between individual subsystems and elements of the management system; between stages of the life cycle of the control object; between levels of management vertically; between the subjects of management horizontally. The application of this approach will help prevent the development of crisis phenomena in the functioning of environmental systems, as the methodology of integrated management is aimed at anticipation, timely response and prevention of such phenomena and dangers. *Key words:* ecological safety, ecological systems, integrated management, nature protection activity, management system, system approach, management.

Постановка проблеми. Основні означення. Управління – це цілеспрямований вплив на об'єкти задля досягнення кінцевої мети (частіше всього – задля підвищення ефективності функціонування систем, над якими здійснюються управлінські дії) завдяки перетворенню інформації про стан об'єкта чи системи в командну інформацію від суб'єкта. При цьому управління є *ситуаційним*, коли потрібно приймати рішення в міру виявлення потенційних проблем, та *цільовим*, коли управлін-

ська діяльність спрямовується на головні зусилля (завдання, мету) керуючої (управляючої) організації.

Отже, *інтегроване управління екологічною безпекою* – це діяльність, спрямована на подолання екологічних ризиків, створення сприятливих умов для сталого екологічно безпечного розвитку, це скоординована діяльність компетентних державних органів та окремих природокористувачів, в основу якої покладено саме *комплексний принцип* управлінських дій, тобто системний, всеохоплюючий, все-

бічний підхід, іноді з поділом складної системи на відповідні підсистеми та організацією їх ефективної взаємодії для досягнення поставленої мети або задач (як на державному та регіональному рівнях, так і на окремих підприємствах та в організаціях) [1–6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій за принципами та методами інтегрованого управління. Під організаційними *принципами управління*, у тому числі й екологічними системами, доцільно розуміти основні правила, положення та норми поведінки, за якими діють учасники організаційного управління за умов, що склалися в суспільстві. Є різні підходи до визначення принципів управління в організаційних системах (рис. 1) [3].

Згідно з [4] принципи управління поділяються на такі види: *структурно-цільові*, що відображають закономірності, відносини і взаємозв'язки раціональної побудови «дерева» цілей управління; *структурно-функціональні*, що характеризують закономірності, відносини і взаємозв'язки побудови функціональної структури управління; *структурно-організаційні*, що пов'язані із закономірностями, відносинами і взаємозв'язками побудови організаційної структури управління, і *структурно-процесуальні*, що дають уявлення про основні закономірності, відносини й взаємозв'язки раціонального і ефективного ведення управлінської діяльності органів державної влади і місцевого самоврядування (рис. 2) [4].



Рис. 1. Принципи управління в організаційних системах

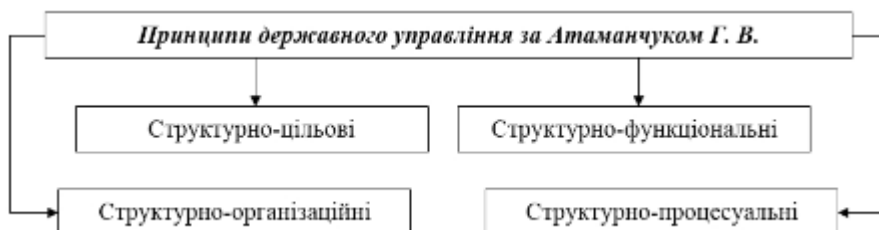


Рис. 2. Принципи державного управління



Рис. 3. Основні системні принципи



Рис. 4. Систематизація принципів управління

Цікавим є такий підхід до основних системних принципів (рис. 3) [5].

Принципи організаційного управління синтезують та відображають об'єктивність законів суспільної формації, характерні риси практики організаційного управління. Вони визначають вимоги до системи, структури, організації і процесу організаційного управління. У них також знаходять свій вияв основні вимоги, що ставляться до побудови органів управління та методів здійснення функцій управління, доцільний характер взаємовідносин учасників управлінського процесу тощо. Таким чином, принципи управління являють собою результат узагальнення людьми об'єктивно діючих законів та закономірностей, притаманних їм загальних рис, характерних фактів та ознак, які стають загальною підставою їх діяльності. Принципи управління відображають сутність явищ та реальних процесів управління, що підпорядковуються певним законам і закономірностям. Вони об'єктивні так само, як закони і закономірності. Тобто *принципи управління – це керівні ідеї або основоположні засади, що відображають закономірності розвитку відносин управління*. На практиці важливе значення має зв'язок принципів управління з *методами управління*, що не можна розглядати без цілеспрямованого впливу. Ціль управлінського впливу визначає відповідні методи управління, а принципи дозволяють вибрати для досягнення цілі найбільш ефективні в цих умовах методи. Важлива відмінність між принципами та методами полягає в тому, що принципи управління постійні та мають обов'язковий характер. Сутність же методів управління може змінюватися залежно від зміни умов при збереженні принципів. Зв'язок між принципами та методами односторонній. Принцип дозволяє формувати систему методів і кожний метод окремо. Але кожний окремих метод не має такого впливу

на принцип управління. Тільки вся сукупність методів у відповідних умовах може мати зворотній вплив на склад принципів та на форми їх використання.

Принципи організаційного управління також являють собою об'єктивні закономірності і відносини суспільно-політичної природи, що визначають зміст, організаційну структуру та життєдіяльність компонентів організаційного управління. Вони виступають у вигляді певних наукових положень, закріплених правом, та застосовуються в теоретичній і практичній державно-управлінській діяльності людей.

Н.Р. Нижник, О.А. Машков [1; 2] запропонували таку систематизацію принципів (рис. 4).

При цьому *принцип об'єктивності* інтегрованого управління є базовим і зумовлює необхідність дослідження в усіх управлінських процесах вимог об'єктивних закономірностей (природних, історичних, суспільних) і реальних можливостей суспільних сил. Великого значення набуває *принцип законності* організаційного управління. Він передбачає, що функціонування та розвиток організаційного управління мають міцні правові засади, які визначаються законом та полягають у його практичній реалізації; по-друге, принцип законності зумовлює актуальність своєчасного і належного правового регулювання змін у змісті, організаційній структурі, елементах діяльності органів великої системи;



Рис. 5. Базові процедури



Рис. 6. Підходи до організації управління

по-третє, він вимагає чіткого порядку їх нормативної діяльності, особливо прийняття та виконання правових актів, і по-четверте, служить основою для формування та підтримки свідомої дисципліни в діяльності державних службовців.

Також треба мати на увазі, що реалізація принципів інтегрованого управління передбачає застосування таких процедур: *оптимізація, системність, комплексність* тощо (рис. 5).

Особливого значення набуває процедура *оптимізації управління*, що дозволяє удосконалювати структуру управлінського об'єкта та підвищує його функціональні можливості, а також підвищує ефективність систем, якими управляють. Сьогодні цей принцип диктує необхідність скорочення галузевих ієрархічних рівнів управління, зменшення регламентуючої ролі організаційної системи, що сковує самостійність та ініціативу, удосконалення структури управління державних установ і організацій.

Інша процедура: *системність* – це коли будь-яка система (об'єкт) розглядається як сукупність взаємозв'язаних елементів, що мають вихід (ціль), вхід, зв'язок із зовнішнім середовищем, зворотний зв'язок, внутрішню структуру тощо.

При цьому *комплексна* процедура передбачає, що всебічно враховуються технічні, екологічні, економічні, організаційні, соціальні, психологічні та інші аспекти управління і їх взаємозв'язки.

Відтакукінцевомурахунку інтегроване управління спрямоване на дослідження та посилення взаємо-

зв'язків: між окремими підсистемами і елементами системи управління; між стадіями життєвого циклу об'єкта управління; між рівнями управління по вертикалі; між суб'єктами управління по горизонталі та ін.

Виклад основного матеріалу досліджень.

1. Стратегічне та ситуаційне управління в організаційних системах та особливості інтегрованого управління

За системним підходом інтегроване управління здійснюється як:

1. *Стратегічне управління*, в ході якого виробляються спільні рішення для досягнення поставлених цілей і завдань.

2. *Ситуаційне управління*, яке передбачає розподіл ресурсів (фінансових, людських та інших) по окремих напрямках і допоміжних системах, а також управління системою кожного напрямку в міру виявлення потенційних проблем.

3. *Цільове управління*, яке спрямовується на головне завдання чи управлінську мету організації (рис. 6).

На практиці виникають питання визначення механізмів застосування як стратегічного, так і ситуаційного управління. Тому пропонується ці питання вирішувати шляхом поєднання стратегічного та ситуаційного управління та їх інтеграції (адаптація в умовах змін мети керування).

Також у розвитку методології інтегрованого управління пропонується виділити декілька етапів (рис. 7).

Інтегроване управління – вид управління, яке зорієнтоване на перспективу. При цьому воно являє собою процес, який визначає послідовність дій організації по розробці і реалізації стратегії. Це включає постановку цілей, вироблення стратегії, визначення



Рис. 7. Етапи методології

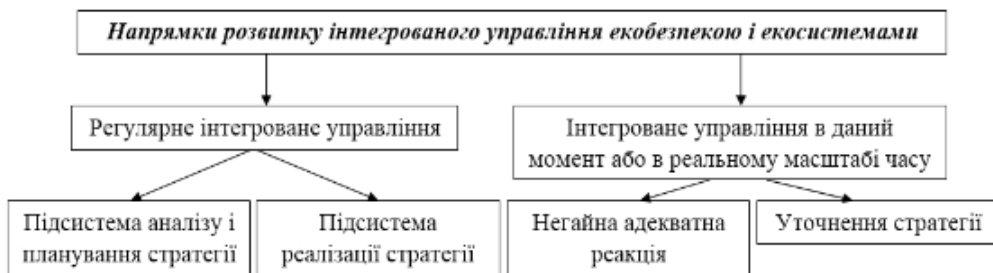


Рис. 8. Напрямки розвитку інтегрованого управління

необхідних ресурсів і підтримання взаємовідносин із зовнішнім середовищем, які дозволяють організації добиватися поставлених завдань.

Виділяють два основних кінцевих продукти інтегрованого управління. Один з них – *потенціал організації*, що забезпечує досягнення цілей у майбутньому. При цьому потенціал складається з усіх видів ресурсів, інформації тощо. Другим кінцевим продуктом інтегрованого управління є *ефективність внутрішньої структури і організаційних змін*, що забезпечують чутливість організації до змін у зовнішньому середовищі.

Взагалі інтегроване управління зачіпає широке коло організаційних рішень з проблем, що зорієнтовані на майбутнє, на провідні цілі організації і знаходиться під впливом неконтрольованих зовнішніх факторів. Провідні цілі спрямовані на підвищення ефективності організації. Тому рішення про створення нового напрямку організації або ліквідацію, реорганізацію відділів чи управлінь мають стратегічний характер.

Проблеми інтегрованого управління частіше за все виникають у результаті впливу численних зовнішніх факторів. Для того щоб не помилитись у виборі стратегії та напрямку розвитку, важливо визначити, які економічні, політичні, соціальні та інші фактори впливають на майбутнє організації. При цьому *організація постійного моніторингу зовнішнього середовища – важлива умова ефективності управління*.

Виділяють такі три групи об'єктів інтегрованого управління: *організації, стратегічні підрозділи і функціональні зони організації*.

Як об'єкт інтегрованого управління, *організація* – це відкрита комплексна система, що являє собою сукупність структурних підрозділів. *Стратегічні підрозділи* – це напрям або кілька суміжних напрямів діяльності організації. Цей підрозділ зазвичай несе повну відповідальність за стратегічний розвиток і діяльність підрозділу в цьому напрямку.

Функціональна зона організації – це сфера діяльності, організаційно представлена функціональними структурами, які спеціалізуються на виконанні певних функцій і забезпечують ефективну діяльність як окремих підрозділів, так і організації загалом.

Інтегроване управління не передбачає чітких формулювань та алгоритмів. Тому важко подати зміни в кількісній формі та розробити програму для автоматизації процесу такого складного управління, зокрема, за допомогою сучасної комп'ютерної техніки та відповідних програмних продуктів, хоч це можна і треба до цього прагнути. У цьому разі необхідні знання, уява та творче мислення. Цей процес за своїм характером новаторський і вимагає типового людського мислення, не обмеженого жорсткими рамками.

Системний підхід дозволяє створити раціональний процес, за допомогою якого управлінець може діяти, виходячи з вимог загальної системи та інтеграції діяльності *підсистем*. При цьому інтеграція

спрямована на досягнення цілей і завдань, які враховують стан організації по відношенню до більших навколишніх систем і систем конкуренції.

Великого значення також набуває *координація управління*, метою якої є узагальнення процесів у різних підсистемах об'єкта організаційного управління, та *державна стабілізація*, мета якої полягає у забезпеченні незмінності значень показників організаційного управління у заданий інтервал часу.

Але для того, щоб вибрати в ситуації основну ланку, суб'єкт управління (особа яка приймає рішення) має насамперед добре знати всю множину, всю сукупність проблем, визначити, що в них головне, а що другорядне, і потім зосередити зусилля на вирішенні основних питань, не забуваючи про решту.

Наступне положення, яке важливо відзначити, – застосування *адаптивних, гнучких структур і методів управління, адаптивного стилю керівництва*. Ситуаційний підхід в управлінні екологічною системою вимагає, щоб суб'єкт управління адекватно відображав у собі всі основні риси об'єкта управління і його зовнішнього середовища, в тому числі і усю обстановку, що складається, тобто суттєві ситуації, і відповідно провадив необхідне перегрупування сил, намічав нову тактику своєї поведінки, що відповідала б новим умовам. Отже, ситуаційний підхід – це підхід, за якого вибір ефективної організаційної структури і механізму управління визначається особливостями ситуації, в якій знаходиться організація. Для ситуаційного підходу в управлінні найважливішим параметром є *критерій оцінки* управлінської ситуації (оцінка екологічних загроз та ризиків). При цьому ситуаційний підхід реалізує *принцип адаптованості*, що є основним принципом інтегрованого управління. Його суть у тому, що всі організаційні побудови всередині (культура організації, оргструктура, система планування і т.д.) є реакцією організації на відповідні зміни у зовнішньому оточенні та деякі зміни у внутрішньому середовищі. Також ситуаційний підхід в управлінні органічно впливає з природи сучасних екосистем і активно сприяє успішному застосуванню і розвитку інтегрованого управління.

Відтак можливо визначити два напрями розвитку інтегрованого управління. Перший – *регулярне інтегроване управління* – є подальшим логічним розвитком стратегічного планування і складається з двох взаємодоповнюючих підсистем: *підсистеми аналізу і планування стратегії та підсистеми реалізації стратегії*. По суті, цей напрям – це управління стратегічними можливостями екосистеми. Другий напрям розвитку інтегрованого управління – *інтегроване управління у реальному масштабі часу* – пов'язується з вирішенням стратегічних завдань, що виникають раптово. Вони розвиваються в тих екосистемах, де зміни у зовнішньому оточенні відбуваються з такою частотою, а інколи ще й так непередбачувано, що потребують негайної адекватної реакції, і організації не залишається часу на перегляд своєї стратегії. При

цьому організація має одночасно паралельно займатися уточненням стратегії і вирішенням стратегічних завдань, що виникають. Ця система інтегрованого управління є на стадії становлення (рис. 8).

Діяльність з інтегрованого управління спрямована на забезпечення стратегічної позиції, яка повинна гарантувати екологічну безпеку екосистемі в умовах, що змінюються. Завдання управлінця, який займається екологічною безпекою, вчасно виявити необхідність та здійснити стратегічні зміни в екосистемі: створити умови, які сприяли б стратегічним змінам; підібрати та виховати кадри, здатні втілити стратегічні зміни в життя та ін.

Впровадження стратегічного планування накладає додаткові обмеження на свободу діяльності управлінських систем. Це своєю чергою вимагає значного вдосконалення методів *прогнозування* в управлінні. *Централізація* управління проявляється в тому, що постійно збільшується використання у верхній ланці ієрархічної системи груп стратегічного управління, груп з дослідження операцій та аналізу процесів, які відбуваються.

З другого боку, дедалі більший ступінь автоматизації процесів ситуаційного управління дозволить керівництву приділяти максимум часу для прийняття рішень із складних проблем, невідомих проблем і тих, які не піддаються програмуванню.

При цьому використання інформаційно-управлінських систем дасть можливість звільнити управлінців від розгляду несуттєвої та суперечливої інформації, яка заважає ефективному організаційному управлінню.

Варто також наголосити, що інтегроване управління передбачає не тільки *інтеграцію* всіх видів діяльності для досягнення загальних цілей, а й підвищення ефективності діяльності кожної підсистеми.

Існують два терміни щодо *ефективності* управління, зокрема інтегрованого. В одному випадку розуміють ступінь результативності, з яким мета втілюється в життя, в іншому – витрати на реалізацію управління. Тому критерієм виступає не лише оптимальний розподіл ресурсів в екосистемі, але й раціональне їх використання, що у цілому в довгостроковому періоді в умовах всього суспільства дозволяє назвати виміром ефективності досягнення загальної мети. Саме до мети, а не до засобів, треба і застосувати критерії визначення ефективності екосистеми.

Отже, можна погодитися з тим, що ефективність в умовах екосистем у довгостроковому періоді полягає у співвідношенні результатів до затрат при досягненні поставленої мети. Цю формулу не можна вважати абсолютною, бо вона не охоплює всю складність проблеми, проте дозволяє зараз розглянути ефективність функціонування та накреслити перспективи удосконалення системи управління за рахунок застосування переваг інтегрованого управління.

Для ефективного функціонування системи інтегрованого управління передусім необхідно правильно поставити мету, завдання. Лише коректне

та чітке формулювання цілі, реальної для виконання, внутрішньо не суперечливої може мати наслідком її успішного виконання.

Таким чином, інтегроване управління системно поєднує стратегічне та ситуаційне управління відповідно до завдань (мети управління) з урахуванням ресурсів та часу управління. Для реалізації інтегрованого управління важливо визначити механізми застосування адаптивних, гнучких структур і методів управління, адаптивного стилю керівництва.

Ситуаційний підхід в інтегрованому управлінні вимагає, щоб суб'єкт управління (особа, яка приймає рішення) адекватно відображав у собі всі основні риси об'єкта управління (екосистеми) і його зовнішнього середовища, в тому числі і усю обстановку, що складається, тобто суттєві ситуації, і відповідно провадив необхідне перегрупування сил, намічав нову тактику своєї поведінки, що відповідала б новим умовам.

Сьогодні, коли потрібно якомога швидше реагувати на екологічні загрози та ризики, необхідно оперативніше впроваджувати інтегроване управління екосистемою. Саме тому ситуаційний підхід – це підхід, при якому вибір ефективної організаційної структури і механізму управління визначається особливостями ситуації, в якій знаходиться екосистема. Для ситуаційного підходу в управлінні найважливішим параметром є критерій оцінки управлінської ситуації. Одним з таких критеріїв є оцінка ситуації з точки зору можливості реалізації функцій спостереження та управління (спостережливість та керованість системи).

Ситуаційний підхід також реалізує *принцип адаптованості*, що є основним принципом інтегрованого управління. На рівні інтегрованого управління впровадження автоматизованої підготовки рішень принципівих труднощів не становить. Використання інформаційно-управлінських систем дасть можливість звільнити особу, яка приймає екологічні рішення, від розгляду несуттєвої та суперечливої інформації, яка заважає ефективному екологічному управлінню.

Варто наголосити, що інтегроване управління передбачає не тільки інтеграцію всіх видів діяльності для досягнення загальних цілей, а й підвищення ефективності діяльності кожної підсистеми. Для реалізації інтегрованого управління необхідно розробити (синтезувати) структуру системи управління екологічною системою.

2. Особливості системи управління екологічною безпекою

Система – це сукупність взаємопов'язаних елементів, що утворює певну цілісність, яка володіє відповідними властивостями, що не зводяться до суми властивостей її елементів. Система (тобто внутрішньо організована єдність деяких елементів) являє собою нову якість порівняно з несистемним набором тих самих елементів. Цілісність системи проявляється в *інтегрованості* (що пов'язано

з функціональною орієнтованістю різних протиріч і модифікацій властивостей елементів під впливом інтегрованих сил), *активності, зв'язаності, циклічності і послідовності*. Складність системи знаходить свій вияв у протиріччях, стохастичності (тобто вірогідному характері поведінки великих систем), в альтернативності побудови і динаміки систем. Зазвичай для складних систем, а природоохоронні екологічні системи саме такими і є, притаманне правило *синергізму*, тобто системний ефект частіше всього більший, аніж проста сума її елементів.

Аналізуючи управління як цілеспрямований процес, не можна не звернути увагу на те, чия мета реалізується в процесі управління, тобто кому потрібне це управління. При цьому необхідно розглянути поняття – об'єкт та суб'єкт. Відтак під суб'єктом не обов'язково розуміти конкретну особистість. Це може бути група людей, об'єднаних за певною ознакою, і навіть якщо розглядати управління глобальне, – глобальними об'єктами, такими як навколишнє середовище.

Наведемо деякі ознаки системи управління, наприклад, екологічною безпекою природоохоронних систем:

1. *Проблематичність математичного опису*. На відміну від математичної моделі чи рівняння руху космічного апарата, літака або технологічного процесу, модель зміни клімату або природних явищ, опис поведінки однієї людини, групи людей, організації, суспільства чи природоохоронних систем створити значно складніше, але можливо.

2. *Стохастичність* (випадковість) поведінки екологічної системи. Ця ознака зумовлена не стільки наявністю яких-небудь спеціальних джерел перешкод в об'єкті управління, скільки складністю об'єкта і зв'язаною з цим великою кількістю усіляких другорядних (наприклад, з точки зору цілей управління) процесів.

3. Управління має стосовно об'єкта (екосистеми) *зовнішній характер*. Звичайно, внаслідок цього всяке управління порушує «нормальне» функціонування об'єкта, змінює його самостійну поведінку і робить залежним від суб'єкта. Особливо це проявляється в системах, до складу яких входять люди.

4. *Нестаціонарність екосистеми*. Ця ознака проявляється в дрейфі характеристик об'єкта, у «плинності» його параметрів, тобто в еволюції (зміни параметрів) об'єкта у часі.

5. *Змінність стану екосистеми або її невідтворюваність*. Ця ознака проявляється в різній реакції об'єкта (екосистеми) на одну й ту ж ситуацію або на управління в різний відтинок часу. Складний об'єкт весь час змінюється, в результаті чого це управління вже, напевне, не забезпечить бажаного результату. І ефективними способами боротьби з вищезазначеними явищами і властивостями екосистеми є задоволеність об'єкта потребам суб'єкта, то тоді особливих управлінських дій не потрібно. Якщо ж стан об'єкта не влаштовує суб'єкта, то йому необхідно так організувати вплив на об'єкт, щоб перевести

його у новий стан, який задовольнить суб'єкта. Цей вплив і є управлінням. Звідси й випливає одна з особливостей управління: джерелом управління є невідповідність або незадоволеність суб'єкта ситуацією, що склалася в об'єкті.

Отже, тепер можна говорити про створення системи управління, яка містить необхідні засоби для обробки інформації та реалізації управління, об'єднані з метою досягнення поставленої мети управління об'єктом (екосистемою). Зауважимо, що система управління далеко не завжди реалізується як технічна чи технологічна структура. Вона може бути реалізована у вигляді системи правил, договорів і обов'язків, які реалізуються в процесі управління. При цьому в процесі керування об'єкт управління може зазнати негативного впливу збурень. Інформаційна система також зазнає впливу помилок і похибок (наприклад, неповнота інформації чи дезінформація), а виконавча система зазнає «старіння». Тобто ті практичні заходи, які застосовуються «сьогодні», «завтра» можуть бути менш ефективні.

3. Структура узагальненої оптимізованої системи інтегрованого управління екологічною безпекою (на прикладі непридатних пестицидів та інших пестицидовмісних відходів)

Як відомо, в Україні тією чи іншою мірою функціонує багаторівнева структура системи управління екологічною безпекою природоохоронних систем, зокрема у сфері поводження з відходами, в тому числі з непридатними пестицидами та пестицидовмісними відходами (НП та ПВВ), яка включає: *державне, корпоративне, місцеве (регіональне) та громадське екологічне управління* природоохоронними процесами. При цьому державне регулювання в галузі охорони довкілля та його системна організація підпорядковані Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», метою яких є контроль за додержанням вимог екологічної безпеки, забезпечення ефективних заходів щодо охорони довкілля, раціонального природокористування та інших управлінських дій, а головним державним органом в галузі реалізації державної екологічної політики є щойно реформоване міністерство охорони довкілля і природних ресурсів України та відповідні департаменти на місцях (в областях). Отже, нормативно-правові акти в зазначеній сфері діяльності і державного управління є досить розвиненими та адекватними, і суб'єкти права власності на будь-які відходи повинні вживати ефективних заходів для зменшення обсягів утворення відходів, а також їх утилізації, знешкодження або розміщення з урахуванням екологічної безпеки для довкілля та здоров'я людей.

При цьому основне положення стратегії (методології) управління встановлюється ієрархічною структурою екологічної небезпеки і динамічним зв'язком та взаємозалежністю небезпеки і безпеки. Воно визначається через ефективність управлін-

ських дій з допомогою застосування закономірностей формування небезпеки і через підсистеми, як структурні складники загальної (інтегрованої) системи. При цьому існуюча державна система управління екологічною безпекою мала б бути орієнтована виключно на зниження інтенсивності та попередження (запобігання) проявів небезпеки. На жаль, територіально-адміністративний та відомчий принцип управління екологічною безпекою, у тому числі і НП та ПВВ, не дозволяє повною мірою ефективно ці заходи розробляти та здійснювати. Частіше всього є більш-менш ефективним тільки «жорсткий» або «оперативний» режим управління у короткому інтервалі часу, коли конче необхідно ліквідувати джерела небезпеки або катастрофічні ситуації, але не діє чітка, послідовна комплексна система упередження та запобігання таким небезпечним подіям. У цьому разі повинні бездоганно взаємодіяти підсистеми моніторингу, збору та обробки інформації, формування банку даних та знань, інформування громадськості та оптимального варіанту зниження екологічної небезпеки і, нарешті, бездоганної реалізації програми управління та контролю за її виконанням. Крім цього, повинні чітко функціонувати

основні організаційні та техніко-технологічні елементи управління екологічною безпекою на регіональному рівні, а саме:

- запобігання негативному впливу потенційних небезпечних джерел;
- послаблення інтенсивності їх дії;
- обмеження просторового поширення небезпеки;
- ліквідування наслідків небезпечних подій;
- забезпечення надійності, інтегрованості (комплексності) та системності управлінських дій та ін.

Зрозуміло, що у цьому разі мають використовуватися оптимізація, прогнозування, розрахунок екологічних ризиків, застосування саме прогресивних технічних та технологічних рішень для підтримання стійкого (в часі і просторі) функціонування системи інтегрованого управління природоохоронними процесами.

Тому, як і для всієї природоохоронної системи країни, назрів час також для зміни стратегії і тактики поводження із непридатними пестицидами та їх метаболітами. При цьому необхідно на рівні підсистем враховувати усі аспекти забруднень, поширення, обміну, переробки, утилізації тощо усіх складових НП та ПВВ, як це наведено на рис. 9.

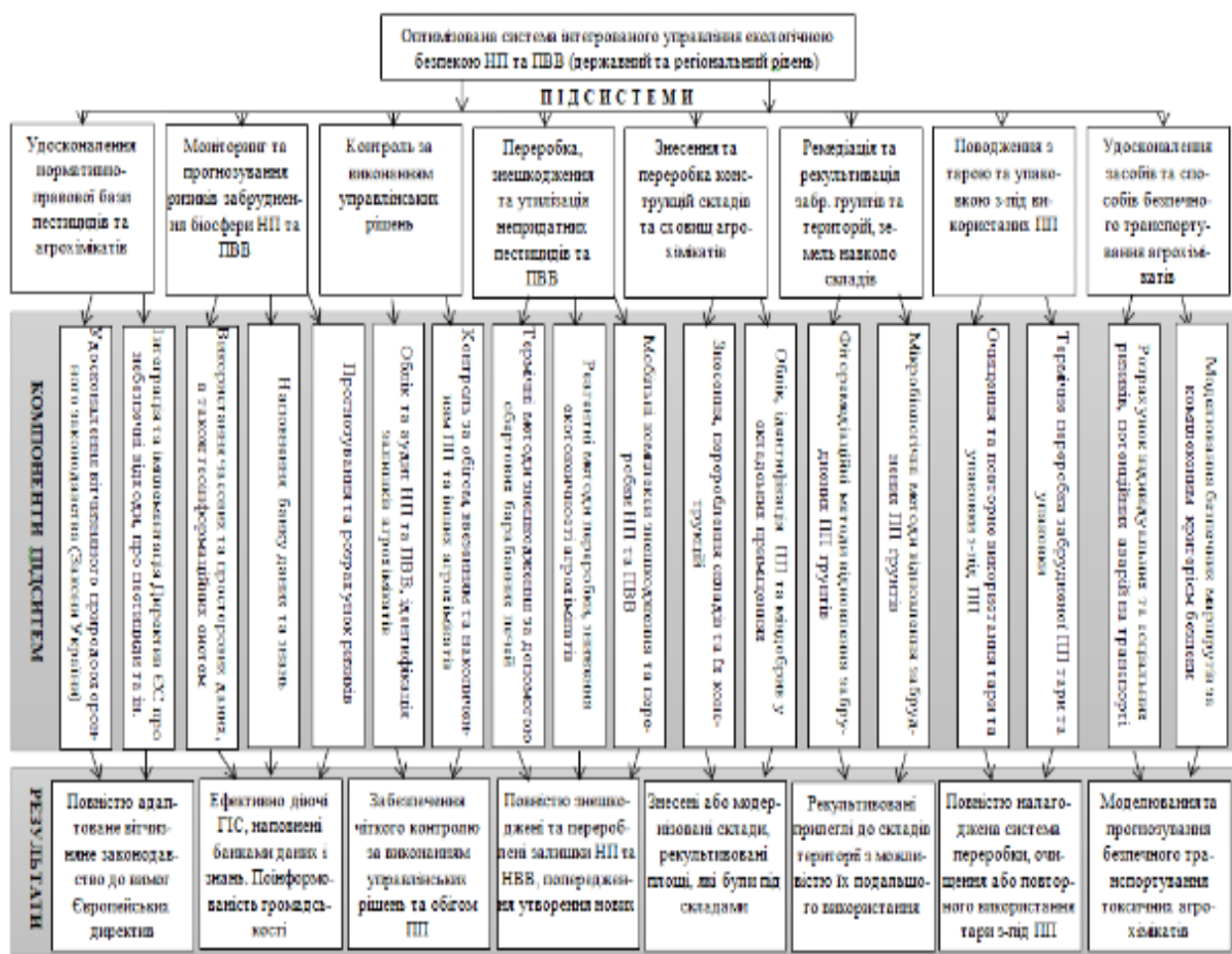


Рис. 9. Структурна схема оптимізованої системи інтегрованого управління екологічною безпекою НП та ПВВ

Це насамперед передбачає відповідні управлінські дії до таких складників цієї системи:

– непридатні (необліковані, некондиційні, змішані та ін.) залишки пестицидних препаратів;

– поведження із старими небезпечними складами та сховищами отрутохімікатів та знесеними забрудненими конструкціями;

– ремедіаційні та рекультиваційні заходи щодо забруднених ґрунтів та порушених земель навколо застарілих, небезпечних та напівзруйнованих хіміскладів;

– забруднена тара та упаковка з-під пестицидів, ХЗЗР, міңдобрив та інших небезпечних отрутохімікатів;

– функціонування стаціонарних підприємств або пересувних (мобільних) комплексів по знешкодженню та переробці НП та ППВВ;

– індивідуальні та соціальні ризики транспортування небезпечних отрутохімікатів до місць їх утилізації та знешкодження, а також оптимізація маршрутів тощо.

Ці та інші підсистеми необхідно всебічно використовувати в процесі управлінських рішень в єди-

ній системі інтегрованого управління як відходів у цілому, так і НП та ППВВ зокрема.

Отже, розроблена оптимізована система інтегрованого управління екологічною безпекою на прикладі НП і ППВВ на підсистемному рівні дає можливість здійснювати управлінські дії до усіх компонентів пестицидвмісних відходів, що дозволяє суттєво підвищити екологічну безпеку територій та природоохоронних систем і остаточно вирішити проблему пестицидного забруднення довкілля [6].

Висновки та перспективи. Отже, системний підхід до інтегрованого управління екологічною безпекою природоохоронних систем дозволяє послідовно вирішувати системні завдання, які об'єднані в екосистемі як її окремі елементи, що враховують *часовий період управління, ресурсні складники, перспективи розвитку, ризики* тощо. Застосування цього підходу сприятиме недопущенню розвитку кризових явищ у процесі функціонування природоохоронних систем, оскільки методологія інтегрованого управління саме і спрямована на передбачення, своєчасне реагування та запобігання таким явищам і небезпекам.

Література

1. Нижник Н.Р., Машков О.А. Системний підхід в організації державного управління: Навч. посіб. / За заг. ред. Н.Р. Нижник. Київ: Вид-во УАДУ, 1998. 160 с.
2. Нижник Н.Р., Машков О.А., Мосов С.П. Контроль у сфері державного управління. *Вісник УАДУ*, 1998. № 2. С. 23–31.
3. Кабушкін М.І. Основи менеджмента : підручник. Москва : Новое знание, 2009. 336 с.
4. Атаманчук Г.В. Теория государственного управления: учебное пособие. Москва : Омега-Л, 2013. 525 с.
5. Круглов М.І. Стратегическое управление компанией : навч. посібник. Москва : Руск. литер., 1998. 767 с.
6. Петрук Р.В. Наукове обґрунтування оптимальних форм інтегрованого управління екологічною безпекою непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів : дис. ... докт. тех. наук. Київ : ДЕАПОУ, 2020. 345 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД АВТОТРАНСПОРТНОГО ШУМУ В ШЕВЧЕНКІВСЬКОМУ РАЙОНІ М. ПОЛТАВА

Степова О.В., Серга Т.М.

Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»
пр. Першотравневий, 24, 36011, м. Полтава
alenastepovaja@gmail.com

Ці дослідження проведені відповідно до вимог, викладених у Декларації Європейського Союзу «Про оцінку шуму в навколишньому середовищі» й тісно пов'язані з вирішенням задач, що наведені в Законі України «Про забезпечення санітарного благополуччя населення».

У роботі на основі експериментальних досліджень здійснено оцінювання впливу шумового забруднення від автотранспорту на здоров'я населення Шевченківського району міста Полтава. Встановлено кількість мешканців району, які потрапляють в зони підвищеного шумового навантаження, проведено розрахунок величини ризиків для здоров'я населення, що мешкає в зонах підвищеного шуму та в цілому. В результаті експериментальних даних встановлено зв'язок між негативним впливом зовнішнього шуму, створюваним автотранспортом в Полтаві, і станом здоров'я міських мешканців, що вимагає проведення гігієнічних досліджень із застосуванням рекомендованої ВООЗ методології аналізу ризику. Встановлено, що понад 50% населення району дослідження міста більшу частину свого життя знаходяться на території, де рівень шуму перевищує допустиме значення для території біля житлових будинків в 55 дБА. Розраховано критерій потенційного ризику на здоров'я населення від впливу акустичного забруднення. Визначено, що за впливом зовнішнього шуму (період впливу 30 років) понад 30% населення району міста підпадають під критерій ризику «викликає побоювання» та 12% – під критерій «катастрофічний». У роботі досліджено залежність негативних порушень здоров'я жителів від рівнів шуму, в яких вони перебувають. Практичне значення роботи виявляється в оцінюванні фактору ризику для здоров'я населення від існуючого автотранспортного шумового навантаження Шевченківського району міста Полтава. Отримані дані дають змогу виявити рівні шумового забруднення, визначити кількість населення, що знаходиться під впливом шуму, оцінити наслідки впливу на здоров'я людей та обрати шумозахисні заходи.

Теоретичні положення та висновки доведені до рівня практичних рекомендацій щодо управління ризиками при впливі транспортного шуму на здоров'я населення й можуть бути використані у практичній діяльності органів і установ державного санітарного нагляду. *Ключові слова:* автомобільний транспорт, акустичне забруднення, екологічні ризики, здоров'я населення.

Determination of the risk of risk health from traffic noise in the shevchenkiv district of Poltava. Stepova O., Serga T.

These studies were conducted in accordance with the requirements set out in the Declaration of the European Union “On Environmental Noise Assessment” and are closely related to the solution of the problems set out in the Law of Ukraine “On Ensuring the Sanitary Welfare of the Population”.

In the work on the basis of experimental researches the estimation of influence of noise pollution from motor transport on health of the population of the Shevchenkivsky area of the city of Poltava is carried out. The number of residents of the district who fall into areas of high noise load has been determined, the magnitude of risks to the health of the population living in areas of high noise and in general has been calculated. As a result of experimental data, a link was established between the negative impact of external noise generated by vehicles in Poltava and the state of health of urban residents, which requires hygienic research, with the use of WHO-recommended risk analysis methodology. It has been established that more than 50% of the population of the study area of the city spend most of their lives in an area where the noise level exceeds the permissible value for the area near residential buildings by 55 dBA. The criterion of potential risk to public health from exposure to acoustic pollution has been calculated. It is determined that due to the influence of external noise (exposure period of 30 years) more than 30% of the population of the city area fall under the criterion of risk “causes concern” and 12% – “catastrophic”. The paper investigates the dependence of negative health disorders on the noise levels in which they are. The practical significance of the work is manifested in the assessment of the risk factor for public health from the existing traffic noise load of the Shevchenkivskyi district of Poltava. The data obtained make it possible to identify the levels of noise pollution, determine the number of people affected by noise, assess the effects on human health and choose noise protection measures.

Theoretical provisions and conclusions are brought to the level of practical recommendations for risk management in the impact of traffic noise on public health and can be used in the practice of bodies and institutions of state sanitary supervision *Key words:* road transport, acoustic pollution, environmental risks, public health.

Постановка проблеми. Шум – це нестійкі або випадкові акустичні коливання, що характеризуються випадковою зміною амплітуди і частоти [1]. Шум є однією з форм фізичного забруднення навколишнього природного середовища, а транспортний шум – це перевищення природного рівня шуму, спричинене роботою двигунів, колесами, гальмами

і аеродинамічними властивостями транспортного засобу [2]. Шумове забруднення не лише викликає роздратування, але також може бути значно небезпечним для здоров'я в короткостроковій і довгостроковій перспективі [3].

Шум є загальним фізіологічним подразником, який за певних обставин може впливати на цілу

низку органів та на людський організм в цілому. Лікарі стверджують, що ефект шуму може призвести до нервових, серцево-судинних захворювань, виразкової хвороби, розладів обмінних процесів та стану слухового апарату тощо.

У сучасних містах кількість транспорту щороку збільшується. Найбільше навантаження автотранспорту припадає на вулиці адміністративно-культурних центрів міст і магістралей, що зв'язують житлові райони з промисловими вузлами. За умови нераціональної організації транспортної мережі транзитний вантажний потік проходить через житлові райони, місця відпочинку, створюючи на прилеглий території високий рівень шуму [4; 5]. Шум, що виникає на проїжджій частині магістралі, розповсюджується не тільки на примігистральну територію, але й углиб житлової забудови.

Актуальність дослідження. Інтенсивність шумового забруднення збільшується постійно. Шум став постійним супутником людини із самого народження. Рівні транспортного шуму все частіше виходять за межі фізіологічної переносимості, оскільки кількість транспортних засобів неупинно зростає. Встановлено, що інтенсивний шум впливає на весь організм людини. Сучасна медицина вважає шум одним із грізних ворогів здоров'я людини. Тому встановлення зв'язку між негативним впливом зовнішнього шуму, створюваним автотранспортом у Полтаві, і станом здоров'я міських мешканців, що вимагає проведення гігієнічних досліджень із застосуванням рекомендованої ВООЗ методології аналізу ризику, є актуальним питанням сьогодення.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Робота виконана відповідно до вимог, викладених в Декларації Європейського Союзу «Про оцінку шуму в навколишньому середовищі», й тісно пов'язана з вирішенням задач, що наведені в Законі України «Про забезпечення санітарного благополуччя населення».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Огляд й аналіз праць вітчизняних та закордонних учених щодо аналізу сучасного стану науково-технічних досягнень з питань шкідливого впливу на здоров'я населення понаднормованого рівня шуму підкреслює актуальність зазначеної проблеми.

У теперішній час поняття «ризик» не має однозначного визначення. Відсутня не тільки загальноновизнана система термінів у оцінці ризику, але й неусвідомлена необхідність такої термінології, як підкреслює А.Б. Качинський [6]. Широко використовується набір спеціалізованих термінів, з яких найчастіше використовується «небезпека» (hazard) і «ризик» (risk). Спроби різних авторів розглядати ці терміни як синоніми з метою надати їм певного сенсу, на жаль, взаємно не узгоджені. Таке ставлення до них зберігається і в засобах масової інформації, пресі [7]. Тому дуже важливо дати якомога точніше, однозначне визначення цих базових понять, яке б

відображало існуючі взаємозв'язки і суперечності між суспільством, навколишнім середовищем і найновішими технологіями [6]. Джерелом небезпеки і ризику для здоров'я людини можуть бути суспільство, навколишнє середовище і техніка разом або кожний з цих факторів окремо, тобто можна виділити джерела небезпеки і ризику природного, соціального або природно-соціального генезу.

В умовах обмежених можливостей досягнення екологічної безпеки першорядним завданням є виявлення провідних причин додаткових випадків захворюваності і смертності, зумовлених впливом несприятливих чинників навколишнього середовища, і на цій основі визначення пріоритетів екологічної політики [8; 9]. Потреба у створенні ефективних способів обґрунтування і вибору управлінських рішень щодо регулювання впливу факторів навколишнього середовища на здоров'я людини стала стимулом для розвитку нового міждисциплінарного наукового напрямку – концепції екологічного ризику [8–10].

З точки зору впливу на здоров'я людини поняття «екологічний ризик» може бути сформульовано, як відношення величини можливої шкоди для здоров'я людини від дії шкідливого екологічного фактору за певний інтервал часу до нормованої величиною інтенсивності цього фактору [11; 12].

Проаналізовані роботи підтверджують, що фактор шуму має великий вплив на якість життя населення і стан урбанізованих територій, має статистичні значущі залежності від технічних параметрів автомашин і особливостей вулично-дорожньої мережі.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Встановлення зв'язку між впливом зовнішнього шуму, створюваним автотранспортом в Полтаві, і станом здоров'я міських мешканців, вимагає проведення гігієнічних досліджень із застосуванням рекомендованої ВООЗ методології аналізу ризику. **Метою роботи** є оцінка наслідків впливу шумового забруднення на мешканців Шевченківського району м. Полтава від автотранспорту. Об'єкт дослідження – вплив шумового забруднення від автотранспорту на здоров'я населення. Предмет дослідження – оцінювання величини ризику для здоров'я населення від проживання в зонах підвищеного шумового навантаження.

Методологічне або загальнонаукове значення. Практичне значення роботи виявляється в оцінюванні фактору ризику для здоров'я населення від існуючого автотранспортного шумового навантаження Шевченківського району міста Полтава. Отримані дані дадуть змогу виявити рівні шумового забруднення, визначити кількість населення, що знаходиться під впливом шуму, оцінити наслідки впливу на здоров'я людей та обрати шумозахисні заходи.

Теоретичні положення, висновки і рекомендації, наведені в магістерській роботі, доведені до рівня практичних рекомендацій щодо управління ризи-

ками при впливі транспортного шуму на здоров'я населення й можуть бути використані для використання в практичній діяльності органів і установ державного санітарного нагляду для: проведення комплексної державної санітарно-гігієнічної експертизи проектних рішень в сфері розміщення, будівництва нових об'єктів, реконструкції наявних, обґрунтування розміру санітарно-захисних зон промислових об'єктів; встановлення причин виникнення неінфекційних захворювань, зумовлених впливом факторів середовища проживання людини; обґрунтуванні пріоритетних заходів різних управлінських рішень, спрямованих на усунення або зниження до допустимого рівня ризику здоров'ю людини; проведенні санітарно-гігієнічного моніторингу.

Виклад основного матеріалу. Обраний район дослідження займає південно-західну частину міста Полтава (рис. 1), розташований на правому березі Ворскли, має загальну площу 2136,6 гектар, що складає 21% від загальної площі міста та є найбільш густонаселеним районом м. Полтава, кількість жителів сягає 139 000 осіб. Саме в Шевченківському районі зосереджено близько 60% промислового потенціалу всього міста.

Початком досліджень був етап ідентифікації небезпеки, який передбачав виявлення джерел акустичного забруднення навколишнього середовища і можливого їх впливу на людину й екосистеми. Акустично досліджувана територія включала в себе: транспортні дороги і придорожні житлові квартали

Шевченківського району міста Полтави. Для оцінки шумового забруднення цього району були організовані точки моніторингу за інтенсивністю автотранспортних потоків у години «пік» з урахуванням кількості автомобілів, їх швидкістю, руху в різних напрямках і кількістю смуг.

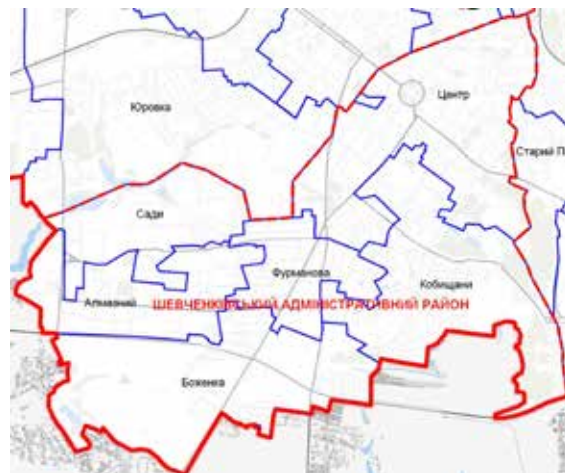


Рис. 1. Місце проведення дослідження оцінки ризику здоров'ю населення від впливу транспортного шуму в м. Полтава (Шевченківський район)

Для дослідження обрано 151 ділянку (дорогу), на якій проводилися вимірювання рівнів шуму за допомогою шумоміра Testo 815. Найбільші вулиці з них: вул. Соборності, вул. В'ячеслава

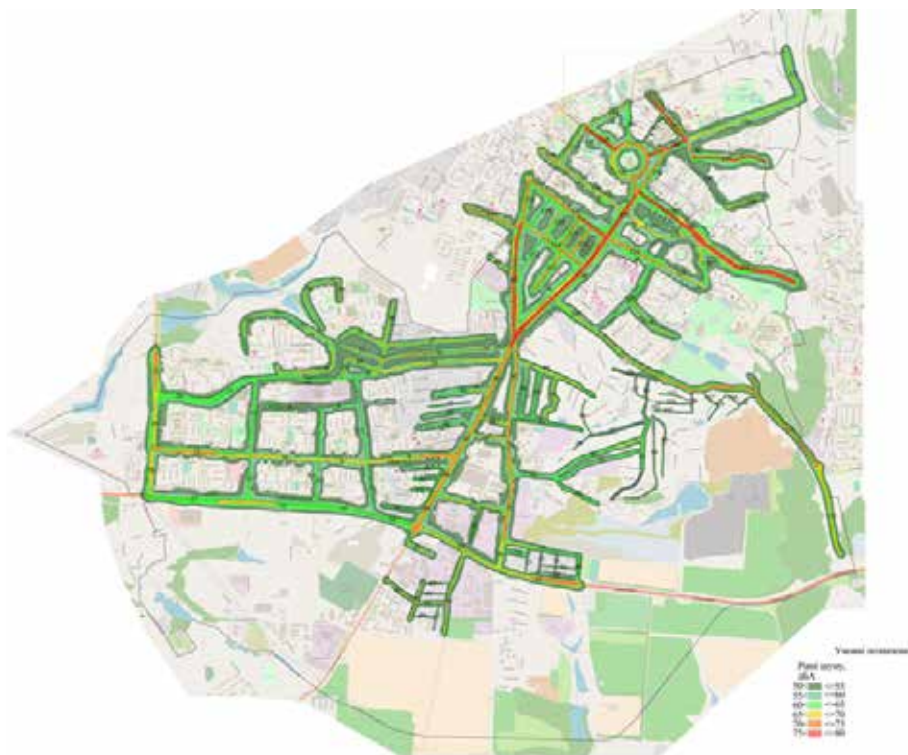


Рис. 2. Карта поширення шуму від автотранспортних доріг центральної частини міста Полтава

Чорновола, вул. Небесної Сотні, вул. Київське шосе, вул. Європейська, вул. Кагамлика, вул. Південна.

Максимальне автотранспортне навантаження спостерігається на вулицях Соборності, Європейській, Небесної Сотні та Київське шосе. Мінімальна кількість автомашин спостерігалася в так званих «спальних» районах міста.

За результатами побудовано карту поширення шуму від автотранспортних доріг Шевченківського району міста Полтава, де ізолініями зазначені рівні шуму (рис. 2). Визначено перелік адрес, які потрапляють в зону впливу шуму від автотранспорту, та встановлено кількість проживаючого населення на досліджуваній ділянці.

За зонами рівнів шуму було визначено кількість населення, що мешкає в певних шумових рамках (табл. 1).

У роботі виявлено найбільш небезпечні зони проживання населення під впливом автотранспортного шуму. В найбільш небезпечній зоні знаходиться 6 950 тис. осіб, що проживають по вул. Європейська, вул. Раїси Кириченко, вул. Небесної сотні, вул. Соборності, вул. Монастирська та вул. Володимира Козака.

Найменший рівень шуму становить 54,2 дБА на ділянці № 143 по вул. В'ячеслава Чорновола, а найвищий – 81,6 дБА на ділянці № 138 по вул. Соборності та 83,9 дБА на ділянці № 145 по вул. Володимира Козака.

Таблиця 1

Рівні зовнішнього шуму на відстані 2-х метрів від житлових будівель (на території житлової забудови)

Рівні шуму, дБА	Кількість проживаючого населення, осіб
Нижче впливу шуму від доріг	43 090
До 55	33 360
55–60	18 070
60–65	15 290
65–70	12 510
70–75	9 730
Більше 75	6 950

Для розрахунку ризиків здоров'ю населення застосовано інструкцію [13], де представлені методичні основи застосування оцінки ризику, порядок проведення процедури оцінки ризику, нормативні показники якісної оцінки ризику здоров'ю населення. Ця Інструкція підготовлена для фахівців органів і установ державного санітарного нагляду та інших зацікавлених, що займаються проблемами вивчення і оцінки впливу факторів навколишнього середовища на здоров'я населення.

Результати розрахунку критерію потенційного ризику на здоров'я населення міста Полтава по зовнішньому шуму для періодів впливу 30 та 70 років наведені в таблицях 2, 3 та на рисунках 3, 4.

Оцінивши дані розрахунків, зроблено висновок щодо залежності величини тривалості проживання населення на небезпечній території та збільшення ризику на здоров'я населення. Зі збільшенням рівню шуму ризик значно зростає.

В МР 2.1.10.0059-12 [14] вказані види порушень здоров'я населення в залежності від рівнів шуму автотранспорту. Порушення здоров'я населення Шевченківського району м. Полтава від шумового забруднення, вказані за [14], наведені у таблиці 4.

Виходячи з даних таблиці можна зробити висновок, що шум завдає досить значну шкоду здоров'ю населення. Чим триваліший вплив акустичного забруднення, тим гірші наслідки для населення. Шум може викликати швидкий розвиток вже хронічних хвороб і скорочує тривалість життя в межах 8–12 років.

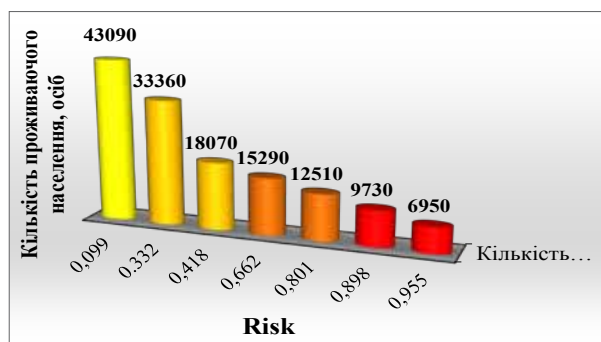


Рис. 3. Відношення кількості населення до потенційного ризику від впливу зовнішнього шуму

Таблиця 2

Результати розрахунку критерію потенційного ризику на здоров'я населення міста Полтава по зовнішньому шуму (період впливу 30 років)

Рівні шуму, дБА	Кількість проживаючого населення, осіб	Prob	Risk	Критерій потенційного ризику
45	43 090	1,287	0,099	викликає побоювання
55	33 360	0,434	0,332	небезпечний
60	18 070	0,207	0,418	небезпечний
65	15 290	0,418	0,662	надзвичайно небезпечний
70	12 510	0,845	0,801	надзвичайно небезпечний
75	9 730	1,272	0,898	катастрофічний
80	6 950	1,698	0,955	катастрофічний

Таким чином, встановлено, що 62 550 осіб більшу частину свого життя знаходяться на території, де рівень шуму перевищує допустиме значення для території біля житлових будинків в 55 дБА. Найбільш небезпечні зони для проживання населення зафіксовані по вул. Європейська, вул. Раїси Кириченко, вул. Небесної сотні, вул. Соборності,

вул. Монастирська та вул. Володимира Козака. В зоні найбільш небезпечного шуму проживає 6 950 осіб.

Встановлено, що найменший рівень шуму становить 54,2 дБА на ділянці № 143 по вул. В'ячеслава Чорновола, а найвищий – 81,6 дБА на ділянці № 138 по вул. Соборності та 83,9 дБА на ділянці № 145 по вул. Володимира Козака. Розраховано критері-

Таблиця 3

Результати розрахунку критерію потенційного ризику на здоров'я населення міста Полтава по зовнішньому шуму (період впливу 70 років)

Рівні шуму, дБА	Кількість проживаючого населення, осіб	Prob	Risk	Критерій потенційного ризику
45	43 090	0,973	0,165	небезпечний
55	33 360	0,120	0,452	надзвичайно небезпечний
60	18 070	0,306	0,620	надзвичайно небезпечний
65	15 290	0,733	0,768	надзвичайно небезпечний
70	12 510	1,159	0,877	катастрофічний
75	9 730	1,586	0,944	катастрофічний
80	6 950	2,012	0,978	катастрофічний

Таблиця 4

Види порушень здоров'я населення Шевченківського району міста Полтава від впливу автотранспортного шуму

Рівні шуму, дБА	Кількість проживаючого населення	Види порушення здоров'я
45	43 090	1. Нервозність (нервове напруження, роздратування) 2. Розлад сну 3. Когнітивні порушення
55	33 360	1. Нервозність (нервове напруження, роздратування) 2. Розлад сну 3. Когнітивні порушення 4. Шум у вухах 5. Вегето-судинна дистонія
60	18 070	
65	15 290	
70	12 510	
75	9 730	1. Нервозність (нервове напруження, роздратування) 2. Розлад сну 3. Когнітивні порушення 4. Шум у вухах 5. Вегето-судинна дистонія 6. Підвищення кров'яного тиску неспецифічне, без діагнозу гіпертензії 7. Гіпертензивна хвороба серця 8. Ішемічна хвороба серця 9. Стенокардія 10. Інфаркт міокарда
80	6 950	1. Нервозність (нервове напруження, роздратування) 2. Розлад сну 3. Когнітивні порушення 4. Шум у вухах 5. Вегето-судинна дистонія 6. Підвищення кров'яного тиску неспецифічне, без діагнозу гіпертензії 7. Гіпертензивна хвороба серця 8. Ішемічна хвороба серця 9. Стенокардія 10. Інфаркт міокарда 11. Кондуктивна і нейросенсорна втрата слуху 12. Втрата слуху, викликана шумом

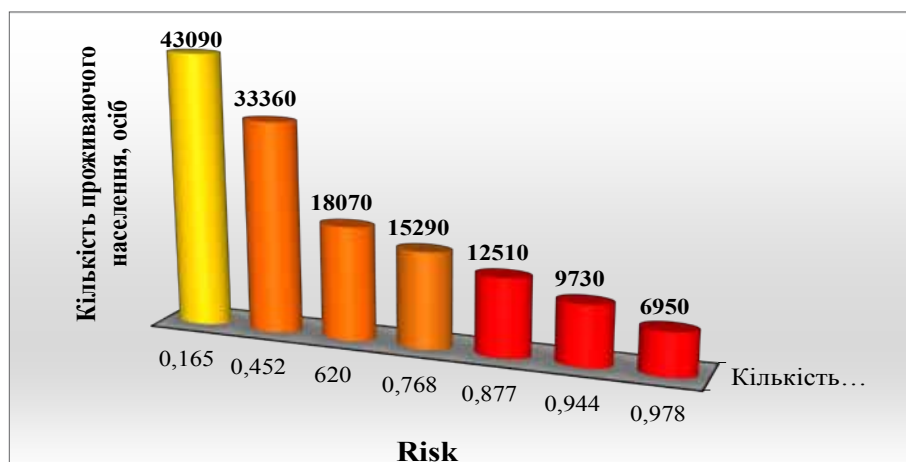


Рис. 4. Відношення кількості населення до потенційного ризику від впливу зовнішнього шуму

рій потенційного ризику на здоров'я населення від впливу акустичного забруднення. Визначено, що за впливом зовнішнього шуму (період впливу 30 років) 43 090 осіб (31%) підпадають під критерій ризику

«викликає побоювання», 51 430 осіб (37%) належать до критерію «небезпечний», 27 800 осіб (20%) входять до категорії ризику «надзвичайно небезпечний» та 16 680 осіб (12%) – «катастрофічний».

Література

- ДБН В.1.1-31: 2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму». Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій». 2014. 85 с.
- Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В., Говорун А.Г., Корпач А.О., Мержиєвська Л.П. Екологія та автомобільний транспорт: Навчальний посібник. Київ : Арістей. 2006. 292 с.
- Marathe P. D. Turning Down the Volume on Road Traffic. IJED : Vol. 9. No. 1. P. 63-68.
- Гончарук Є.І. Комунальна гігієна. Київ : Здоров'я. 2006. 792 с.
- Карагодина Л. И. Город и шум. Природа. Москва: 1993. 126 с.
- Качинський А.Б., Сердюк А.М. Методологічні основи ризику в медико-екологічних дослідженнях та його значення для екологічної безпеки України. *Лікарська справа*. 1995. № 3–4. С. 5–15.
- Сутокская И.В., Авхименко М.М. О риске, связанном с неблагоприятным воздействием факторов окружающей среды, и её восприятие населением (зарубежный опыт). *Гигиена и санитария*. 1993. № 4. С. 60–62.
- Авалиани С.Л. Основные этапы внедрения методологии оценки риска в России. URL: <http://erh.ru>.
- Габова И.Я., Струкова М.Н. Экология современного производства. *Экология современного производства*. 2005. № 10 (15). С. 30–36/
- Рахманин Ю.А. Методы оценки соответствия: научно-практический журнал для органов по сертификации, лабораторий, отделов качества и технического контроля. *Стандарты и качество*. 2009. № 11. С. 8–10.
- Theodore M.K. Introduction to Environmental Management. NY: CRC Press. CRC Press. Boca Raton. FL. 2010. 266 p.
- WHO/IPCS. Environmental health Criteria 214: Human Exposure Assessment. Geneva. 2000. 422 p.
- Инструкция 2.1.8.10–12–3–2005 «Оценка риска здоровью населения от воздействия шума в условиях населенных мест». Утвержд. Белорусской госуд. санит.-эпид. службой от 22.02 2005 г.
- МР 2.1.10.0059-12. Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума: методические рекомендации. Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2011. 40 с.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Абідов Султан Турсунович (Київ) – кандидат технічних наук, професор кафедри екологічної безпеки, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.

Андрєєвська Галина Михайлівна (Одеса) – кандидат географічних наук, доцент кафедри інженерних конструкцій та водних досліджень, Одеський національний морський університет.

Барсукова Олена Анатоліївна (Одеса) – кандидат географічних наук, доцент кафедри агрометеорології та агроєкології, Одеський державний екологічний університет.

Бикова Марія Дмитрівна (Київ) – кандидат географічних наук, асистент кафедри туризму, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова.

Боброва Марія Сергіївна (Кропивницький) – кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри біології та методики її викладання, Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка.

Бондар Олександр Богданович (Кременець) – кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри біології, екології та методик їх навчання, Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія імені Тараса Шевченка.

Бондар Олександр Іванович (Київ) – доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України, ректор, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.

Бордюг Наталія Сергіївна (Житомир) – доктор педагогічних наук, доцент, професор кафедри екологічної безпеки та економіки природокористування, Поліський національний університет.

Василенко Ольга Миколаївна (Житомир) – кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та географії, Житомирський державний університет імені Івана Франка.

Власенко Руслана Петрівна (Житомир) – кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та географії, Житомирський державний університет імені Івана Франка.

Власюк Володимир Павлович (Житомир) – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри експлуатації лісових ресурсів та деревообробних технологій, Поліський національний університет.

Ворона Сергій Олександрович (Кропивницький) – завідувач сектору біологічних досліджень та обліку, Кіровоградський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр Міністерства внутрішніх справ України.

Галкіна Олена Павлівна (Харків) – кандидат технічних наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення і очищення вод, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова.

Гарбар Діана Анатоліївна (Житомир) – кандидат біологічних наук, доцент кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи, Житомирський державний університет імені Івана Франка.

Гнатів Ігор Романович (Дубляни) – аспірант кафедри екології, Львівський національний аграрний університет.

Гончарова Людмила Дмитрівна (Одеса) – кандидат географічних наук, доцент кафедри метеорології та кліматології, Одеський державний екологічний університет.

Гопцій Марина Володимирівна (Одеса) – кандидат географічних наук, старший викладач кафедри гідрології суші, Одеський державний екологічний університет.

Гура Костянтин Юрійович (Київ) – голова, Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України.

Давидова Ірина Володимирівна (Житомир) – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри екології, Державний університет «Житомирська політехніка».

Демидов Олександр Анатолійович (с. Центральне) – доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України, директор, Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла Національної академії аграрних наук України.

Демчук Наталія Станіславівна (Житомир) – кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри екології та географії, Житомирський державний університет імені Івана Франка.

Жаврида Дар'я Євгеніївна (Обухів) – аспірант, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, голова, Благодійна організація «Благодійний фонд еколого-рекреаційного та спортивного розвитку».

Зарічна Мирослава Сергіївна (Житомир) – магістрантка кафедри екології та географії, Житомирський державний університет імені Івана Франка.

Кірейцева Ганна Вікторівна (Житомир) – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри екології, Державний університет «Житомирська політехніка».

Ковпак Анна Василівна (Київ) – здобувач доктора філософії кафедри екології агросфери та екологічного контролю, Національний університет біоресурсів і природокористування України.

Колосовська Валерія Валеріївна (Одеса) – кандидат географічних наук, асистент кафедри агрометеорології та агроекології, Одеський державний екологічний університет.

Корбут Марія Броніславівна (Житомир) – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри екології, Державний університет «Житомирська політехніка».

Коробчук Людмила Іванівна (Луцьк) – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри екології та агрономії, Луцький національний технічний університет.

Костюк Віталій Степанович (Житомир) – кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри екології та географії, Житомирський державний університет імені Івана Франка.

Костюкєвич Тетяна Костянтинівна (Одеса) – кандидат географічних наук, асистент кафедри агрометеорології та агроекології, Одеський державний екологічний університет.

Кравцов Олександр Анатолійович (Запоріжжя) – спеціаліст біологічного факультету, Запорізький національний університет.

Кравченко Інна Василівна (Сєвєродонецьк) – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри хімічної інженерії та екології, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля.

Красова Ольга Олександрівна (Кривий Ріг) – кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу оптимізації техногенних ландшафтів, Криворізький ботанічний сад Національної академії наук України.

Кратюк Олександр Леонідович (Житомир) – кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри експлуатації лісових ресурсів та деревообробних технологій, Поліський національний університет.

Куницький Сергій Олегович (Рівне) – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Національний університет водного господарства та природокористування.

Кущенко Лілія Вікторівна (Одеса) – здобувач кафедри гідрології суші, Одеський державний екологічний університет.

Лаврінєнко Вікторія Михайлівна (Київ) – кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри екології факультету природничо-географічної освіти та екології, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова.

Лесь Анастасія Володимирівна (Житомир) – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри екологічної безпеки та економіки природокористування, Поліський національний університет.

Люленко Світлана Олександрівна (Умань) – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри біології та методики її навчання, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

Машіка Ганна Василівна (Ужгород) – доктор географічних наук, професор кафедри туризму, Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет».

Машков Олег Альбертович (Київ) – доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.

Мельник Вікторія Вікторівна (Житомир) – кандидат сільськогосподарських наук, асистент кафедри екології, Державний університет «Житомирська політехніка».

Мисковець Ірина Ярославівна (Луцьк) – кандидат географічних наук, доцент кафедри екології та агрономії, Луцький національний технічний університет.

Міненко Сергій Вікторович (Житомир) – кандидат технічних наук, доцент кафедри машинобудування та сервісу технологічних систем, Поліський національний університет.

Мовчан Сергій Васильович (Кропивницький) – викладач кафедри географії та геоєкології, Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка.

Мороз Леся Миколаївна (Умань) – кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та методики її навчання, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

Накемпій Олена Костянтинівна (Київ) – старший викладач кафедри екології та економіки довкілля, Технічний університет «Метінвест політехніка».

Овчарук Валерія Анатоліївна (Одеса) – доктор географічних наук, доцент, директор навчально-наукового гідрометеорологічного інституту, Одеський державний екологічний університет.

Павленко Анатолій Олегович (Кривий Ріг) – провідний інженер відділу оптимізації техногенних ландшафтів, Криворізький ботанічний сад Національної академії наук України.

Петрук Василь Григорович (Вінниця) – доктор технічних наук, професор, директор, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля Вінницького національного технічного університету.

Пикало Сергій Володимирович (с. Центральне) – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу біотехнології, генетики і фізіології, Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла Національної академії аграрних наук України.

Пікареня Дмитро Сергійович (Дніпро) – доктор геологічних наук, професор кафедри екології та економіки довкілля, Технічний університет «Метінвест політехніка».

Подзерей Роман Вікторович (Умань) – викладач кафедри хімії екології та методики їх навчання, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

Пологовська Юлія Юріївна (Київ) – викладач кафедри географії, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова.

Прокопик Наталія Іванівна (с. Центральне) – молодший науковий співробітник відділу біотехнології, генетики і фізіології, Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла Національної академії аграрних наук України.

Прокоф'єв Олег Милославович (Одеса) – кандидат географічних наук, доцент кафедри метеорології та кліматології, Одеський державний екологічний університет.

Ращенко Анастасія Вікторівна (Житомир) – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри екологічної безпеки та економіки природокористування, Поліський національний університет.

Рибак Василь Оксентійович (Житомир) – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, професор кафедри експлуатації лісових ресурсів та деревообробних технологій, Поліський національний університет.

Рибка Катерина Миколаївна (с. Центральне) – кандидат біологічних наук, науковий співробітник лабораторії патентно-кон'юнктурних досліджень, економіки та інтелектуальної власності, Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН України.

Риженко Наталія Олександрівна (Київ) – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри екології та екологічного контролю, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.

Романь Анатолій Михайлович (Київ) – кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та економіки довкілля, Технічний університет «Метінвест політехніка».

Саварін Олександр Олександрович (Гомель) – кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології, Гомельський державний університет імені Франциска Скорини.

Савченко Василь Миколайович (Житомир) – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем, Поліський національний університет.

Савченко Людмила Григорівна (Житомир) – кандидат історичних наук, доцент кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології, Поліський національний університет.

Серга Тетяна Миколаївна (Полтава) – магістрант 1 курсу, спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища», Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

Степова Олена Валеріївна (Полтава) – доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри прикладної екології та природокористування, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

Строкаль Віта Петрівна (Київ) – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри екології агросфери та екологічного контролю, Національний університет біоресурсів і природокористування України.

Толмачова Алла Вікторівна (Одеса) – кандидат географічних наук, завідувач навчальної лабораторії екології рослин та ґрунтознавства кафедри агрометеорології та агроекології, Одеський державний екологічний університет.

Трускавецька Ірина Ярославівна (Переяслав) – кандидат історичних наук, доцент кафедри біології і методики навчання, Університет Григорія Сковороди в Переяславі.

Ульдякова Людмила Анатоліївна (Кропивницький) – асистент кафедри загальної та біологічної хімії № 2, Донецький національний медичний університет.

Фінін Георгій Семенович (Київ) – доктор фізико-математичних наук, професор, перший проректор з науково-педагогічної роботи, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.

Харченко Михайло Володимирович (с. Центральне) – кандидат сільськогосподарських наук, науковий співробітник відділу біотехнології, генетики і фізіології, Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла Національної академії аграрних наук України.

Хом'як Іван Владиславович (Житомир) – кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та географії, Житомирський державний університет імені Івана Франка.

Шевченко Роман Юрійович (Київ) – кандидат географічних наук, завідувач кафедри екологічного моніторингу, геоінформаційних та аерокосмічних технологій, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.

Юрченко Тетяна Василівна (с. Центральне) – кандидат сільськогосподарських наук, завідувач відділу біотехнології, генетики і фізіології, Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла Національної академії аграрних наук України.

НОТАТКИ

Наукове видання

ЕКОЛОГІЧНІ НАУКИ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

2(35)

- **Загальні проблеми екологічної безпеки**
- **Екологічний моніторинг**
- **Екологія водних ресурсів**
- **Екологія і виробництво**
- **Екологія та економіка природних ресурсів**
- **Теоретична екологія**
- **Біологічна безпека**
- **Зміна клімату**
- **Збереження біологічного та ландшафтного різноманіття**
- **Розвиток природно-заповідного фонду України**
- **Загальні проблеми екологічної безпеки**

Адреса редакції:

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корпус 2, Київ, 03035;
тел. +380 99 428 67 00;
www.ecoj.dea.kiev.ua
e-mail: info@ecoj.dea.kiev.ua

Видавничий дім «Гельветика»

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6424 від 04.10.2018
Україна, 65101, м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1
Тел. +38 (048) 709 38 69, +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua

Підписано до друку 04.06.2021. Формат 64x84/8.

Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman. Цифровий друк.
Ум. друк. арк. 19,99. Тираж 100. Замовлення № 0721/232.
Ціна договірна. Віддруковано з готового оригінал-макета