

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИВАТНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "ЄВРОПЕЙСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ"
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНУ



ПЕРША ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

“СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ”
21-22 березня 2024 року, ПВНЗ “Європейський університет”,
Київ, Україна

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ



КИЇВ 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИВАТНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "ЄВРОПЕЙСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ"
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНУ



ПЕРША ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

“СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ”

21-22 березня 2024 року, ПВНЗ "Європейський університет"

Київ, Україна

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

КИЇВ 2024

Сучасні екологічні виклики в Україні та світі: зб. наук. праць за матеріалами Першої Всеукраїнської науково-практичної конференції, 21-22 березня 2024 року, ПВНЗ "Європейський університет", Київ, Україна. Упорядники: Андрейченко С.В., Курчій Б.О. Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2024. 170 с.

Modern Environmental Challenges in Ukraine and in the World: Proceedings of the First All-Ukrainian Scientific and Practical Conference, 21-22 March 2024, PHEI "European University", Kyiv, Ukraine. Compiled by Andreychenko S.V. and Kurchii B.A. Kyiv: Editorial department of NUBIP of Ukraine, 2024. 170 p.

ISBN 978-617-8368-33-3

У збірнику включено наукові праці Першої Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні екологічні виклики в Україні та світі», яка відбулася у Приватному вищому навчальному закладі "Європейський університет" 21-22 березня 2024 року.

На пленарній сесії було заслухано 21 доповідь провідних вчених з університетів і науково-дослідних інститутів України. Стендові доповіді представлені 13 учасниками.

Доповіді друкуються в авторській редакції. Автори матеріалів несуть повну відповідальність за достовірність та оригінальність інформації, коректність цитування наукових публікацій.

Матеріали будуть актуальними для студентів, науковців і викладачів у галузі екології, а також широкого кола читачів.

The collection of conference proceedings includes scientific works of the First All-Ukrainian Scientific and Practical Conference "Modern Environmental Challenges in Ukraine and the World", which was held at the Private Higher Educational Institution "European University" on March 21-22, 2024.

At the plenary session 21 reports of leading scientists from the universities and research institutes of Ukraine were presented. The poster section included 13 reports. The reports are printed in the author's edition. The authors of the materials are fully responsible for the reliability and originality of the information, the correctness of the citation of scientific publications.

The materials will be relevant for students, teachers and ecology branch, as well as a wide circle of readers.

Друкується за рішенням організаційного комітету.

© Колектив авторів, 2024
Замовлення паперових варіантів книги
надсилайте на E-mail: kurchii@gmail.com

ПЕРЕДМОВА

Матеріали даного видання містять доповіді Першої Всеукраїнської науково-практичної конференції "Сучасні екологічні виклики в Україні та світі", що відбулась в ПВНЗ "Європейському університеті" в м. Києві 21-22 березня 2024 року. Конференція присвячена Всесвітньому дню відновлення природи, котрий вперше на планеті Земля почали відзначати 20 березня поточного року. Доповіді представлені як відомими вченими, так і студентською молоддю з різних університетів і академічних інститутів, а також представниками аграрної і медичної сфери. Слід зазначити, що головною думкою всіх учасників було занепокоєння глобальними змінами клімату, температурними аномаліями, забрудненням атмосферного повітря, гідросфери і літосфери токсичними елементами, ерозією ґрунтів, опустошенням аграрних земель, зростаючим антропогенним навантаженням на довкілля. Особливу тривогу викликає воєнна інтервенція РФ в Україні і шантаж кремлівських господарів ядерним бомбардуванням. І це на фоні того факту, що як рослини, так і тварини після 32 років Чорнобильської аварії містять значно вищі кількості радіонуклідів у всіх досліджених регіонах України. В доповідях представлені аномалії іхтіофауни водойм ряду областей України. Спільна думка учасників така, що треба негайно протистояти негативним тенденціям руйнування природного стану довкілля. По кожній доповіді відбувалась жвава дискусія, бо виникало багато цікавих питань. Зрештою всі учасники конференції прийшли до спільного висновку, що такі зустрічі слід проводити кожного року, оскільки це дасть змогу обмінятися інформацією, краще познайомитись з критичними думками спеціалістів з проблем екології в Україні, протидіяти руйнуванню довкілля і, головне, пропонувати шляхи виходу із нинішньої ситуації в Україні і світовому просторі. Безумовно, публікація матеріалів конференції буде цікава не тільки екологам, а також широкому колу читачів, котрим доля як України, так і світової спільноти не байдужа.

С.В. Андрейченко

**ПЕРША ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
“СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ”
21-22 березня 2024 року, ПВНЗ "Європейський університет"
Київ, Україна**

Організаційний комітет конференції

Голова оргкомітету: *Тимошенко О.І., д. філос. н., професор.*

Голова Асоціації навчальних закладів України приватної форми власності.

Ректор ПВНЗ «Європейський університет».

Заступники голови оргкомітету

Андрейченко С.В., д. біол. н., професор, професор кафедри екології та ландшафтного дизайну Європейського університету.

Гудзь Ю.Ф., д. екон. н., доцент, проректор з наукової роботи Європейського університету.

Тимошенко А.О., д. екон. н., доцент, проректор з фінансово-економічних питань Європейського університету.

Члени оргкомітету

Амбер А.Ю., декан факультету економіки та менеджменту (Європейський університет).

Боголюбов В.М., д. пед. н., професор, академік АН ВШ України (Національний університет біоресурсів і природокористування України).

Бондар Ю.О., к. біол. н. (Європейський університет).

Бреус С.В., д. екон. н., професор (Європейський університет).

Гудков І.М., д. біол. н., професор, академік НААН України (Національний університет біоресурсів і природокористування України).

Гудков Д.І., д. біол. н., професор, чл.-кор. НАН України (Інститут гідробіології НАН України).

Засанський В.В., д. екон. н., професор (Європейський університет).

Карамушка В.І., к. біол. н., доцент (Національний університет «Києво-Могилянська академія»).

Кравець О.П., д. біол. н., ст. наук. співроб. (Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України).

Курбатова І.М., д. біол. н., професор (Національний університет біоресурсів і природокористування України).

Стасик О.О., д. біол. н., чл.-кор. НАН України (Інститут фізіології рослин і генетики НАН України).

Чайка В.М., д. с-г. н., професор (Інститут захисту рослин НААН України).

Секретаріат конференції

Відповідальний секретар

Курчій Б.О., д. біол. н. (Європейський університет)

Заступник відповідального секретаря

Марченко О.А., к. біол. н. (Європейський університет)

Члени секретаріату:

Пустова С.О. (Європейський університет)

Фірова А.В. (Європейський університет)

Чепель А.К. (Європейський університет)

Напрями роботи конференції

- Раціональне природокористування та сучасний стан довкілля.
- Довкільні виклики України в сучасних умовах.
- Сталий розвиток суспільства та зміни клімату на планеті.
- Моніторинг навколишнього середовища: сучасні підходи.
- Управління та поводження з твердими відходами у військовий час та за воєнних дій.
- Реалізація ідей циркулярної економіки за умов підвищених зовнішніх ризиків.
- Екологічні засади інтродукції та збагачення біорізноманіття.
- Екологічна освіта: стратегія розвитку.
- Євроінтеграція України та міжнародне екологічне співробітництво.
- Медико-екологічні та соціальні проблеми сучасності.
- Екологічна безпека та технології захисту навколишнього середовища.
- Техногенна безпека та екологічні наслідки воєнних дій.
- Радіаційна безпека та радіаційних захист населення.
- Біологічна безпека і збереження біорізноманіття, земельних та водних ресурсів.

**Перша Всеукраїнська науково-практична конференція
“Сучасні екологічні виклики в Україні та світі”
21-22 березня 2024 року, ПВНЗ “Європейський університет”
Київ, Україна**

**ПРОГРАМА
21 березня 2024 р., четвер**

9:00_Реєстрація учасників конференції

10:00_Відкриття конференції

Модератори засідання:

С.В. Андрейченко, д. б. н., професор,

Ю.Ф. Гудзь, д. екон. н., доцент.

10:05_Вітальне слово до учасників конференції ректора «Європейського університету» О.І. Тимошенко і проректора «Європейського університету» С.М. Ягодзінського (очно).

10:15_І.М. Гудков, д. б. н., професор, академік НААН України

(Національний університет біоресурсів та природокористування України)

«Довготривале радіоактивне забруднення аграрної сфери як один з основних уражуючих чинників можливого ядерного конфлікту», 20 хв (очно).

10:40_С.Г. Бойченко, д. геогр. н., доцент

(Національний університет “Києво-Могилянська академія”)

«Інтеграція науково-обґрунтованої практики в освітній процес з питань екології та зміни клімату з врахуванням наслідків війни в Україні», 20 хв (очно).

11:05_Ю.А. Кондратова, к. б. н.

(Акціонерне товариство “Фармак”)

«Екологічні аспекти на сучасному фармацевтичному виробництві», 30 хв (очно).

11:40_Б.О. Курчій, д. б. н., ст. наук. співробітник

(ПВНЗ “Європейський Університет”)

«Прогнози в екології як стратегія науково-технічного розвитку», 15 хв (очно).

12:00_І.М. Курбатова, д. б. н., професор

(Національний університет біоресурсів та природокористування України)

«Вплив нандролону на розвиток ікри, гематологічні показники, обмін речовин та фракційний склад білків плазми крові коропа (*Cyprinos carpio* L.)», 20 хв (очно).

12:25_В.В. Засанський, д. екон. н., професор

(ПВНЗ “Європейський університет”)

«Економічні аспекти забезпечення екологічної безпеки за умов воєнних дій», 20 хв (очно).

12:50_Б.О. Король, магістр

(Національний університет “Києво-Могилянська академія”)

«Довкільні виклики на Дніпропетровщині в сучасних умовах», 10 хв (дистанційно).

13:00_Перерва (кава-брейк)

14:00_С.В. Літвінов, к. б. н.

(Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України)

«Перспективні фізіологічні, біохімічні та молекулярно-біологічні маркети стресових реакцій квіткових рослин», 20 хв (очно).

14:25_І.Г. Вишенська, к. б. н., доцент

(Національний університет “Києво-Могилянська академія”)

«Природні та інвазійні деревні види рослин для повоєнного відновлення міст України», 20 хв (очно).

14:50_О.М. Міхеєв, д. б. н., ст. наук. співробітник

(Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України)

«Використання гідрофітної системи типу біоплато для відновлення якості забруднених важкими металами та радіонуклідами вод», 20 хв (очно).

15:15_С.О. Пустова, доцент

(ПВНЗ “Європейський Університет”)

«Вода для сталого розвитку «До Всесвітнього дня охорони водних ресурсів», 15 хв (очно).

15:35_Г.М. Чоботько, д. б. н., професор

(Інститут агроекології та природокористування НААН України)

«Наукові основи відродження радіоактивно забруднених територій Українського Полісся», 20 хв (очно).

16:00_В.М. Боголюбов, д. пед. н., професор, академік АН ВШ України
(*Національний університет біоресурсів та природокористування України*)
«Екологічна освіта як складова сталого розвитку», 30 хв (дистанційно).

16:35_С.В. Бойченко, д. техн. н., професор
(*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*)
«Екологістика, утилізація та рециклінг відходів – ключові технологічні інструменти декарбонізації економіки», 20 хв (дистанційно).

22 березня 2024 р., п'ятниця

Модератори засідання:

Ю.Ф. Гудзь, д. екон. н., доцент,
С.В. Андрейченко, д. б. н., професор.

10:00_Д.І. Гудков, д. б. н., професор, чл.-кор. НАН України
(*Інститут гідробіології НАН України*)
«Водні тварини і рослини у Чорнобильській зоні відчуження: радіонуклідне забруднення, дози опромінення, біологічні ефекти», 30 хв (очно).

10:35_О.М. Волкова, д. б. н., ст. наук. співробітник
(*Інститут гідробіології НАН України*)
«Радіонукліди Чорнобильського походження у гідробіонтах різних водойм України», 20 хв (очно).

11:00_О.О. Стасик, д. б. н., чл.-кор. НАН України
(*Інститут фізіології рослин та генетики НАН України*)
«Варіабельність активності фотосинтетичного апарату в сортів озимої пшениці за оптимальних та стресових умов», 20 хв (очно).

11:25_В.І. Карамушка, к. б. н., доцент
(*Національний університет “Києво-Могилянська академія”*)
«Опосередковані наслідки впливу воєнної агресії РФ на природне довкілля України», 20 хв (очно).

11:50_С.В. Андрейченко, д. б. н., професор
(*ПВНЗ “Європейський Університет”*)

«The diversity of morphologic and biochemical abnormalities of human sperm under chronic ionizing irradiation», 30 хв (очно).

12:25_І.А. Діденко, к. с.-г. н., доцент
(ПВНЗ «Європейський Університет»)

«Стратегія відновлення природно-ресурсного потенціалу Українського Полісся в умовах сьогодення», 15 хв (очно).

12:45_Ю.О. Бондар, к. б. н., доцент
(ПВНЗ «Європейський Університет»)

«Екологічна та економічна оцінка установки для переробки відходів “Вогник”», 15 хв (очно).

13:00_Перерва (кава-брейк)

14:00_Ю.Ф. Гудзь, д. екон. н., доцент
(ПВНЗ «Європейський Університет»)

«Екологічні виклики АПК під час війни», 20 хв (очно).

14:25_О.А. Марченко, к. б. н., доцент
(ПВНЗ «Європейський Університет»)

«Особливості впливу деяких інсектицидів на мікробіом ґрунту», 15 хв (очно).

14:45_А.В. Клепко, д. б. н., ст. наук. співробітник
(Національний університет біоресурсів та природокористування України)

«Радіаційна безпека в умовах воєнного стану та повоєнної відбудови України», 15 хв (очно).

15:10_О.В. Тогачинська, к. б. н., доцент
(Національний університет харчових технологій)

«Екологічна безпека ґрунтів та нормування їх якості», 15 хв (очно).

15:30_Прийняття резолюції конференції

15:35_Заключне слово проректора «Європейського університету»
Ю.Ф. Гудзя (очно).

З М І С Т

<i>Тимошенко О.І.,</i> <i>Ягодзінський С.М.</i>	Екологічна безпека України: глобальні стратегії та регіональні контексти	15
--	---	----

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

<i>Гудков І.М.</i>	Довготривале радіоактивне забруднення аграрної сфери як один з основних уражуючих чинників можливого ядерного конфлікту	19
<i>Хлобистов Є.В.</i> <i>Бойченко С.Г.</i> <i>Карамушка В.І.</i> <i>Кучма Т.Л.</i>	Інтеграція науково-обґрунтованої практики в освітній процес з питань екології та зміни клімату з врахуванням наслідків війни в Україні	23
<i>Кондратова Ю.А.</i> <i>Нелюб Н.В.</i> <i>Очерклевич Н.З.</i> <i>Вороніна Я.П.</i>	Екологічні аспекти на сучасному фармацевтичному виробництві	29
<i>Курчій Б.О.</i>	Прогнози в екології як стратегії науково- технічного розвитку	33
<i>Король Б.О.</i> <i>Бойченко С.Г.</i>	Довкільні виклики на Дніпропетровщині в сучасних умовах	42
<i>Літвінов С.В.</i> <i>Рашидов Н.М.</i> <i>Кравець О.П.</i> <i>Куцоконь Н.К.</i> <i>Шиліна Ю.В.</i> <i>Пчеловська С.А.</i> <i>Льошина Л.Г.</i> <i>Булко О.В.</i> <i>Жук В.В.</i> <i>Соколова Д.О.</i> <i>Нестеренко О.Г.</i> <i>Бережна В.В.</i> <i>Сакада В.І.</i> <i>Данченко М.М.</i> <i>Кривохижа М.В.</i> <i>Тонкаль Л.В.</i>	Перспективні фізіологічні, біохімічні та молекулярно-біологічні маркети стресових реакцій квіткових рослин	48

Вишенська І.Г. Козак О.М.	Природні та інвазійні деревні види рослин для повоєнного відновлення міст України	51
Міхєєв О.М. Лапань О.В. Маджд С.М.	Використання гідрофітної системи типу біоплато для відновлення якості забруднених важкими металами та радіонуклідами вод	55
Пустова С.О.	Вода для сталого розвитку	61
Чоботько Г.М. Райчук Л.А., Швиденко І.К.	Віддалені радіобіологічні наслідки аварії на ЧАЕС.	64
Боголюбов В.М. Пустова С.О.	Екологічна освіта як складова сталого розвитку ...	69
Гудков Д.І. Казлян О.Є. Кіреєв С.І. Поморцева Н.Л. Шевцова Н.Л. Беляєв В.В. Зуб Л.М. Прокопук М.С. Ганжа Х.Д. Пришляк С.П. Пархоменко О.О.	Водні тварини і рослини у Чорнобильській зоні відчуження: радіонуклідне забруднення, дози опромінення, біологічні ефекти	72
Волкова О.М. Беляєв В.В. Пришляк С.П. Скиба В.В.	Радіонукліди Чорнобильського походження у гідробіонтах різних водойм України	78
Стасик О.О. Кірізій Д.А., Тарасюк М.В.	Варіабельність активності фотосинтетичного апарату в сортів озимої пшениці за оптимальних та стресових умов	84
Andreychenko S.V.	The diversity of morphologic and biochemical abnormalities of human sperm under chronic ionizing irradiation	90
Бондар Ю.О.	Екологічна та економічна оцінка установки для переробки відходів “Вогник”	93

Гудзь Ю.Ф.	Екологічні виклики АПК під час війни	97
Марченко О.А. Мельничук Ф.С.	Особливості впливу деяких інсектицидів на мікробіом ґрунту	101
Довга Т.В. Кленко А.В.	Організація сучасної системи екологічного моніторингу	106
Андрейченко С.В. Тогачинська О.В.	Екологічна безпека ґрунтів та нормування їх якості	110
Гудзь Ю.Ф.	Заключне слово проректора з наукової роботи ПВНЗ «Європейський університет»	116

СТЕНДОВІ ДОПОВІДІ

Mikhyeyev O.M. Lapan O.V. Cherniak L. M. Dmytrukha T. I.	Water bodies decontamination from Cs-137 using a hydrophytic structure type of bioplateau	118
Андронюк Я.О. Курчій Б.О.	Зміна клімату та його пом'якшення	120
Базалицька С.В.	Особливості патогенезу чоловічої неплідності в Україні після аварії на Чорнобильській АЕС.....	124
Карась В.О. Андрейченко С.В.	Організаційні методи управління природоохоронною діяльністю рекреаційних зон населених пунктів Пирятинської ОТГ	128
Лазарєв Д.М. Кленко А.В., Ілєнко В.В., Єрмоленко С.М.	Проблеми і наукове обґрунтування повернення, виведених після аварії на ЧАЕС, радіоактивно забруднених земель у використання	132
Льолін С.В. Курчій Б.О.	Стан екології в урбанізованому середовищі	138
Палапа Н.В.	Екологічний стан ґрунтів у зоні бойових дій	141

Романова Е.Е. Курбатова І.М. Захаренко М.О.	Вміст ендogenousних стероїдних гормонів та активність ензимів антиоксидантної системи в плазмі крові та гепатопанкреасі риб за дії синтетичних стероїдів	147
Рудко В.О. Стародубцев І.О. Доровський Д.В.	Організаційні методи управління природоохоронною діяльністю в промисловості ...	151
Сальнікова А.В. Сальніков С.М.	Дослідження впливу воєнних дій на стан опідзоленого чорнозему Ізюмського району Харківської області	155
Сауляк С.М. Курчій Б.О.	Екологічний стан сучасного довкілля та його наслідки	159
Фірова А.В. Курчій Б.О.	Позитиви і негативи парникових газів у сучасному довкіллі	162
Яненко В.С.,	Особливості моніторингу орнітофауни при проектуванні вітроелектростанцій	166

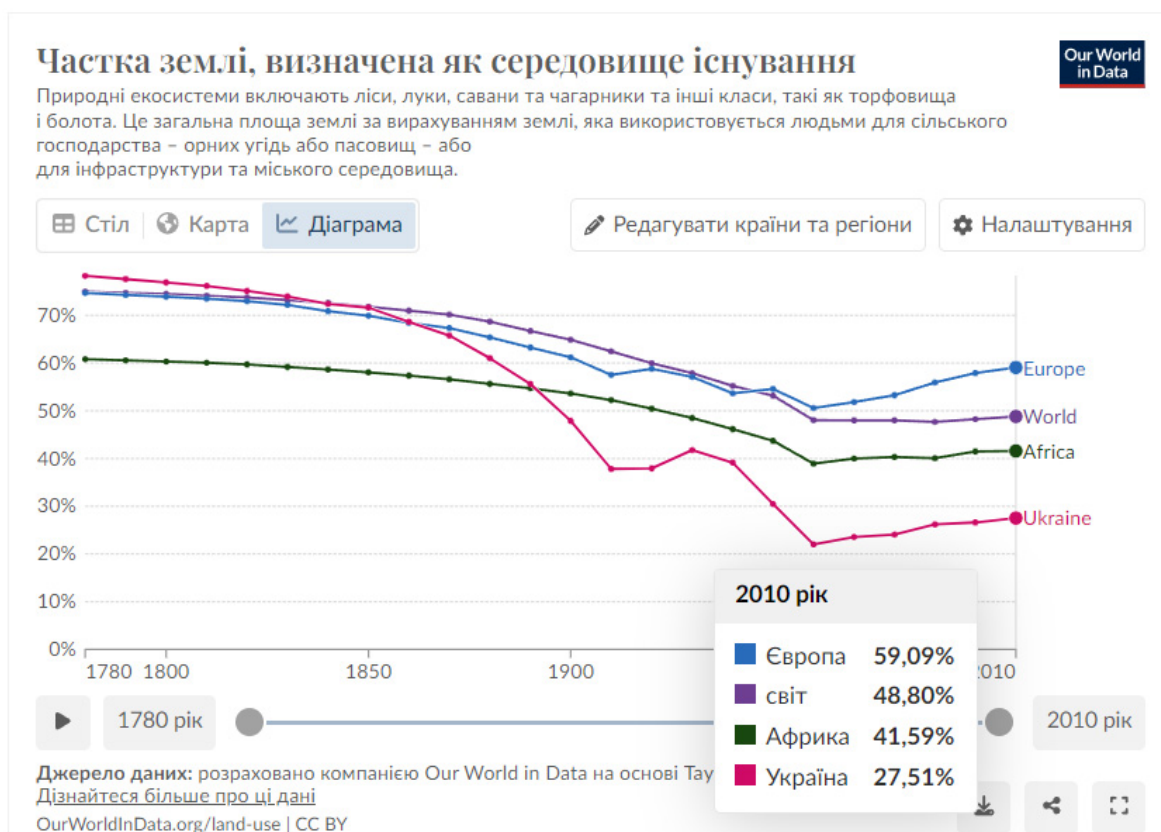
*Тимошенко О.І.
Ректор ПВНЗ «Європейський університет»,
Ягодзінський С.М.
Проректор ПВНЗ «Європейський університет»*

**Екологічна безпека України:
глобальні стратегії та регіональні контексти**

Україна завжди є на порядку денному екологічного дискурсу планетарного масштабу. Чорнобильська трагедія, що сталась у далекому 1986 році, назавжди інкорпоровала нашу країну в широкий світовий діалог щодо екології планети, збереження біорізноманіття та життя в усіх його проявах.

За роки незалежності вченим, громадським діячам та представникам влади України вдалось виробити дієву та стійку систему комунікації щодо широкого кола екологічних проблем – від надійних систем контролю за радіаційною безпекою, підтримки ідеї заборони поширення зброї масового знищення до формування на базі закладів освіти екологічної свідомості молодого покоління.

Зокрема, на базі Європейського університету була заснована кафедра екології, яка за час існування змогла об'єднати вчених, екологів-практиків, студентів, еко-активістів, яким небайдужими є глобальні екологічні стратегії та їх імплементація в законодавчому, соціально-економічному, освітньому просторі українського суспільства. Адже екологія – це не просто тренд останніх років. Екологія – це в першу чергу турбота про середовище існування людства. Як свідчать дані компанії Our World in Data, розраховані на основі аналітики Taylor & Rising (2021), простір життєдіяльності людей має тенденцію до скорочення під впливом техногенних факторів та екологічних катастроф різного масштабу (Діаграма).



2014, а особливо 2022 роки, були позначені в Україні початком воєнних дій з усіма наслідками не лише соціально-економічного, демографічного, воєнно-політичного, але й екологічного характеру. Захоплення збройними силами РФ українських електростанцій, енергогенеруючих потужностей, атаки на критичну (в першу чергу, енергетичну) інфраструктуру, підрив дамб, водосховищ (зокрема, Каховського), залишки воєнної техніки та наслідки застосування усіх типів зброї, в сукупності з ядерним шантажем, змушують значно змінити форми, методи, підходи та стратегії забезпечення екологічної безпеки країни.

У контексті цих даних, необхідність забезпечення функціонування кафедри екології в структурі Європейського університету постало як одне із ключових завдань. Основна діяльність кафедри спрямована на вивчення екологічних наслідків воєнних конфліктів і техногенних катастроф, зокрема на аналізі впливу воєнних дій на довкілля та заходи щодо мінімізації їх негативних наслідків. Під час активних бойових дій в Київській області окремі території

університету зазнали негативного впливу, які в подальшому стали об'єктами вивчення і окремих наукових досліджень.

Важливим аспектом екологічних тем університету є розвиток методів моніторингу та оцінки екологічної безпеки, що дозволяє завчасно і оперативно виявляти загрози для природного середовища. З цією метою кафедра екології налагоджує зв'язки з урядовими і неурядовими організаціями задля комплексного обміну інформацією, досвідом та результатами актуальних наукових досліджень. Внаслідок цієї співпраці ряд викладачів кафедри, вже за часів повномасштабного вторгнення, були запрошеними лекторами в кількох країнах світу, що спеціалізуються на вивченні техногенних катастроф та шляхів усунення їх наслідків.

Поєднання глобальних стратегій і регіонального контексту України в сфері екологічної безпеки є надійним джерелом міжнародної взаємодії, каталізатором інтеграції України до європейської спільноти за рахунок участі в спільних проектах, грантових програмах, академічного обміну та інтернаціоналізації освітнього процесу на всіх рівнях вищої освіти.

Ми маємо надію, що колективна співпраця над проектами, які мають планетарний масштаб та стосуються всього людства незалежно від політичних, економічних, соціальних відмінностей, не лише сприятиме спільному пошуку відповідей на екологічні проблеми, але й стане основою глибокої інтеграції людства в його прагненні до розширення життєвого простору з невідпинним науково-технічним і технологічним прогресом.

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

**Довготривале радіоактивне забруднення аграрної сфери
як один з основних уражуючих чинників можливого ядерного конфлікту**

Summary. Long-term contamination of agricultural land as a result of atomic war or other nuclear incidents can become one of the main consequences of mass exposure of the population. The degree of readiness of the country for the practical implementation of countermeasures, which contribute to the reduction of the entry of radionuclides into agricultural plants and the body of animals and the reduction of the radiation dose due to the consumption of food products obtained on land contaminated with radionuclides, is considered.

Key words: nuclear war, radioactive pollution, population exposure, countermeasures

Ядерний шантаж з боку РФ не тільки по відношенню до України, а й інших країн у теперішній час досяг небувалого рівня. І тому розглядати його, посиляючись на здоровий глузд, як тільки на нереальну загрозу, брязкотіння зброєю, не можна. Не треба й перебільшувати ймовірність ядерного конфлікту, як і не можна його повністю виключати. Необхідно бути готовими до різних ситуацій, у тому числі і до довготривалих наслідків таких конфліктів як у сфері масового радіаційного ураження величезних контингентів населення, так і наслідків ураження різних сфер господарювання, у тому числі й сільського господарства.

Військовими спеціалістами розглядаються різні сценарії атомної війни: від атаки на Україну одиночним атомним зарядом до серії бомбардувань. Варіант взаємного обміну атомними зарядами у теперішній час, як це розглядалося при теоретичному протистоянні СРСР (РФ)–США, відпадає. Україна не має атомної зброї, а сподіватися на допомогу у цьому плані з боку інших ядерних держав

немає гарантованих підстав. І тут треба визнати, що позбуття Україною атомної зброї наприкінці минулого століття було величезною як політичною, так і військовою помилкою.

Один зі сценаріїв атомної війни розглядає атаку міста з населенням 1 мільйон мешканців атомним зарядом потужністю 1 Мт (мегатонна, мільйон тон у тротиловому еквіваленті, тобто мільйон бомб по 1000 кг тротилу, звичайної вибухівки). Розрахунки свідчать, що в залежності від типу вибуху (повітряний чи наземний) за першу добу загине від опромінення, опіків, механічних травм, комбінованих уражень 200–300 тисяч осіб і 350–380 тисяч отримають ураження різного ступеня тяжкості. Умовно можна вважати, що 300–450 тисяч осіб залишаться неуразеними. Утім, це не означає, що запобігши прямої дії вибуху, вони не будуть піддані ураженню у майбутньому за рахунок інших чинників, зокрема споживання забрудненої радіонуклідами їжі.

У всіх випадках за будь-яких великомасштабних радіаційних чи ядерних інцидентах однією з перших уражується аграрна сфера, земля – вона піддається тривалому забрудненню довгоживучими штучними радіонуклідами. Так було за аварії на Чорнобильській АЕС, так було за аварії на Фукусімській АЕС в Японії у 2011 році, так було і за першої великої аварії у Челябінській області ще у 1957 році. Не випадково аварія на Чорнобильській АЕС, внаслідок якої були забруднені радіоактивними речовинами близько 10 % сільськогосподарських угідь країни, була названа сільськогосподарською аварією.

Якщо у початковий період розвитку великомасштабного ядерного конфлікту доза опромінення населення визначається гострим зовнішнім опроміненням, то у подальшому протягом років вона формується за рахунок внутрішнього опромінення, створюваного споживанням продуктів харчування і води, які можуть бути забруднені довгоживучими штучними радіонуклідами.

Для порівняння є можливість спиратися на, поки що єдиний, приклад в історії людства – бомбардування Хіросіми і Нагасакі у серпні 1945 року. Населення цих міст на той час складало, приблизно по 300 тисяч осіб, а потужність атомних бомб, відповідно, «лише» 13–18 і 21 кт (кілотон), тобто

приблизно у 50 разів меншої потужності, ніж згадана «модельна» бомба. В результаті бомбардувань в Хіросімі у перші дні загинуло за різними оцінками від 90 до 166 тисяч осіб і в Нагасакі – від 60 до 80 тисяч осіб. За оцінками, проведеними через 5 років, кількість осіб, що загинули, з урахуванням таких, що померли від віддалених наслідків атомного вибуху, могла досягнути і навіть перевищити 140 тисяч.

Тут слід нагадати, що потужність найбільшої атомної (термоядерної, водневої) бомби, випробуваної в СРСР за полярним колом на архіпелазі Нова Земля у 1961 році, складала близько 60 Мт. Це приблизно у три тисячі разів більше потужності бомб, скинутих на Хіросіму і Нагасакі. Неможливо уявити наслідки вибуху такої бомби, ударна хвиля якої тричі обійшла навколо планети, якби вона була скинута на населений регіон.

І крайній сценарій – масове застосування атомної зброї, яке може призвести до довготривалого пилового забруднення атмосфери, екрануванню Землі від сонця і так званої ядерної зими, яка може призвести до загибелі усього живого не тільки від іонізуючої радіації, а й від холоду.

Все це означає, що після закінчення атомної війни виникне необхідність вести аграрне виробництво в умовах часом дуже сильного радіоактивного забруднення ґрунту, водойм, сільськогосподарських угідь. А саме рівень радіоактивного забруднення сільськогосподарських угідь визначає дозу внутрішнього опромінення населення, яка формується за рахунок споживання продукції рослинництва і тваринництва.

І вже в перші роки після аварії на Чорнобильській АЕС була сформульована головна парадигма радіоекології, згідно якої ареал, у межах якого спостерігаються зміни в угрупованнях біоти радіаційної природи, є суттєво меншим, ніж площа, на якій обмежується діяльність людини, так як концентрація радіонуклідів в об'єктах навколишнього середовища, і в першу чергу в продукції сільського господарства, а, відповідно, в продуктах харчування перевищує допустимі рівні.

Чи готове наше сільське господарство до цього? Частково, так, готове. Є великий узагальнений досвід вивчення наслідків ядерної аварії та їх мінімізації на Чорнобильській АЕС, українські радіоекологи, в том у числі і нашого університету, приймали участь у подібних роботах в Японії після аварії на АЕС «Фукусіма-1» у 2011 році. І узагальнені детальні нароби, створені методичні і практичні рекомендації щодо ведення окремих галузей аграрного виробництва в умовах довготривалого радіоактивного забруднення, які сприяють зменшенню надходження радіонуклідів в сільськогосподарські рослини і з кормами в організм продуктивних тварин. Але в основному вони стосуються післяаварійних умов на Чорнобильській АЕС. У рослинництві вони зводяться до вапнування кислих ґрунтів, яке гальмує рухомість радіонуклідів та їх надходження в рослини, і внесенню калійних та фосфорних мінеральних добрив, які конкурують з радіонуклідами за сайти надходження в кореневу систему чи переводять їх в недоступний слаботорозчинний стан; в тваринництві – поліпшенню кормової бази, вдосконаленню раціонів годівлі тварин, додаванню до них специфічних радіозахисних речовин, деяким організаційним заходам, зокрема перепрофілюванню виробничого напрямку господарств.

Проте виявилось, що ці, та деякі інші так звані, контрзаходи у агропромисловому виробництві, які дозволили в умовах півночі нашої країни зменшити дозу опромінення населення іонізуючою радіацією як найменш удвічі, малоефективні в Японії в умовах префектури Фукусіма. І вся справа в ґрунтах. В Українському Поліссі у зоні найбільш високих рівнів радіоактивного забруднення переважають бідні практично на всі поживні елементи кислі дерново-підзолисті різного ступеня опідзолення та торф'яно-болотні ґрунти, а в префектурі Фукусіма – порівняно родючі з близькою до нейтральної реакцією бурі лісові ґрунти. Вапнування останніх нічого не дає, як і внесення добрив. Малоефективними ці заходи можуть виявитися і в зоні розташування Запорізької і Південно-Української АЕС, де переважають родючі чорноземні ґрунти також з близькою до нейтральної реакцією. Тобто треба розробляти стратегію ведення аграрного виробництва на забруднених радіонуклідами

територіях з урахуванням специфіки ґрунтово-кліматичних умов регіону. І це потрібно не тільки на випадок атомної війни, а й випадок можливих ситуацій, які можуть виникнути внаслідок радіаційних і ядерних інцидентів на підприємствах ядерного паливного циклу, розташованих в різних регіонах країни. Для цього потрібні фахівці сільського господарства різних спеціальностей, екологи із знаннями теоретичних основ радіобіології, навиків практичної радіоекології, базисних знань і умінь з прикладної радіаційної безпеки. У підготовці їх повинні взяти участь не тільки вищі аграрних спрямувань, але й навчальні заклади, факультети, кафедри суміжних напрямків, зокрема екологічних.

*Хлобистов Є.В.¹,
Бойченко С.Г.^{1,2},
Карамушка В.І.²,
Кучма Т.Л.^{2,3},*

¹Національний університет «Києво-Могилянська академія»,

²Інституту геофізики імені С.І. Субботіна НАНУ,

³Інститут агроєкології і природокористування НААНУ

Інтеграція науково-обґрунтованої практики в освітній процес з питань екології та зміни клімату з врахуванням наслідків війни в Україні

Summary. The war in Ukraine affected not only the forms of education but also the content: military issues are increasingly reflected in educational courses and research projects. The practice of integrating new methodological approaches into educational courses related to the assessment of the impact of hostilities on the natural environment, the assessment of ecological damage, and the restoration of disturbed natural systems have become widespread. This applies directly to the bachelor's and master's training program in the field of Ecology of the National University of Kyiv–Mohyla Academy. Integrating real-world issues like the impact of war on the environment not only makes the courses more relevant but also prepares students to address critical challenges.

Keywords: освітній процес, екологія, зміна клімату, моніторинг, наслідки війни

Вступ. Війна в Україні вплинула не лише на форми навчання, а й на зміст: військова тематика все частіше знаходить відображення в навчальних курсах та наукових проектах [1, 4]. Набула поширення практика інтеграції в навчальні курси нових методичних підходів, пов'язаних з оцінкою впливу бойових дій на навколишнє природне середовище, оцінкою екологічних збитків, відновленням порушених природних систем. Це стосується безпосередньо бакалаврської та магістерської програм підготовки за напрямком «Екологія» Національного університету «Києво-Могилянська академія». Адаптація навчального процесу до умов війни передбачає використання нових методичних підходів, які враховують конкретні екологічні і економічні проблеми, що виникають у зоні конфлікту. Це може включати в себе вивчення впливу військових дій на природні екосистеми, вивчення методів мінімізації екологічних і економічних збитків під час ведення бойових дій, а також розвиток стратегій відновлення природного середовища після завершення конфлікту. Такий підхід до викладання дозволяє студентам не лише зрозуміти складність взаємозв'язків між військовими діями та навколишнім середовищем, але й розвивати навички міжнародного співробітництва та створення стратегій врегулювання конфліктів з урахуванням екологічних аспектів.

Матеріали та методи. При проведенні дослідження використовувалися методи збору даних, методи аналізу та порівняння, а також систематизація інформації з літературних джерел та інтернет-ресурсів. Методичні підходи викладання курсів, пов'язаних із галуззю наук про довкілля, екологічну політику та менеджмент, використовувалися для навчання дослідницьких навичок та отримання досвіду планування та проведення наукових досліджень.

Блок дисциплін «Метеорологія і кліматологія», «Прикладна кліматологія», «Адаптація до зміни клімату». Компетентність щодо зміни клімату означає знання, навички та навички, необхідні для розуміння наслідків

зміни клімату та впровадження ефективних стратегій адаптації [9]. Це передбачає розуміння кліматичних моделей, що змінюються, оцінку вразливості, моніторинг, освіту, а також розробку та впровадження заходів для мінімізації ризиків і підвищення стійкості в різних секторах і спільнотах. Наприклад, використання напівемпіричних методик моделювання, розроблених для відновлення полів гідрометеорологічних параметрів, у рамках курсу *«Прикладна кліматологія»* є дуже актуальним за таких обставин. Дисципліна *«Адаптація до зміни клімату»* передбачає розгляд підходів, екологічних аспектів, управління різними системами та об'єктами з урахуванням екологічних вимог і пріоритетів. Освіта в галузі зміни клімату та адаптації вимагає зосередження на типі навчання, який сприяє критичному та творчому мисленню, а також розвитку потенціалу, який дозволяє студентам взаємодіяти з інформацією, здобувати знання, ставити критичні запитання та вживати відповідних дій у відповідь на зміну клімату та її наслідки. Кліматична освіта повинна базуватися на традиційних навчальних програмах, таких як *«Метеорологія і кліматологія»*, та спиратися і на нові гібридні простори, які пропонують альтернативні можливості навчання, включаючи міжнародні та національні програми, освітні, дослідницькі та інноваційні проекти.

Блок дисциплін «Моніторинг навколишнього середовища» та «Геоінформаційні системи». Зокрема, у ситуаціях, коли система екологічного моніторингу порушена або знищена, супутникова інформація стає цінним засобом моніторингу стану навколишнього середовища [7]. Цей аспект розглядається в рамках блоку дисциплін *«Моніторинг навколишнього середовища»* та *«Геоінформаційні системи»*. Вивчаючи ці дисципліни, студенти знайомляться з потенційними можливостями застосування геоінформаційних технологій у дослідженнях навколишнього середовища. Вони отримують знання фундаментальних понять, таких як просторовий аналіз, моделювання та використання сучасних методів для отримання актуальної інформації про довкілля за допомогою супутникових спостережень. Цей цілісний підхід розвиває системне просторове мислення та озброює студентів

навичками, які можуть бути застосовані до різних професійних областей, включаючи управління природними ресурсами, енергозбереження, міське планування, обробку даних тощо. Для цього використовувалися супутникові дані (Earth Engine Data Catalog, [5]) та програмне забезпечення ГІС (QGIS).

Блок дисциплін «Екологічне планування» та «Екологічний менеджмент». Формування в студентів навичок прийняття обґрунтованих рішень під час запобігання виникненню або вирішення екологічних проблем є важливим елементом процесу підготовки фахівців у галузі екології [6, 9]. Такі рішення можна приймати лише після детального аналізу ситуації. У разі порушеного або зруйнованого навколишнього середовища важливим і необхідним початковим кроком є оцінка стану земної поверхні, водойм, біологічного різноманіття та екосистем в цілому. Такі оцінки також необхідні при розробці інфраструктурних та інших виробничих проектів. За результатами таких оцінок студенти визначають та аналізують альтернативні підходи до прийняття рішень. Вибір оптимального рішення дає змогу здійснити наступний крок – розробити програму відновлення порушеного довкілля або програму заходів, що мінімізують негативний вплив на довкілля запланованої діяльності. Використані для цих навчань випадки є реальними та відображають руйнівний вплив військових дій на природні території та об'єкти.

Блок дисциплін «Екологічна економіка», «Теорія і практика сталого розвитку» та «Управління природними ресурсами». Курси спрямовані на засвоєння студентами загальноекономічних основ природоохоронної діяльності та раціонального використання природних ресурсів в системі технологічних укладів та промислових революцій, економічних концепцій «зеленого» курсу суспільного розвитку з позицій концептуалізації економічних знань [10]. Економіка України зазнає колосальних втрат і цей процес продовжується. До екологічних і економічних збитків додається втрата людського капіталу, нереалізовані можливості. Вивчаючи ці дисципліни студенти опановують принципи, структуру, організацію та функції господарських систем екологічної економіки у поєднанні з умінням розробляти та впроваджувати окремі

регуляторні механізми, принципи та правила екологізації господарської діяльності для практики галузевого та регіонального управління і місцевого самоврядування.

Метод проектів. Розробка та реалізація проекту є навчальним підходом, який виник у професійно-технічній освіті та з тих пір отримав міжнародний розвиток і визнання в різних освітніх контекстах [3, 8]. Дослідницькі проекти є важливим підходом в сучасній освіті з навколишнього середовища та зміни клімату, оскільки вони дозволяють студентам брати участь у дослідницькій діяльності, зосередженій на визначенні пом'якшення наслідків зміни клімату та адаптації до важливих екологічних проблем та розробці рішень для них. Однак важливо враховувати, що проектний метод вимагає хорошої технічної організації та підтримки з боку викладачів. Повинні бути визначені чіткі цілі, завдання та очікувані результати проекту, а студенти мають бути забезпечені ресурсами та вказівками для успішного завершення проекту. Проекти можуть відрізнятися за характером і масштабом, починаючи від завдань для невеликих груп і закінчуючи великими міждисциплінарними проектами. Так, наприклад, у ході навчання студенти навчилися аналізувати моніторингові дані про прямі та непрямі наслідки війни, наприклад при аналізі зміни оптичних характеристик атмосфери, забруднення атмосфери внаслідок викиду продуктів детонації ракет і снарядів та збільшення викидів парникові гази і аерозолів над Україною [1].

Висновок. Війна в Україні вплинула на форми навчання і на його зміст: військова тематика все частіше знаходить відображення в навчальних курсах та наукових проектах. Практика інтеграції в навчальні курси нових науково-методичних підходів, пов'язаних з оцінкою впливу бойових дій на навколишнє природне середовище, оцінкою екологічних і економічних збитків, відновленням порушених природних систем, набула певного поширення. Це стосується безпосередньо бакалаврської та магістерської програм підготовки за напрямком «Екологія» Національного університету «Києво-Могилянська академія». Інтеграція таких проблем реального світу, як вплив війни на навколишнє

середовище, не тільки робить курси більш актуальними, але й готує студентів до вирішення критичних завдань.

Список цитованих публікацій

1. Boychenko, S. G., Kuchma, T., and Karamushka, V.: Integrating research in educational process: assessment of gas–aerosol atmospheric pollution over the southern and south–eastern regions of Ukraine due to military actions, EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria, 24–28 Apr 2023, EGU23–659, <https://doi.org/10.5194/egusphere–egu23–659>, 2023.
2. Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., and Moore, R.: Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone, *Remote Sensing of Environment*, 202 (3), doi:[10.1016/j.rse.2017.06.031](https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031), 2017.
3. Howell, R.T., Mordini, R.: The project method increases student learning and interest, *Tech Directions*, 62(8), 31–34, 2003.
4. Hrynevych, O., Blanco Canto, M., Jiménez García, M.: The war effect: a macro view of the economic and environmental situation of Ukraine, *Applied Economics*, <https://doi.org/10.1080/00036846.2023.2212975>, 2023
5. Earth Engine Data Catalog <https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/sentinel–5p>. (accessed on 1 July 2023).
6. Jensen, B.B., and Schnack, K.: The Action Competence Approach in Environmental Education, *Environmental Education Research*, 12(3–4), 471–486, doi:[10.1080/13504620600943053](https://doi.org/10.1080/13504620600943053), 2006.
7. Kim, J., Jeong, U., Ahn, M.–H., et al.: New Era of Air Quality Monitoring from Space: Geostationary Environment Monitoring Spectrometer (GEMS), *Bulletin of the Am. Meteorol. Soc.*, 101, E1–E22, <https://doi.org/10.1175/BAMS–D–18–0013.1>, 2020.
8. Knoll, M.: The Project Method: Its Vocational Education Origin and International Development. *Journal of Industrial Teacher Education*, 34, 59–80, 1997.
9. UNESCO, 2010. The UNESCO Climate Change Initiative: Climate Change Education for Sustainable Development. Paris: Unesco.

<https://unesdoc.unesco.org/images/0019/001901/190101E.pdf>. (accessed on 10 March 2024).

10. Хлобистов Є., Сегеда І., Гусєва І. Екологізація енергетики у забезпеченні сталого розвитку держави. Київ-Бельско-Бяла, 2015. 276 с.

*Кондратова Ю.А.,
Нелюб Н.В.,
Очерклевич Н.З.,
Вороніна Я.П.
АТ «Фармак»*

Екологічні аспекти на сучасному фармацевтичному підприємстві

Summary. Manufacturers of pharmaceutical products are subject to many requirements, including environmental aspects. The requirements are set out in numerous laws and regulations and are monitored by governments and international organizations. However, compliance with these requirements largely depends on the company's internal policy and their employees.

Ключові слова: Екологічна політика, екологія, Фармак, Зелений офіс, екологічна свідомість, утилізація ліків, відходи, викиди забруднюючих речовин.

Вступ і мета. Щоденна діяльність людини сильно впливає на навколишнє середовище. Фармацевтичне виробництво не є виключенням і неправильно організований випуск продукції може призвести до проблем з водою і повітрям, створити несприятливі умови роботи персоналу. Збереження екологічного балансу є одним з ключових складників відповідального ведення бізнесу. Метою даної роботи є аналіз вихідних даних сучасного фармацевтичного підприємства щодо дотримання вимог до збереження навколишнього середовища та визначення основних факторів.

Матеріали та методи: науково-технічна література, методи контролю стічних вод, повітря, інших вимірювань; моніторинг даних щодо стану навколишнього середовища, аналіз та порівняння отриманих даних, звітність в державні установи.

Результати та їх обговорення. Екологічна політика є частиною загальної Політики АТ «Фармак» щодо якості та безпечності, охорони праці та захисту довкілля. Фармацевтична компанія «Фармак» з 2005 сертифікована за міжнародним стандартом ДСТУ ISO 14001 «Система екологічного управління». Підприємство щорічно проходить наглядний аудит системи та раз на три роки ресертифікацію. З 2017 року в Україні впроваджена процедура оцінки впливу на довкілля (ОВД) відповідно до Угоди про Асоціацію з ЄС, тому всі нові проекти підлягають процедурі ОВД з залученням думки громадськості.

На підприємстві діє Відділ охорони праці та навколишнього середовища, в якому три спеціалісти відповідають за дотримання екологічних вимог та функціонує лабораторія контролю навколишнього середовища (санітарно-промислова лабораторія), яка має державний сертифікат вимірювальних можливостей і, в середньому, на рік виконує більше 15000 досліджень якості води, повітря і інших параметрів.

За останні роки в компанії було реалізовано низку енергоефективних рішень, які дають змогу суттєво скорочувати витрати світла, води, паперу. Основу екологічних процесів зараз становлять: постійний контроль та аналіз впливу виробництва на довкілля, вдосконалення технологій відповідно до екологічних аспектів, мінімізація шкідливих викидів завдяки використанню сучасного обладнання, виховання екологічної свідомості колективу.

Так, у виробничих та офісних приміщеннях підприємства встановлено енергоощадне обладнання - LED-світильники, 229 комбінованих датчиків освітленості та руху на сходових клітках і в холах санітарних вузлів.

У 2020 році суттєво зменшилися викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, в загальному на 33,05%, зокрема по котельні – на 14,89% (враховуючі CO₂) або на 50,67% (без врахування CO₂) в порівнянні з 2019

роком завдяки експлуатації нових котлів Vitomax провідної європейської компанії Viessmann, що дало змогу зекономити споживання природного газу на 13,45%. Проте, в 2023 році збільшилися викиди забруднюючих речовин в атмосферу на 14,4% в порівнянні з 2022 в зв'язку з застосуванням дизель-генераторів через аварійні відключення електроенергії в місті під час ракетних обстрілів енергетичної інфраструктури України.

Вдалося досягти зменшення кількості відходів в загальному по підприємству на 21,3% в порівнянні з 2022 роком, за рахунок зменшення утворення будівельних відходів, облою поліетилену та ін.

АТ «Фармак» інвестував 50 млн гривень у сучасну систему очищення стічних вод на підприємстві у Києві, яка запрацювала восени 2023. Навіть під час війни компанія дотримується своєї стратегії сталого розвитку та відповідального ставлення до екології. Раніше найсучасніша система очищення стічних вод була встановлена в м. Шостка на виробничій ділянці підприємства, що займається виготовленням хімічної сировини.

На субстанції власного виробництва спільно з Державними науково-дослідними установами розроблено 16 методик вимірювання та розраховано гігієнічні регламенти (гранично-допустимі концентрації та орієнтовно безпечний рівень вмісту), затверджені МОЗ України. Лабораторією підприємства розроблено 15 паспортів безпеки на речовини, що застосовуються у виробництві.

Компанія використовує класифікацію відходів відповідно до Національного переліку відходів та Порядку класифікації відходів, здійснює їх сортування, ведення обліку, передачу на захоронення, оброблення, відновлення, видалення спеціалізованими підприємствами. Щорічно до 20 лютого до Міндовкілля подається декларація про відходи в електронній формі.

Компанія АТ «Фармак» велику увагу приділяє розвитку корпоративної культури, одним із аспектів якого є екологічна свідомість. Наші співробітники повністю підтримують бачення компанії та долучаються до екопроектів. Більше 10 років в компанії співробітники притримуються філософії «Зеленого офісу»,

проводять збір вторинної сировини та використаних батарейок в офісах. Так, у 2023 році зібрано та передано на переробку 2486,0 кг офісної макулатури, 31 кг відпрацьованих батарейок та інших елементів живлення в м. Києві і 10,0 кг у м. Шостка.

Впровадження електронної системи документообігу також мінімізує кількість використаного паперу.

Співробітники компанії створили ініціативу, в межах якої збирають використані одноразові сигарети, зарядні кейси IQOS та GLO для подальшого перероблення на PowerBank та системи скиду вантажів для дронів та передають їх нашим захисникам на фронт.

З 1 листопада 2023 року в компанії стартував спільний пілотний проєкт «Фармак» та мережі «Аптек Доброго Дня» з правильної утилізації ліків «Ліки утилізуй – планету рятуй», завдяки якому жителі столиці здають ліки, в котрих закінчився термін придатності. Дана ініціатива спонукає користувачів провести ревізію своїх домашніх аптечок і позбавитися протермінованих препаратів, які можуть нести загрозу їх здоров'ю і життю. З іншого боку неконтрольоване самостійне знищення протермінованих ліків призводить до забруднення ґрунту і водних ресурсів. Спочатку протерміновані ліки (у блістерах, флаконах та тубах) приймалися в спеціальні урни у 30 закладах мережі Аптек «Доброго Дня» у Києві з листопада по січень, але киянам так сподобалася ця ідея, що акцію продовжено ще. Всі зібрані медикаменти будуть безпечно утилізовані шляхом спеціалізованого високотемпературного спалювання, що виконується ліцензованою підрядною організацією.

Висновки. АТ «Фармак» не лише декларує екологічні принципи назовні, а й активно впроваджує та реалізує їх в середині компанії. Підприємство має декілька напрямків роботи з питань екології: обов'язкові, які вимагаються державними і міжнародними установи моніторингу навколишнього середовища, та власні ініціативи. Держава відіграє провідну роль в контролі стану екології. Проте основною цінністю є залученість співробітників, не лише екологів, але і звичайних спеціалістів, які надають і підтримують пропозиції

щодо збереження довкілля. Тому на сьогодні слід приділяти найбільшу увагу підвищенню рівня екологічної свідомості серед населення.

Список цитованих публікацій

1. Закон України «Про управління відходами»
2. ДСТУ ISO 14001:2015 (ISO 14001:2015, IDT) «Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування»
3. Наказ «Про затвердження правил утилізації та знищення лікарських засобів» від 24.04.2015р. № 242
4. Постанова КМУ «Про затвердження Порядку класифікації відходів та Національного переліку відходів» від 20.10.2023 № 1102

Курчій Б.О.
ПВНЗ «Європейський університет»

Прогнози в екології як стратегії науково-технологічного розвитку

Summary. The article includes the most current forecasts of the possible behavior of natural systems both under the influence of natural processes and human activity.

Key words: Commission for the Human Future, environment, IPCC, NCEAS, Think Tanks, The Club of Rome.

Немає потреби повідомляти, що зміни в світі відбуваються швидше, ніж ми встигнемо їх усвідомити, і, очевидно, швидкість їх буде тільки наростати. Хоча ми не можемо точно передбачити, що станеться в далекому майбутньому, ми знаємо, що всі найбільш незрозумілі думки в підсумку можуть втілитись у реальність. Мозкові центри прогнозування (Think Tanks) являються одним із інструментів стратегії науково-технологічного розвитку. Мозкові центри

виступають у ролі субститутів тих суб'єктів управління майбутнім, довіра яких у суспільстві знижується. Серед великої кількості центрів, незначна кількість зайнятих екологічними проблемами. В даній статті, ми зупинимось на декількох таких центрах.

I. Аналітичні центри екологічного профілю України

- Ресурсно-аналітичний центр "Суспільство і довкілля".
- Національний екологічний центр України.
- «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП).
- Екологічна ініціатива.
- Центр екологічних ініціатив "Екодія".
- Український науково-дослідний інститут екологічних проблем (УКРНДІЕП).
- Український науковий центр екології моря (УкрНЦЕМ).
- Ресурсно-аналітичний центр «Суспільство і довкілля».
- Науково-екологічний центр "Зелений квадрат".

II. Національний центр екологічного аналізу і синтезу

Національний центр екологічного аналізу і синтезу (National Center for Ecological Analysis and Synthesis, NCEAS) – вузькопрофільний мозковий центр, діяльність якого, зосереджена на проблемах енергетики, головним чином, в промисловості.

III. Глобальні зміни у довкіллі

Ми живемо в часи, які все частіше визначають як часи неймовірних проривів, що відбуваються на наших очах. Літо 2023 року, в якому ми живемо, сприймається як момент кардинальний прорив у розвитку сучасної цивілізації. ЗМІ бомбардують аудиторію даними, які описують нинішнє літо як найспекотніше за всю історію вимірювань, яка почалася з розвитком індустріальної цивілізації. Їх важливість визначається тим фактом, що ця інформація не свідчить про якусь раптову катастрофу, яка була організована

непередбачуваною несподіваною конфігурацією факторів, які роблять поточну ситуацію унікальною та неповторною.

Новини про посуху в південній Європі, подальше підвищення температури і пожежі, потепління морів і океанів все частіше з'являються в ЗМІ. Вони супроводжуються аналізами, які підкреслюють, що мета Паризької угоди 2015 року – обмежити підвищення температури до 1,5 градуса за Цельсієм порівняно з температурою доіндустріальної епохи досягти неможливо, і очікується, що вона буде перевищена протягом відносно короткого періоду часу. Сучасні очікування пов'язані з розвитком процесів кліматичних катастроф, пов'язаних, перш за все, з наслідками зміни температури [1]. Цю інформацію лаконічно резюмував Генеральний секретар ООН Антоніу Гутерреш, заявивши, що «Епоха глобального потепління закінчилася. Настала ера глобального кипіння» [2].

3.1. Значення прогнозів у сучасному світі

Афоризм Гегеля зі вступу до «Принципів філософії права» про те, що «сова Мінерви розправляє свої крила лише з настанням сутінків», вчить нас бути обережними у висловлюваннях про часи, коли можливі наслідки процесів, що відбуваються. Проте більш глибокі роздуми вказують на те, що ми живемо в часи, які певним чином виходять за межі цього, здавалося б, очевидного роздуму. Прогнози, меседж яких говорить про реальну можливість катастрофи цивілізації, в якій ми живемо, вже кілька десятиліть стали фундаментальною детермінантою нашого сьогодення. Це робить мудрість, яка з'являється наприкінці історичного процесу, абсолютно марною і вимагає мислення, яке виходить за межі традиційного гегелівського горизонту.

Звичайно, можна стверджувати, що катастрофічні прогнози не є чимось новим в історії людства, і що прогнози про «кінець світу», зрозумілі так чи інакше, є часто повторюваним мотивом в історії. Проте не можна не помітити, що змінюється одне принципове питання. Передбачення і пророцтва в минулій історії, як правило, не зверталися до об'єктивного чи «інтерсуб'єктивно контрольованого» наукового знання. За ними не стояли ані міжнародні організації на зразок ІРСС, ані консенсус переважної більшості експертів. Крім

того, ці катастрофи виявляється антропогенною за своєю природою, тобто не результатом дії зовнішніх сил, непідвладних людині, а наслідком її власного вибору та дій, наслідки яких виявляються надзвичайно руйнівними для її подальшого існування. З цього випливає висновок про необхідність кардинальної зміни нинішнього життя. Ідея про катастрофу, спровоковану людиною, і можливість її уникнути шляхом зміни поведінки також не нова. Вже в «Старому Завіті» говорилося про жителів Содому, які, вчиняючи аморально, накликали на себе знищення. Ідея неодноразово повторювалася в історії. У цьому випадку диференціюючим фактором є природа знання, на яке посиляються. Питання про те, чи є встановлення антропогенних причин нинішньої глобальної катастрофи поверненням до цієї традиційної соціальної інженерії, також є повторюваним мотивом у наш час, незважаючи на повну зміну контексту.

Той факт, що реалізація катастрофічних прогнозів призводить до парадоксальної ситуації, коли мудрість, набута з плином часу та їх виконанням, виявляється марною і вже ні на що не придатною, супроводжує роздуми про загрозу катастрофи майже від її початку. Це спостереження стало відправною точкою четвертої доповіді Римського клубу «Навчання без кордонів» [3], котра формулює програму випереджувальної освіти громади, спрямовану на мислення, яке передбачає кризи та формує громади, здатні боротися з ними. Аналогічний підхід є передумовою філософії відповідальності Георга Піхта, розробленої паралельно [4]. Певною мірою це також відображено в концепції сталого розвитку.

IV. Римський клуб

За час своєї діяльності Римський клуб (The Club of Rome) привернув увагу провідних вчених, політиків і державних діячів конкретними науковими розробками з проблем глобального світового розвитку. Уже у першій доповіді "Limits to Growth" (1972) висловлено зв'язок між методами наукового дослідження, загальнофілософськими припущеннями та висновками. Як постулювали дослідники звіту, їх епістемологія виходила з позиції, що «through

knowledge of wholes that we gain understanding of components, and not vice versa» [5]. Автори доповіді також констатували «global environmental problems at the peak of industrial development and the material wealth of society testify not only to harmful anthropogenic interference in natural systems, which neglects the intrinsically sustainable flow of nature and its ability to maintain life». Автори також стверджують, що специфіка соціальної практики людини, філософією якої є експоненційний і анархічний матеріальний ріст, орієнтована на жадібність і марнотратство.

У передмові до доповіді «Come on! Capitalism, Short-termism, Population and Destruction of the Planet», написаний до 50-річчя Римського клубу, представники виконкому відверто визнати, що «центральне повідомлення Limits полягає в тому, що відповідає дійсності сьогодні, як і в 1972 році». Крім того, вони констатували, що через п'ятдесят років людство переживає всі ті ж проблеми, визначені в прогнозах 1970-х років, насамперед щодо природного середовища: зміна клімату, дефіцит родючих ґрунтів і масове вимирання видів. Проте екологічна криза є лише одним із видів сучасного світового розладу. Інші супутні кризи - це кризи в політичній, соціальній, економічній, моральній, ідеологічній сферах, що сам спосіб існування сучасної людини, як у її ставлення до суспільства і природи в цілому перебуває в кризі [6].

Великого значення автори надають екологічним проблемам. Більше того, майже всі інші проблеми, що розглядаються, пов'язують з екологічними. Проте не завжди автори помічають глибокі протиріччя у підходах. Наприклад, виступаючи за ліквідацію бідності у світі (ще одна глобальна проблема) і одночасно за покращення екології та обмеження споживання ресурсів, вони ігнорують питання про те, як бідні країни можуть підняти свій рівень життя, не збільшуючи навантаження на екологію. Адже успіхи, яких досягли Китай, Індія та інші країни на шляху зменшення бідності у своїх країнах, були пов'язані із масштабним забрудненням навколишнього середовища та різким збільшенням навантаження на нього.

Особливо відзначається ризик використання широкомасштабних технологічних впливів на клімат (геоінженерії), щоб уповільнити або звернути негативний вплив на нього. Згадується також загроза застосування методів генної інженерії, таких як CRISPR-Cas9. Проблему збільшення можливостей впливу на організм людини в даний час також розглядається як глобальну.

V. Міжурядова група експертів зі зміни клімату (IPCC)

IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change) публікує підсумки для політиків і представляє ключові висновки Робочої групи I до Шостого звіту з оцінки щодо фізичної наукової основи зміни клімату. Звіти ґрунтуються на внеску Робочої групи I 2013 року до П'ятого звіту про оцінку та Спеціальних звітів за 2018–2021 роки, подаючи наступні нові докази кліматичної науки. У 2022 році IPCC опублікувала розширений звіт про зміну клімату, спричинену діяльністю людини, і оцінила короткострокові та довгострокові наслідки цих швидких і потужних змін як для природи, так і для людства [7].

У доповіді 2023 року автори прогнозують, що постійні викиди парникових газів призведуть до посилення глобального потепління, з найкращою оцінкою досягнення 1,5 °C у найближчій перспективі. При цьому кожне збільшення глобального потепління посилить численні та одночасні небезпеки (висока достовірність). Глобальне потепління продовжуватиме зростати в найближчій перспективі (2021–2040 pp.), головним чином через збільшення кумулятивних викидів CO₂, майже за всіма розглянутими сценаріями та змодельованими шляхами. Оцінена реакція клімату на сценарії викидів парникових газів дає найкращу оцінку потепління для 2081–2100 pp., яка охоплює діапазон від 1,4 °C для сценарію дуже низьких викидів парникових газів; до 2,7 °C для сценарію проміжних викидів і 4,4 °C для сценарію дуже високих викидів [8].

Дивлячись на поточну форму дискусії щодо перспектив кліматичної катастрофи, важливо відзначити, що сплеск інтересу до кліматичної катастрофи, викликаний Публікацією звітів IPCC, починаючи з 2018 року, супроводжується зниженням інтересу до цієї теми. У центрі уваги спочатку

була глобальна пандемія COVID-19, а потім війна в Україні. Однак, важко не помітити, що питання стосовно дискусії відіграли не менш важливу роль.

VI. Австралійська комісія з майбутнього людства

Австралійська комісія з майбутнього людства (Commission for the Human Future) [9]. опублікувала доповідь (28.03.2020, в якій експерти виділили 10 найсерйозніших загроз для виживання людей як виду наведено нижче.

1. Зменшення основних природних ресурсів і зародження глобальної ресурсної кризи.
2. Розпад екосистем, що підтримують життя та масове вимирання видів.
3. Зростання населення та пошуки поза межами Землі.
4. Глобальне потепління, підвищення рівня моря та зміни клімату Землі впливатимуть на всю діяльність людини
5. Загальне забруднення хімічними речовинами систему Землі та всього життя.
6. Посилення продовольчої безпеки та погіршення якості продуктів харчування.
7. Ядерна та інша зброя масового знищення.
8. Пандемії нові та невиліковні хвороби.
9. Поява потужних, неконтрольованих нових технологій.
10. Національна та глобальна неспроможність розуміти та діяти превентивно щодо ризиків.

Якщо аналізувати усі пункти передбачення, то вже багато чого відбулося. Комісія періодично проводить ранжування загроз, переміщаючи пріоритети в межах 10 прогнозів. Як зазначає комісія ці ризики взаємопов'язані і їх потрібно вирішувати разом, а не по одному і за допомогою рішень, які не погіршують загрози.

VII. Четверта індустріальна революція

Людиною, яка назвала сьогоднішній прогрес новою революцією, був Клаус Шваб, засновник і виконавчий голова Всесвітнього економічного форуму та автор книги «Четверта індустріальна революція». У статті 2016 року Klaus Schwab написав, що «як і революції, які їй передували, Четверта індустріальна

революція має потенціал підвищити рівень глобального доходу та покращити якість життя населення в усьому світі».

Основні характеристики Четвертої індустріальної революції: штучний інтелект, інтернет речей, робототехніка, віртуальна реальність, мобільні пристрої, 3D друк, розумні датчики, великі бази даних/аналітики, доповнена реальність, візуалізація даних, когнітивні обчислення, визначення місця розташування, профілювання клієнтів, блокчейн, квантові обчислення, хмарні обчислення.

Отже, Четверта індустріальна революція — це не передбачення майбутнього, а заклик до дії. Це бачення розвитку, розповсюдження та управління технологіями таким чином, щоб сприяти створенню більш сприятливої, спільної та сталої основи для соціального та економічного розвитку, побудованого навколо спільних цінностей загального блага, людської гідності та управління між поколіннями. Реалізація цього бачення буде основним викликом і великою відповідальністю наступних 50 років.

VIII. Шостий технологічний уклад

Технологічний уклад – це сукупність сполучених виробництв, що мають єдиний технічний рівень і що розвиваються синхронно. Зміну домінуючих у економіці технологічних укладів зумовлює як хід науково-технічного прогресу, так і інерція мислення суспільства: нові технології з'являються значно раніше їх масового освоєння.

Сьогодні дедалі помітнішими стають ознаки наступних шостого та сьомого технологічних укладів. Для галузей шостого технологічного укладу прогнозують: нано- та біотехнології, наноенергетика; молекулярна, клітинна та ядерна технології; біоміметика; нанобіоніка; нанотроніка; нові медицина, побутова техніка, види транспорту та комунікації; використання стовбурових клітин; інженерія живих тканин та органів; відновна хірургія та медицина; системи штучного інтелекту; мікроелектроніка; фотоніка; мікросистемна механіка; інформаційні супермагістралі; програмне забезпечення та засоби імітації; молекулярна електроніка; системи управління персоналом.

Seven technological revolutions	
7	Cold nuclear fusion
6	Sustainable bioeconomy – Renewable energy – Green chemicals – Industrial ecology – Green nanotechnology
5	Digital web – Biotechnology – Information technology
4	Petrochemicals – Aircraft and space electronics
3	Electricity – Chemicals – Combustion engine
2	Steam engine – Railways – Steel – Cotton
1	Iron – Water power – Machines – Textile – Trade

Сьомий технологічний уклад відноситься до створення технологій "холодного термоядерного синтезу", що докорінно змінить енергетичний потенціал земної цивілізації.

Заключення. Прогнози – це лише прогнози. Вони показують тенденції, куди рухається людство за поточного підходу до економіки та довкілля. Але завжди залишається можливість зміни курсу завдяки нашим свідомим зусиллям. Головне – не пропустити оптимальний момент та потрібний поворот.

Список цитованих публікацій

1. Otto, F., von Brackelen, B. (2019). *Wściekła pogoda. Jak mszczą się zmiany klimatu, kiedy są ignorowane*. Krakow: Wyd. Otwarte
2. <https://ru.euronews.com/green/2023/07/27/un-era-of-global-boiling>
3. Botkin J.W., Elmandjra M., Malitza M. No limits to learning. Bridging the human gap. A report to the Club of Rome. Copyright Club Of Rome 1998. 180 p.
4. Picht, G. (1969). *Mut Zur Utopie. Die Grossen Zukunftsaufgaben: Zwölf Vorträge*. München: R. Piper. 154 p.
5. Meadows DH., Meadows DL., Randers J., Behrens WW. *The Limits to Growth; a Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books, 1972. 211 p.

6. von Weizsäcker E.U., Wijkman A Come On! Join Us on an Exciting Journey Towards a Sustainable World!. In: Come On! . Springer, New York, NY, 2018, p. 101-204.
7. IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Pörtner H.O. et al. (eds). Cambridge University Press. 3056 p.
8. IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Lee H., Romero J. (eds.)]. Geneva, Switzerland, pp. 1-34,
9. www.humansforsurvival.org

**Король Б.О.,
Науковий керівник Бойченко С.Г.
Національний університет
«Києво-Могилянська академія»**

Довкільні виклики на Дніпропетровщині в сучасних умовах

Summary. Overall, in the Dnipropetrovsk region, there is a noticeable improvement in the atmosphere due to the cessation or reduction of production at many enterprises because of the war. However, in areas close to active combat zones, pollution levels have significantly increased compared to the pre-war period. The Air Pollution Index (API) in the region is classified as "very high." In recent years, there have been changes in water usage trends in the region and in reservoir pollution, namely: a decrease in water usage in the region in 2020-2021 and especially in 2022 when the war began. Significant oil spills were recorded in the Dnipro and Kakhovka reservoirs up to 18 cases, as well as several cases of nitrate and ammonia leaks in 2022, most likely due to Russian military aggression. Due to military aggression in this region and neighboring areas, there are disruptions to the soil cover: soil twisting

and compaction due to explosions and heavy military equipment operation, contamination with explosives, metallic and powder wastes, intensification of erosion, deflation, and degumification, soil contamination with heavy metals, and soil acidification.

Environmental restoration after the war is a priority task for our country. This process will be lengthy and challenging, but it is necessary to ensure a safe and healthy environment for the population.

Ключові слова: забруднення атмосфери, водні ресурси, ґрунти, довкілля, вплив війни

Вступ. Воєнна агресія Росії призвела до ряду небезпечних наслідків для всіх компонентів навколишнього природного середовища. Головною загрозою для екології є ризик забруднення через пошкодження населених пунктів, підприємств, транспортної інфраструктури, припинення електропостачання, водопостачання, газопостачання та порушення технологічних процесів внаслідок ракетних обстрілів. Воєнні дії призводять до викидів токсичних речовин в атмосферу, водойми та ґрунти. Унаслідок ракетних ударів пошкоджено інфраструктуру, очисні споруди, сховища з добривами та пестицидами, нафтопроводи та резервуари з нафтою, що призвело до забруднення довкілля [1, 2, 5].

Матеріали та методи. При проведенні досліджень автором використовувалися методи збору, систематизації інформації з літературних джерел та web-ресурсів. В дослідженні використовувались статистичні методи обробки даних та графічне представлення отриманих результатів за допомогою Microsoft Office Excel.

Забруднення атмосферного повітря. Дніпропетровська область володіє потужною промисловістю та розвинутою транспортною інфраструктурою, які становлять основні джерела забруднення атмосферного повітря в регіоні. Рівень забруднення оцінюється за Індексом забруднення атмосфери (ІЗА), і в

області цей індекс визначається як "дуже високий" [3]. Упродовж 2020-2022 років ІЗА в Україні загалом поступово зменшувався (табл.1) [4, 6].

Незважаючи на те, що загалом в регіоні спостерігається очищення атмосфери від промислового забруднення через зупинку або зменшення виробництва на багатьох підприємств у зв'язку з бойовими діями, в зонах активних бойових дій рівень забруднення значно зріс у порівнянні з попереднім періодом до війни [1, 2].

Таблиця 1

Значення індексу забруднення атмосфери (ІЗА) в Україні та
Дніпропетровському регіоні.

Рік	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Україна	7.2	7.6	8.2	7	7.1	6.5
Дніпро	14	15.1	17.02	14.6	12.9	11.9
Кам'янське	13.5	12.9	14.7	14.9	14.7	12.8
Кривий Ріг	9.1	10	12.4	13.8	12.3	8.2

Значення індексу за ступенем забруднення атмосфери: низький – менше 5.0; підвищений – 5.0–7.0; високий – 7.0 до 14.0; дуже високий – 14.0 та вище.

Забруднення водних ресурсів. Дніпропетровська область розташована в межах басейну річки Дніпро, а у її межах працює каскад Дніпровських водосховищ: південна частина належить Кам'янському водосховищу, а північна – Дніпровському, також регіон має виходи до Каховського водосховища. Довжина річки Дніпро в межах області становить 261 км, з них 66 км припадає на Кам'янське водосховище, 94 км – на Дніпровське і 101 км – на Каховське [6]. За останні декілька років змінилися тенденції у обсягах водокористування в Дніпропетровській області та у забрудненні водосховищ [4-6], а саме: зменшення обсягів водокористування в регіоні у 2020–2021 роках і особливо в 2022 році, коли розпочалася війна (див. у табл.2).

Таблиця 2

Динаміка водокористування в Дніпропетровській області в 2017–2022 роках.

Показники	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Забрано води всього із природних джерел	1033	1179	1180	1012	965	942
Використано свіжої води усього	802	868	866	765	746	673
Скинуто зворотних вод	681	757	739	598	634	555
Скинуто зворотних вод в поверхневі водні об'єкти	617	693	675	565	600	540

- зафіксовані значні витоки нафтопродуктів в Дніпровському та Каховському водосховищах до 18 випадків, а також декілька випадків витоків нітратів і амонію в 2022 році (див.табл.3).

Таблиця 3

Кількість випадків із забрудненням певними речовинами з перевищенням ГДК зафіксованих у Кам'янському, Дніпровському та Каховському водосховищах

Рік	Каховське водосховище				Дніпровське водосховище				Кам'янське водосховище			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2017	1	1	2	—	1	3	1	5	-	-	4	1
2018	1	-	2	-	1	2	11				2	
2019			24	4		6	24	1		-	10	-
2020	-	3	7	1		3	12	-		4	3	-
2021	-	24	1	4		12	27	3		3	11	4
2022	—	—	—	—	—	3	18	1	-	1	8	4

Сульфати – 1; нітрити – 2; нафтопродукти – 3; амоній – 4.

Вплив війни на забруднення ґрунтів. Територія області займає 3192,3 тис. га., а найбільшу площу займають сільськогосподарські угіддя – 78,7 % з

високим рівнем розорюваності до 66,5%. Ступінь ураженості Дніпропетровщини (територій міст, селищ, сіл і гірничодобувних районів) небезпечними геологічними процесами досягає 50% й більше (просадкові явища, засоленість, обвали, зрушення порід над виробленим простором, підтоплення ґрунтовими водами), а еродованість земель становить до 41%. Ліси займають біля 5.9-6.1 % [6]. В області природоохоронні території різного рівня заповідання складаються тільки 0,8% загальної площі області.

Через війну в регіоні відбувається: *механічне пошкодження та забруднення ґрунту* (вивертання, ущільнення та змішування ґрунту з іншими шарами, через риття окопів, траншей, пересування військової техніки, вибухи) після чого ґрунт гірше поглинає або утримує вологу та втрачає родючі властивості та стає менш придатним; *фізичне порушення ґрунтів*, через спричинені військовою технікою вібрацій, теплові удари, вибухи, пожежі та прямі руйнування, що призводить до зміни теплообміну, який визначає вологозабезпеченість рослин; *хімічне забруднення* внаслідок витоку палива, продуктів горіння та інших токсичних речовин, що небезпечно для людей і екосистем; *біологічне пошкодження ґрунту*, через загибель мікробіоти і всього живого, що впливає на стан і та родючість.

Висновки. Загалом в Дніпропетровській області спостерігається очищення атмосфери від промислового забруднення через зупинку або зменшення виробництва на багатьох підприємств у зв'язку з війною, але в зонах наближених до активних бойових дій рівень забруднення значно зріс у порівнянні з попереднім періодом до війни. Індекс забруднення атмосфери (ІЗА), і в області визначається як "дуже високий".

За останні декілька років змінилися тенденції у обсягах водокористування в області та у забрудненні водосховищ, а саме: зменшення обсягів водокористування в регіоні у 2020–2021 роках і особливо в 2022 році, коли розпочалася війна та зафіксовані значні витoki нафтопродуктів в Дніпровському та Каховському водосховищах до 18 випадків, а також декілька випадків витоків нітратів і амонію в 2022 році.

Через військову агресію в даному регіоні та в сусідніх відбувається порушення ґрунтового покриву: вивертання та ущільнення ґрунту в результаті вибухів та експлуатації важкої військової техніки, забруднення боєприпасами, металевими і пороховими відходами, інтенсифікація ерозій, дефляції та дегуміфікації, забруднення ґрунту важкими металами, підкислення ґрунтів.

Відновлення довкілля після війни є пріоритетним завданням для нашої країни. Цей процес буде тривалим і складним, але він необхідний для забезпечення безпечного та здорового середовища для населення.

Список цитованих публікацій

1. Бойченко С.Г. Метеорологічні та кліматичні наслідки воєнних дій в Україні Вісн. НАН України, 2024, 1: 83-93. <https://doi.org/10.15407/visn2024.01.08>
2. Бойченко С., Король Б. Оцінка забруднення атмосфери в містах Дніпро та Кам'янське. Сталий розвиток – XXI століття. В кн.: *Дискусії 2023*: матер. VIII Міжнар. наук.–практич. конф. НАУКМА. За ред. Хлобистова Є.В. Київ, 2023.
3. Комплексний індекс ступень забруднення атмосферного повітря. <http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/uk/diialnist/khimichne-zabrudnennia/8-materialy-na-glavnoj/171-stan-zabrudnennya-prirodnogo-seredovishcha-na-teritoriji-ukrajini> (accessed on 11 March 2024).
4. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf> (accessed on 11 March 2024).
5. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій у 2022 році http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/images/%D0%9E%D0%93%D0%9B%D0%AF%D0%94_2022.pdf. (accessed on 11 March 2024).
6. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища Дніпропетровській області за 2013–2022 роки <https://adm.dp.gov.ua/pro-oblast/ekologiya-pro-oblast/ekologiya> (accessed on 11 March 2024).

*¹Літвінов С.В., ¹Рашидов Н.М., ¹Кравець О.П., ¹Куцоконь Н.К.,
¹Шиліна Ю.В., ¹Пчеловська С.А., ¹Льошина Л.Г., ¹Булко О.В., ¹Жук В.В.,
¹Соколова Д.О., ³Нестеренко О.Г., ¹Бережна В.В., ¹Сакада В.І.,
²Данченко М.М., ¹Кривохижа М.В., ¹Тонкаль Л.В.
¹Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України,
²Інститут генетики рослин та біотехнології
Словацької Академії наук, Братислава,
³Національна дослідницька рада Іспанії, Гранада*

Перспективні фізіологічні, біохімічні та молекулярно-біологічні маркери стресових реакцій квіткових рослин

Summary. The effect of stressful factors on the plant organism and their adaptation to environmental stress conditions is judged by a number of markers that characterize plant reactions in a static and dynamic manner. Physiological, biochemical, and molecular biological markers are the most common and reliable markers of plant stress reactions. Activation of the antioxidant defense system and expression of key inducible DNA repair genes are universal markers of plant stress response due to the fact that the trigger of this response at the molecular level is oxidative stress, which, in particular, leads to genotoxic effects. It is also important to identify markers specific for short-term and long-term responses of flowering plants to stress. For the short-term reaction, this is an increase in the level of free proline, for the long-term – an increase in the content of flavonoids and the induction of genomic and epigenomic instability of microsatellite DNA. Also, specific markers include changes in the quantitative and qualitative composition of the proteome, including proteins conformation and systemic shift of plant metabolism.

Keywords: biomarkers of plant stress, acute stress, chronic stress, distant effects of stress, adaptive response, metabolic shift.

Вступ. Стрес – неспецифічна реакція організму на чинник, який значно перевищує поріг чутливості та виходить за межі фізіологічного оптимуму. Середовищний стрес виникає внаслідок гострої або пролонгованої/хронічної дії

факторів середовища. Стрессова реакція завершується неспецифічною адаптацією організму (еустресом) або дистресом, нездатністю адаптуватися та загальним виснаженням організму, зниженням його життєздатності.

Про дію на рослини стресових чинників та їх адаптацію/дезадаптацію до умов середовищного стресу судять за низкою маркерів, які характеризують реакції організму у статичному та динамічному вимірі. До найбільш поширених і надійних маркерів стресових реакцій рослин належать фізіологічні, біохімічні та молекулярно-біологічні маркери. Серед найбільш перспективних можна виділити такі: вміст пігментів та флавоноїдів у зеленій частині, показники індукованої флуоресценції хлорофілу листків, активність систем антиоксидантного захисту, вміст вільного проліну, експресія ключових генів репарації ДНК, геномна та епігеномна нестабільність мікросателітної ДНК, зміна складу та конформації білків протеому, системна модифікація метаболізму.

Метою даної роботи було узагальнення досвіду відділу біофізики та радіобіології ІКБГІ НАН України за останні 10 років щодо вивчення стресових реакцій рослин з використанням перспективних фізіологічних, біохімічних та молекулярно-біологічних маркерів.

Матеріали та методи. У нашій роботі використовували методики спектрофотометричного вимірювання вмісту сполук у екстрактах, метод вимірювання параметрів індукованої флуоресценції пігментів, стандартні методи оцінки активності антиоксидантної системи, методику оцінки вмісту вільного проліну за модифікованим методом Бейтса; стандартні молекулярно-біологічні методи, гель-денситометрію продуктів ампліфікації ЗТ-ПЛР та ПЛР у реальному часі для визначення рівня експресії генів, ISSR-ПЛР з попередньою рестрикцією MspI/HpaII ендонуклеазами з метою оцінки рівня геномної та епігеномної нестабільності мікросателітної ДНК, метод поклітинного електрофорезу ДНК (метод ДНК-комет); методи ATR-FTIR спектроскопії, двовимірного електрофорезу розчинних білків у ПААГ, високоефективної рідинної хроматографії, мас-спектрометрії з попередньою

екстракцією, очисткою та ідентифікацією амілоїдних білків за допомогою тандемної мас-спектрометрії (UHPLC-MS).

Результати та їх обговорення. Один з найбільш часто використовуваних маркерів стресу рослин – вміст і співвідношення пігментів листя. Спостерігається зменшення абсолютного та відносного вмісту хлорофілу *a*, а також каротиноїдів при гострому стресі та дистресі, збільшення вмісту каротиноїдів і співвідношення каротиноїди/хлорофіли при хронічному стресі. При гострому стресі та дистресі знижується вміст флавоноїдів, при хронічному стресі та адаптації вміст флавоноїдів навпаки збільшується.

Ознакою стресу та маркером як безпосередніх, так і віддалених ефектів стресового впливу є функціональний стан фотосистеми рослин (показники флуоресценції хлорофілу).

Надійним маркером абіотичного стресу та короткострокової реакції на нього є зростання вмісту у тканинах рослин вільного проліну.

При гострих та хронічних стресових впливах, пов'язаних з генотоксичними ефектами, в якості маркера може бути використана активність ключових генів DDR та репарації ДНК, причому як індукцибельної, так і конститутивної. Кандидатом на роль молекулярного маркера абіотичного стресу вищих рослин може бути експресія гену цвітіння *FT*.

Генотоксичний стрес кількісно оцінюють також за прямою дією на ДНК, наприклад, за допомогою поклітинного аналізу пошкоджень методом ДНК-комет. При вивченні віддалених епігенетичних ефектів хронічного стресу досить перспективною є оцінка нестабільності послідовності та патерну метилування мікросателітної ДНК з використанням ISSR-праймерів і MspI/HpaII рестриктаз.

Інтегральним показником довготривалих та віддалених ефектів хронічного стресу рослин можна вважати зміни ліпідного складу, зменшення вмісту ненасичених жирних кислот, зміну активності генів ферментів циклу трикарбонових кислот (насіння); підвищення вмісту целюлози/геміцелюлози та крохмалю на

фоні зменшення вмісту лігніну (листки), збільшення співвідношення Амід I/Амід II доменів у протеомі, визначене за допомогою методу ATR-FTIR.

Висновки. Універсальними маркерами стресової реакції рослин є активація системи антиоксидантного захисту та ключових генів індукцйбельної репарації ДНК, пов'язана з тим, що тригером цієї реакції на молекулярному рівні є оксидативний стрес, який, зокрема, призводить до генотоксичних ефектів. Важливим є також виділення маркерів, специфічних для короткострокових і віддалених реакцій рослин на стрес. Для короткострокової реакції це підвищення рівня вільного проліну, для віддаленої – зростання вмісту флавоноїдів та індукція геномної й епігеномної (зміна патерну метилування) нестабільності мікросателітної ДНК. Також до специфічних маркерів слід віднести зміни кількісного та якісного складу протеому, включаючи конформацію білків (підвищення частки білків, що містять β -листи, а також амілоїдогенних протеїнів) та системну модифікацію метаболізму рослин.

Вишенська І.Г.,

Козак О.М.

Національний університет «Києво-Могилянська академія»

Природні та інвазійні деревні види рослин для повоєнного відновлення лісів України

Summary. Due to Russian aggression, Ukraine has suffered significant losses of forest areas, which makes reforestation and support of sustainable forestry extremely important. Despite the recognized threat of invasive species to biodiversity and ecosystem services, debates continue in Ukrainian forestry and nature conservation circles regarding the use of invasive tree species. In 2023, the government decided to limit the granting of permits to plant 13 invasive tree species in forestry, which was opposed by some foresters who emphasized the advantages of these species, such as better adaptation to climate change and soil pollution, faster growth and higher

productivity. Nevertheless, to restore sustainable forestry, it is advisable to give priority to local tree species. Urgent study and recommendation of alternative native tree species for each natural zone in Ukraine is essential to preserve natural biodiversity, support the ecosystem services provided by forest ecosystems, and promote the recovery of ecosystems affected by military actions.

Ключові слова: лісове господарство, інвазійні породи дерев, лісовідновлення, вплив військових дій

Основними причинами порушення природних екосистем в останні десятиліття були зміни клімату та непродумані дії людини, зокрема, неконтрольоване впровадження нових видів рослин (як декоративних, медоносів чи сировини для промисловості). Наслідками непродуманої інтродукції можуть бути витіснення місцевих видів, порушення трофічних взаємодій у місцевих природних екосистемах і, нарешті, втрата біорізноманіття. Загрози інвазійних видів визнаються в багатьох міжнародних документах.

Куньмінсько-Монреальська глобальна рамкова угода про біорізноманіття 2022 року визнає вторгнення чужорідних видів рушійною силою змін у природі з найбільшим глобальним впливом і погоджує необхідність усунути, мінімізувати, зменшити та/або пом'якшити вплив інвазійних чужорідних видів на біорізноманіття та екосистемні послуги шляхом виявлення та управління шляхами інтродукції чужорідних видів принаймні на 50 відсотків до 2030 року [1].

У Конвенції про біологічне різноманіття 1992 року (стаття 8 Запобігання інтродукції, контроль або знищення тих чужорідних видів, які загрожують екосистемам, середовищам існування або видам).

Запровадження заходів для запобігання інтродукції та значного зменшення впливу інвазійних чужорідних видів на наземні та водні екосистеми та контролювати або викорінювати пріоритетні види) відповідає Цілям сталого розвитку (ціль 15.8).

В Україні прийнято 3 документи щодо інвазійних видів. У Плані заходів щодо реалізації Стратегії біобезпеки та біологічного захисту на 2022-2025 роки,

зокрема, зазначається необхідність удосконалення законодавства, розробки механізму і порядку запобігання, усунення та контролю інвазійних видів, критерії визнання видів рослин і тварин інвазійними чужорідними видами та затвердження списків інвазійних чужорідних видів [2].

Через російську агресію в Україні пошкоджено понад 3 мільйони гектарів лісових угідь, що робить вкрай важливим лісовідновлення та подальшу підтримку стійкого лісового господарства. Незважаючи на визнану загрозу інвазійних видів для біорізноманіття та екосистемних послуг, в українських лісових та природоохоронних колах тривають дебати щодо використання інвазійних видів дерев. В лісах Держлісагентства України на загальній площі 351 тис. га вже ростуть 732 інтродуковані види та підвиди дерев і кущів, що становить 5,2% від загальної площі лісових угідь.

У 2023 році уряд прийняв рішення обмежити видачу дозволів на посадку 13 інвазійних видів дерев у лісових господарствах [3]. Проти цього виступили деякі представники лісового господарства і наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України було скасовано. Лісники наголошували на перевагах інтродукованих видів, таких як краща адаптація до зміни клімату та забруднення ґрунту, швидший ріст і вища продуктивність. Серед таких аргументів наводилась висока стійкість до посушливих умов північноамериканських видів гледичії колючої *Gleditsia triacanthos*, черемхи пізньої або американської вишні *Prunus serotina* та робінії звичайної *Robinia pseudoacacia*; отримання цінної деревини: горіх чорний *Juglans nigra*, робінія звичайна *Robinia pseudoacacia*, черемха пізня або американська вишня *Prunus serotina*; меліоруючі властивості дуба червоного *Quercus rubra* і робінії звичайної *Robinia pseudoacacia*; стійкість до шкідників ясена пенсильванського *Fraxinus pennsylvanica*. Особливо відзначали швидкий ріст таких інтродукованих деревних видів як дуб червоний *Quercus rubra* та видів павловнії *Paulownia sp.* У той же час серед природних для України деревних порід є чимало швидкорослих видів. Щорічний приріст понад 40 см у висоту мають такі природні місцеві види як клен ложноплатановий або явір *Acer*

pseudoplatanus, клен гостролистий *Acer platanoides*, гіркокаштан звичайний *Aesculus hippocastanum*, бук лісовий або бук європейський *Fagus sylvatica*, ясен звичайний *Fraxinus excelsior*, сосна звичайна *Pinus silvestris*. Види тополі *Populus sp.* мають щорічний приріст понад 1 м. Високі показники росту природних для Київського Полісся видів дерев були показані також в наших попередніх дослідженнях [4].

Необхідність обмеження використання інтродукованих інвазійних порід дерев під час лісовідновлення та лісорозведення зазначена у Стратегії державного управління лісами України до 2035 року [5]. Стратегія передбачає необхідність проведення інвентаризації інвазійних чужорідних видів рослинного світу на місцевому, регіональному та загальнодержавному рівні та встановлення поточних ареалів і територій їх ймовірного поширення. Для відновлення стійкого лісового господарства, доцільно віддавати пріоритет місцевим породам дерев. Невідкладним науковим завданням на сьогодні постає проведення порівняльного аналізу швидкості росту та накопичення біомаси інтродукованих та місцевих порід дерев, вивчення та аналіз стійкості природних деревних порід до ґрунтових та кліматичних умов.

Висновки. При проведенні лісовідновлювальних робіт потрібно дотримуватись вимог міжнародних угод по збереженню біорізноманіття та національної Стратегії державного управління лісами України до 2035 року, в яких важливе значення надається обмеженню поширення чужинних інвазійних видів рослин. Рекомендація альтернативних місцевих видів дерев для кожної природної зони в Україні має важливе значення для збереження природного біорізноманіття, підтримки екосистемних послуг, які надають лісові екосистеми, та сприяння відновленню екосистем, постраждалих від військових дій.

Список цитованих публікацій

1. Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework, (2022). Retrieved from: <https://www.cbd.int/article/cop15-final-text-kunming-montreal-gbf-221222>.

2. Стратегія державного управління лісами України до 2035 року. (2021).
Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-%D1%80#n10>.
3. Про затвердження Переліку інвазійних видів дерев із значною здатністю до неконтрольованого поширення, заборонених до використання у процесі відтворення лісів. (2023). Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0641-23#Text>.
4. Vyshenska I.G.(2015). Species Features of Tree Growth in Forest Phytocenosis Assoc. Convallario majali-Quercetum roboris at the Reserve “Lisnyky” of National Nature Park "Golosiiivsky". Research papers NaUKMA. Biology and ecology, 2015 (171). P. 34-37.
5. План заходів з реалізації Стратегії біобезпеки та біологічного захисту на 2022-2025 роки (2022). Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/573-2022-%D1%80#Text>.

Міхєєв О.М.,

Лапань О.В.,

**Маджд С.М.*

*Інститут клітинної біології та
генетичної інженерії НАН України*

*Національний авіаційний університет**

Використання гідрофітної системи типу біоплато

для відновлення якості забруднених важкими

металами та радіонуклідами вод

Summary. The results of the analysis of studies of native and foreign scientists allow to indicate that radionuclides and metals are one of the most dangerous toxicants, that provoked a significant increase in pollution of the planet's water resources. These contaminants are capable of migration and bioaccumulation and have a detrimental influence on the human health and the biota. As a result, researches are increasingly relevant to create effective, environmentally safe and cost-effective systems for restoring the quality of large volumes of water areas, in

other words, the developing new or improving existing methods for removing these toxicants from water bodies.

The thesis aims at solving an important task – the scientific substantiation of the development of phytoremediation technology which involves studying of the absorption capacity of terrestrial plants and creation of an effective hydrophytic structure of the bioplate type.

The scientific novelty of the obtained results is to create scientific bases for the purification of water bodies out of ^{137}Cs and toxic metals by terrestrial plants, namely for *the first time*:

- the assessment of the efficiency of purification of water environment by using a new design (of bioplate type), the biotic component of which is higher terrestrial plants out of ^{137}Cs , Cr(VI), Zn(II) and Cd(II) was conducted;

- it was found that UV-C-irradiation and increasing the density of cultivation of terrestrial plant species significantly increases the intensity of phytosorption against ^{137}Cs and metals. It was found that the efficiency of extraction by *Secale cereale* L. plants out of metals from water solutions depended on the degree of aeration of the water environment, as well as on the pH value;

- the influence of competing ions (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ , K^+) on the extraction of cesium out of a water solution by *Zea mays* L. plants is shown;

- the range of concentrations of cadmium, zinc and chromium was determined, in which the process of purification of the water environment by the tested plants was efficiently carried out.

There *was improved* the water purification system out of ^{137}Cs and metals due to the development and application of a hydrophytic plant with new biotic and abiotic components, which reduces the load on natural aquatic ecosystems.

The proposed bioplate design is an effective tool for practical use for purification or additional purification of large volumes of water to eliminate the consequences of accidental radionuclide emissions at nuclear power plants, for the purification of soil out of radionuclide contamination by phytoextraction of solutions after leaching, for the extraction of precious metals from water areas.

Ключові слова: водойма, фіторемедіація, наземні рослини, радіоцезій, метали (цинк (II), кадмій (II), хром (VI)), біоплато.

Вступ та мета. Серед найбільш небезпечних токсикантів, які спровокували значне підвищення рівня забруднення водних ресурсів планети, є радіонукліди та метали, що здатні до міграції і біоаккумуляції та шкідливо впливати на здоров'я людини та біоту. У зв'язку з цим все актуальнішими стають дослідження, спрямовані на створення ефективних, екологічно безпечних і економічно рентабельних систем відновлення якості великих об'ємів водних середовищ, тобто розроблення нових чи удосконалення існуючих методів вилучення зазначених токсикантів із водойм [1-4].

Роботу було присвячено вирішенню важливого завдання – науковому обґрунтуванню розроблення фіторемедіаційної технології, яка складалась з вивчення поглинальної здатності наземних рослин та створення ефективної гідрофітної споруди типу біоплато.

Переваги фіторемедіації в порівнянні з традиційними методами:

- можливість здійснювати ремедіацію *in situ*;
- відносно низька собівартість робіт;
- метод безпечний для навколишнього середовища;
- теоретична можливість екстракції цінних речовин із зеленої маси рослин (Ni, Au, Cu);
- можливість моніторингу процесу очищення.

Серед існуючих фіторемедіаційних методів ми звернули увагу на метод різьфільтрації, який підходить для ремедіації саме водних об'єктів.

Матеріали та методи

Використано такі методи досліджень: теоретичний аналіз для узагальнення результатів досліджень вітчизняних та зарубіжних дослідників, метод камерних моделей для моделювання перенесення і міграції радіонуклідів в екосистемі «експериментальна водойма – рослини», УФ-С-опромінення рослин для стимуляції їх поглинальної здатності, фізіологічні – культивування рослин в

умовах аквапоніки, визначення морфометричних параметрів наземних рослин та спостереження за життєдіяльністю рослин; лабораторні аналітичні (метод атомно-абсорбційної спектрометрії та мас-спектрометрії для визначення концентрації іонів важких металів, рН-іонометрію – для вимірювання рН водних розчинів, радіометричний метод визначення радіоактивності зразків води та рослин за ^{137}Cs , математичної статистики).

Результати та їх обговорення

За допомогою скринінгових досліджень виявлено сорбційні властивості наземних видів трав'янистих рослин (*Secale cereale* L. (сорт Забава), *Hordeum vulgare* L. (сорт Ластер), *Phleum pratense* L. (сорт Люлинецька 1), *Triticum vulgare* L. (сорт Миронівська 808), *Festuca pratensis* Huds. (сорт Діброва), *Pisum sativum* L. (сорт Ароніс), *Dactylis glomerata* L. (сорт Муравка), *Avena sativa* L. (сорт Саргон) та *Zea mays* L. (сорт Достаток) стосовно іонів цезію та металів (Cd(II), Zn(II), Cr(VI)) у водному середовищі. Всі перелічені види досліджуваних рослин зберігали здатність до росту у водному середовищі протягом 30 діб. Коефіцієнти накопичення радіоцезію та важких металів в загальній масі сирої речовини рослин становили: ^{137}Cs (1000-1720), Zn(II) (201-600), Cd(II) (100-430) та Cr(VI) (145-415).

Встановлено, що вплив конкуруючих іонів на вилучення цезію із водного розчину рослинами *Zea mays* L. зростав в ряду $\text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{Na}^{+} < \text{K}^{+}$. Зі збільшенням діапазону твердості води (3,5-19 мг-екв/л) спостерігали незначне зниження (на рівні 2 %) ступеня очищення середовища від цезію.

Виявлено, що сорбційна здатність рослин стосовно радіоцезію та металів (Zn(II), Cd(II)) підвищується за рахунок УФ-С-опромінення та збільшення щільності вирощування рослин. Вплив УФ-С-опромінення (0,25-2 кДж/м²) рослин *Zea mays* L. та збільшення щільності вирощування рослин *Secale cereale* L. (6500-25800 шт./м²), *Phleum pratense* L. (183 500–734 600 шт./м²) та *Pisum sativum* L. (1130–6780 шт./м²) збільшувало фітосорбційну здатність на 8-22 %.

Досліджено дію іонів металів (Cd(II), Zn(II), Cr(VI)) на ростові показники деяких видів вищих наземних рослин. Встановлено, що стійкість до впливу токсичних металів залежить від виду рослин, а низькі концентрації металів навіть можуть спричиняти гормезисну дію на ріст та розвиток рослин. Визначено діапазон концентрацій Cd(II), Zn(II) та Cr(VI) (1-00 мг/л), у якому ефективно відбувається процес очищення водного середовища досліджуваними рослинами (*Secale cereale* L., *Phleum pratense* L., *Avena sativa* L.).

Ефективність вилучення металів з водних розчинів суттєво залежала також від pH середовища. Найменша залишкова концентрація водорозчинних форм токсичних металів у воді була зафіксована при pH 7,5-9. Примусова аерація водного середовища (насос Regent Calm RC-004 потужністю 2,7 Вт) підвищувала показники фітосорбції Cd(II) на 11 % рослинами *Secale cereale* L. Найвищі показники фітосорбції *Secale cereale* L. зафіксовано за концентрації Cd(II) у водному середовищі на рівні 1 мг/л.

Спостереження за динамікою накопичення рослинами виявлено, що для очищення водойм від Cd(II) доцільно використовувати *Secale cereale* L. та *Phleum pratense* L., для очищення водойм від Zn(II) – *Festuca pratensis* Huds. та *Zea mays* L., а для зменшення рівня забруднення водних об'єктів від Cr(VI) можна застосовувати рослини *Phleum pratense* L. та *Zea mays* L.

Розроблено та запатентовано нову конструкцію плаваючої гідрофітної споруди на основі гранульованого пінополістиролу («пінопласту») з вищими наземними рослинами, застосування яких у споруді, на відміну від вищих водяних рослин, полегшує етапи конструювання біоплато, його транспортування на значні відстані з метою розміщення на дзеркалах водних об'єктів, які потребують очищення від розчинних форм радіонуклідів та токсичних металів, і не руйнується протягом всього необхідного періоду дезактивації.

На підставі дослідження розподілу ^{137}Cs за складовими біоплато встановлено, що поглинання радіонукліду (радіоцезію) відбувається переважно рослинним компонентом конструкції. Завдяки математичному моделюванню динаміки накопичення радіоцезію в системі «експериментальна водойма –

рослини (біоплато)» можна припустити, що закономірності міграції токсиканту в цій системі в діапазоні не досліджуваних в експерименті активностей будуть аналогічними до тих, що були виявлені у проведеному експерименті.

Результати досліджень доповнюють сучасні уявлення про сорбційну здатність деяких трав'янистих наземних видів рослин для застосування у фіторе mediaційній практиці, зокрема створення ефективної сорбційної споруди типу біоплато для очищення водних об'єктів від ^{137}Cs та іонів металів до рівня, що відповідає вимогам чинних нормативних документів для джерел питного водопостачання. Запропонована конструкція типу біоплато є ефективним засобом для практичного використання задля очищення або доочищення великих об'ємів води з метою ліквідації наслідків аварійних емісій радіонуклідів на атомних електростанціях, для очищення ґрунтів від радіонуклідного забруднення шляхом фітоекстракції розчинів після етапу вилуговування, для видобування цінних металів із водних середовищ, зменшення жорсткості води у водоймах-охолоджувачах, очищення малих річок, укріплення берегів, для пілепригнічення сухих пляжів хвостосховищ, очищення шахтних вод тощо.

Висновки

1. Проведено оцінювання ефективності очищення водного середовища шляхом використання нової конструкції (типу біоплато), біотичним компонентом якої є вищі наземні рослини.
2. Встановлено, що УФ-С-опромінення та збільшення щільності вирощування рослин суттєво підвищує інтенсивність фітосорбції щодо ^{137}Cs та металів.
3. Виявлено, що ефективність вилучення рослинами *Secale cereale* L. металів з водних розчинів залежала від ступеня аерації водного середовища, а також від значення pH;
4. показано вплив конкуруючих іонів (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^{+} , K^{+}) на вилучення цезію із водного розчину рослинами *Zea mays* L.;
5. визначено діапазон концентрацій кадмію, цинку та хрому, у якому ефективно відбувається процес очищення водного середовища досліджуваними рослинами (*Secale cereale* L., *Phleum pratense* L., *Avena sativa* L.).

6. Удосконалено систему очищення водних об'єктів від ^{137}Cs та металів за рахунок розроблення й застосування гідрофільної споруди з новим біотичним та абіотичним компонентами, що зменшує навантаження на природні водні екосистеми.

Список цитованих публікацій

1. Водні ресурси на рубежі ХХІ ст.: проблеми раціонального використання та відтворення / За ред. проф. М. А. Хвесика. Київ: РВПС України, НАН України, 2005. 564 с.
2. Верниченко Г. А. Вода: хімія і екологія: навч посібник. Северодонецьк: «Цвітков», 2018. 658 с.
3. Экологические аспекты современных технологий охраны водной среды / Под ред. В. В. Гончарука. Київ: Наукова думка, 2005. 400 с.
4. Сокол Л. М., Підліснюк В. В. Аналіз водокористування в Україні на відповідність сталим підходам. Екологічна безпека. 2009. № 3. С. 49-55.

*Пустова С.О.
ПВНЗ «Європейський університет»*

Вода для сталого розвитку

Summary. The ecological state of surface waters and the quality indicators of the water in them are decisive factors for the sanitary and epidemiological well-being of the population. After all, the non-compliance of the quality of drinking water with regulatory requirements is one of the reasons for the spread of a group of diseases of different etiology (infectious, diseases of the digestive system, endocrine system, and others). There is an urgent need to improve drinking water preparation and supply technologies. The important problems that need to be solved include: the unsatisfactory emergency state of water supply networks, the lack of experts in their technical maintenance; contamination of wells and untimely implementation of

preventive measures by the owners. The sixth goal of sustainable development of Ukraine "Clean water and proper sanitary conditions" declares that every resident of our country should have access to safe drinking water.

Ключові слова: сталий розвиток, водні ресурси, питна вода, якість води, глобальні цілі.

Вступ. У 2010 році ООН визнала «право на безпечну та чисту питну воду та санітарні послуги як право людини, що має істотно важливе значення для повноцінного життя та повного здійснення всіх прав людини». Кожна людина без будь-якої дискримінації наділена правом на доступ до достатніх обсягів безпечної, прийнятної та фізично та економічно доступної води для особистих та побутових потреб, що включає воду для пиття, особистої санітарії, прання, приготування їжі та особистої та господарської гігієни.

Матеріали: науково-технічна література, аналіз та порівняння даних щодо стану навколишнього середовища, звітні документи.

Результати та їх обговорення. Серед Глобальних Цілей Сталого Розвитку (SDGs), які були прийняті на саміті ООН 2015 р., присутня 6 ціль - "Чиста вода та належні санітарні умови". Вона представляє завдання - забезпечити наявність та раціональне використання водних ресурсів та санітарії для всіх.

У грудні 2016 року Генеральна Асамблея ООН прийняла резолюцію 71/222, що проголошує період 2018–2028 років Міжнародним десятиліттям дій «Вода для сталого розвитку», яке розпочалося у Всесвітній день водних ресурсів 22 березня 2018 року. Цілями Десятиліття є підвищена увага до сталого розвитку та комплексного управління водними ресурсами для досягнення соціально-економічних та природоохоронних цілей та до здійснення та пропагування відповідних програм та проектів, а також до розширення співробітництва та партнерства на всіх рівнях для сприяння реалізації узгоджених на міжнародному рівні цілей та завдань, пов'язаних з водними ресурсами, у тому числі у порядку денному у сфері сталого розвитку на період до 2030 року.

Ще у 2017 році уряд прийняв рішення щодо обліку поверхневих водних об'єктів в Україні. Інформацію про стан річок та інших водойм можна отримати за допомогою інтерактивної карти "Чиста вода", в яку внесено найбільші річкові басейни України. Особливістю є те, що на карті позначені підприємства, що мають найбільший вплив на забруднення річок в кожній області. Користувач може подивитись, які саме об'єми забруднених стоків скидає кожне окреме підприємство у річки.

Впливу війни в Україні на воду є дуже значним, адже на території країни розташована велика кількість великих і малих резервуарів, накопичувачів води, що у разі підриву може призвести до затоплення території і того, що багато людей залишиться без доступу до питної води. А взагалі кількість людей, які залишилися без доступу до якісної води, вражає: з квітня по грудень 2022 року ця цифра зросла з 6 до 16 мільйонів людей. Окрім прямого впливу на якість води, експерти звертають увагу на ситуацію з водоймами. Внаслідок військових дій та спричинених ними техногенних забруднень, руйнування мостів, дамб та берегової лінії, отруєння нафтопродуктами та важкими металами, багато невеликих річок та ставків України зазнали патологічного впливу на біорізноманіття. У водоймах гине риба, порушується життєвий та міграційний цикли водних птахів, водойма втрачає здатність до самоочищення та природного відновлення.

За даними Держекоінспекції України, за 10 місяців російської агресії завдано збитків на суму понад 55 млрд гривень внаслідок техногенного забруднення, засмічення вод та самовільного користування водними ресурсами.

Висновки. Вплив війни на водні ресурси проникає в усі сектори економіки та вже давно перетнув національні кордони. Водозабір в Україні скоротився, а скиди забруднених зворотних вод зросли. Виникла значна диспропорція в розвитку водопровідних та каналізаційних мереж. Повномасштабне вторгнення та військові дії додатково принесли значний негативний вплив та суттєво погіршили ситуацію.

Список цитованих публікацій

1. NDP. (2017). National report "Sustainable Development Goals: Ukraine". URL: <http://surl.li/emwvb> (*in Ukr*).
2. Verkhovna Rada of Ukraine. (2022) WATER STRATEGY OF UKRAINE for the period until 2050. URL: https://zakononline.com.ua/documents/show/511091__706478. (*in Ukr*).
3. State Statistics Service of Ukraine. (2021). Monitoring report of the State Statistics Service of Ukraine: "Goals of sustainable development: Ukraine-2021". URL: https://ukrstat.gov.ua/csr_prezent/2020/ukr/st_rozv/publ/SDGs%20Ukraine%202021%20Monitoring%20Report%20ukr.pdf. (*in Ukr*).
4. State Statistics Service of Ukraine. (2018). Clean water and proper sanitary conditions. Indicator 6.2.1. URL: <https://sdg.ukrstat.gov.ua/uk/6-2-1/> (*in Ukr*).
5. Valerko, R. A., & Herasymchuk, L. O. (2021). Ecological Assessment of the State of Drinking Water Within the United Territorial Communities of the Enlarged Zhytomyr District. Man and Environment. Issues of Neoecology, 35, 37-47. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2021-35-04>.

**Чоботько Г.М.,
Райчук Л.А.,
Швиденко І.К.
Інститут агроекології
і природокористування НААН України**

Віддалені радіобіологічні наслідки аварії на ЧАЕС

Summary. The changes in the natural environment in the areas affected by the Chernobyl accident have been investigated. Various ecosystem transformations, the impact of radionuclides on biota, and radiobiological effects have been identified. Changes in plant and animal life, including a decrease in synanthropic species

populations and an increase in biodiversity, have been observed. The results are of significant importance for understanding the impact of radiation on ecosystems and the necessity of monitoring to prevent negative consequences.

Keywords: Chernobyl, radiation, ecosystem, biota, biodiversity.

Після аварії на ЧАЕС частина території Полісся була інтенсивно забруднена радіонуклідами, викинутими з зруйнованого реактора. Всі об'єкти живого світу – люди, нижчі та вищі тварини, рослини, гриби, мікроорганізми і віруси в післяаварійний період підпали гострому та хронічному опроміненню. Залежно від щільності радіоактивних випадіннь, фізико-хімічного складу радіонуклідів, їх біогеохімічних перетворень та міграції в трофічних мережах екосистем, дози опромінення об'єктів біоти варіювали в дуже широких межах від летальних для більш радіочутливих видів до рівнів, властивих природній радіоактивності. Об'єкти біоти зазнавали опромінення радіацією як від зовнішніх джерел гамма, бета та альфа-випромінювань, так і від біологічно засвоєних та нагромаджених у тканинах радіонуклідів. За таких умов опромінення проявлялися різні радіобіологічні реакції у будь-яких представників біоти у зоні враження. У зоні ураження спостерігається широке поширення радіоморфозів та пригнічення ростових процесів. Звичайно, радіація індукувала загибель різних видів рослин і тварин. У місцях із дуже високим рівнем поверхневого забруднення залишалися найбільш радіостійкі види, серед яких найбільш виразними були лишайники та деякі види мохів [1]. Тому метою роботи було вивчення радіобіологічних наслідків впливу ЧАЕС в віддалений період.

Вплив іонізуючого опромінення супроводжувалася важливими змінами у складі біоти, оскільки в біоценозі починаються сукцесійні явища, формуються нові трофічні мережі, і це суттєво змінює структуру біоценозів та призводить до значного впливу на біорізноманіття. Перетворення біоти в регіоні впливу ЧАЕС, відображають не лише вплив іонізуючого опромінення на живі організми, а й вторинні процеси зміни видового складу біоценозів, зумовлені

послабленням позиції радіочутливих видів, що були в доаварійний період доміантними видами. Крім того, великий вплив на стан біоти мало припинення господарської діяльності, зокрема сільського господарства у Зоні відчуження, а також відселення мешканців із низки населених пунктів [2].

Так, на перших орних землях почалося відновлення природної рослинності шляхом відповідних фаз зміни типів рослинності – створення випадкового видового складу тимчасових фітоценозів (бур'янева фаза), яке змінюється розвитком багаторічних злакових трав та поступовим відновленням лісової формації. Відповідно до цих змін рослинності, яка є кормовою базою травоядних, створюється і новий видовий склад тваринного світу. У перші роки після аварії внаслідок великої кількості зерна з незібраних хлібних злаків самосіву інтенсивного розмноження гризунів, що, у свою чергу, сприяло збільшенню чисельності хижих тварин, зокрема лисиць. Спустошення населених пунктів супроводжувалося різким зменшенням чисельності синантропних видів тварин і поступовим зникненням рослин синантропної флори. Водночас спостерігалось зростання біологічної різноманітності за рахунок збільшення чисельності тих видів, нормальному розвитку яких заважала господарська діяльність людини – руйнування земель, інтенсивне використання лук і пасовищ, полювання тощо. Тому останніми роками збільшилася чисельність раніше рідкісних, зокрема і червонокнижних, видів тварин, зокрема чорного лелеки, збільшилося поголів'я низки великих хижаків і копитних тварин [3, 4, 5].

На найбільш забруднених радіонуклідами ділянках виявили повністю стерильні поверхневі пласти ґрунту. Природно, що із зменшенням потужності дози опромінення відбувається відновлення ґрунтової фауни та мікробних цинозів, але видовий склад нових угруповань може бути іншим, ніж той, що був сформований ще до аварії. Оскільки комахи, в ювенільному стані розвитку (яйця, лялечки, личинки), значно більш радіочутливі, ніж дорослі особини, тому ентомофауна зазнала серйозних змін. Разом з тим, при візуальному спостереженні зміни біоти є і такі прояви дії іонізуючої радіації, сутність яких

з'ясовується у спеціальних радіобіологічних дослідженнях, які виявляють відхилення від норми процесів на клітинному та субклітинному рівнях організації біологічних систем. Зокрема, найвиразнішими є цитогенетичні ушкодження клітин, які спостерігаються як у людей, тваринах, так і рослинних організмах [6, 7].

Чисельними експериментами доведено, що за умов хронічного опромінення організмів має місце поступове накопичення незворотних молекулярних ушкоджень генетичного апарату клітин, відбувається своєрідне “запам'ятовування” дози, кумулятивний ефект опромінення. Крім того, оскільки рослинні та тваринні організми накопичують у тканинах своїх органів радіонукліди, насамперед радіоактивні ізотопи цезію та стронцію, а останні нерівномірно розподіляються по ультраструктурним компонентам клітини, обумовлене ними "внутрішнє опромінення" відрізняється підвищеною ефективністю дії. Якщо навіть реалізація пошкоджень генетичного апарату клітин характеризується невеликим значенням частоти свого прояву, все ж таки внаслідок дуже великої чисельності опромінених видових популяцій негативні ефекти будуть відбуватися протягом наступних десятиліть.

Висновки. Такі негативні ефекти, які відносять до віддалених наслідків опромінення, формують небезпеку окремих видів, біоценозів і біологічного різноманіття. Тому моніторинг віддалених після аварійних наслідків є вкрай важливим з огляду на необхідність їхнього своєчасного упередження. Оскільки в основі віддалених наслідків лежать пошкодження ДНК та регуляторних систем клітин, які є загальними для всіх живих істот, стеження динаміки формування віддалених наслідків має загальнобіологічне значення в прогнозі можливих радіобіологічних ефектів [8, 9].

Список цитованих публікацій

1. Чернобыльская катастрофа // Ред. Барьяхтар В.Г. - Киев: Наукова думка, 1995. -560 с.

2. Grodzinsky D.M. Reflection of the Chernobyl Catastrophe on Plant World. Special and General Biological Aspects // *Агроекологічний журнал*, 2005, № 3, С. 4 - 12.
3. Гродзінський Д.М., Гудков І.М. Радіобіологічні ефекти у рослин на забрудненій радіонуклідами території // *У 3б. “Чорнобиль. Зона відчуження”*. -К: Наук. думка, 2001. С. 325 - 377.
4. Чоботько Г.М. Радіоекологічний моніторинг селітебних територій в регіоні Українського Полісся/ Г.М. Чоботько // *Агроекологічний журнал* – 2016. – № 1. – С. 145–152.
5. Ландін В.П. Подолання наслідків Чорнобильської катастрофи в агросфері України / В.П. Ландін, Г.М. Чоботько, М.Д. Кучма, Л.А. Райчук // *Агроекологічний журнал*. - № 2. – 2017 р. – С. 67 – 75.
6. Grodzinsky, D.M. Consequences of the Chernobyl Catastrophe as a Prototype of Nuclear Terrorism. - Defense and the Environment: Effective Scientific Communication (Eds. K.Mahutova et al. Kluwer Academic Publishers, 2004. - P.119 - 137.
7. Коніщук В.В. Поліська екологічна конвенція – гносеологічна парадигма становлення / [Коніщук В.В., Андрієнко Т.Л., Бондар О.І., Груммо Д.Г., Давидюк В.Ф., Євстігнєєв О.І., Коновальчук В.К., Ландін В.П., Лукаш О.В., Серебряков В.В., Соловей Т.В., Титар В.М., Фурдичко О.І., Чоботько Г.М., Шершун М.Х.] // *Природа західного полісся та прилеглих територій. Розділ 3. Екологія*. № 9, 2012. С. 289 – 293.
8. Талько В. В., І. Р. Бариляк, Л. В. Неумержицька, В. М. Шкарупа, С. В. Клименко, І. С. Бездольна, Г. М Чоботько. Моніторинг вроджених вад розвитку в радіоактивно забруднених регіонах України. Проблеми радіаційної медицини та радіобіології 2010, №15, С. 375 – 380.
9. Колпаков І. Є., В. Ю. Вдовенко, В. М. Зигало, В. Г. Кондрашова, Г. М. Чоботько, Л. А. Райчук, О. С. Леонович. Роль спадкової схильності (поліморфних маркерів генів глутатіон4S4трансфераз, каталази, ендотеліальної синтетази оксиду азоту) та деяких неаприятливих чинників довкілля у

виникненні бронхообструктивної патології у дітей, мешканців радіоактивно забруднених територій. Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2023. Вип. 28. С. 108 – 127. doi: 10.33145/2304-8336-2023-28-108–127.

¹*Боголюбов В.М.,*

²*Пустова С.О.*

¹*Національний університет біоресурсів
і природокористування України*

²*ПВНЗ «Європейський університет»*

Екологічна освіта як складова сталого розвитку

Summary. The purpose of the work is to emphasize the attention of the state to the greening of the higher education system of Ukraine by forming mandatory general competencies provided by the standards of higher education at the bachelor's level. The analysis of legislative and legal acts of Ukraine in the field of higher education confirms that the content of educational programs of all specialties should include the following aspects: issues of overcoming hunger and poverty; problems of public access to clean water and sanitation; problems of creating socio-economic potential for countering man-made and natural disasters; ways of adapting to climate change; problems of biodiversity loss; the issue of implementing the principles of sustainable consumption and production in society. Taking into account these requirements will contribute to the achievement of the Sustainable Development Goals of Ukraine by 2030.

Ключові слова. Екологізація освіти, сталий розвиток суспільства, загальні компетентності.

Вступ і мета. Ще у 2001 році Колегія МОНУ прийняла рішення затвердити Концепцію екологічної освіти в Україні (надалі Концепція). У цій Концепції особливий наголос було зроблено на тому, що екологічна освіта є необхідною складовою екологічно безпечного, сталого розвитку суспільства.

Як елемент концепції сталого розвитку суспільства ця Концепція розглядалась як актуальний і важливий державний документ, яким передбачається забезпечення «підготовки громадян з високим рівнем екологічних знань, екологічної свідомості і культури» [1]. До головних завдань екологічної освіти віднесені як підготовку фахівців-екологів для різних галузей економіки, зокрема: для державних органів в галузі охорони довкілля і освітньої галузі (вчителів, викладачів), так і формування екологічної культури всіх верств населення;

У результаті реалізації Концепції у школах з'явилися міждисциплінарні підходи та екологічні теми у спеціалізованих курсах і програмах інших предметів. До позитивних результатів реалізації Концепції у закладах вищої освіти (ЗВО) можна віднести започаткування екологічних тем у дипломних роботах майбутніх фахівців різних спеціальностей (з 2012 року дисципліна Екологія була виключена з навчальних планів майже всіх спеціальностей).

Метою роботи є акцентування уваги держави до екологізації системи вищої освіти України шляхом формування обов'язкових загальних компетентностей, передбачених стандартами вищої освіти бакалаврського рівня.

Матеріали і методи. Головним методом дослідження був ретроспективний аналіз системи вищої освіти України з точки зору виконання положень Концепції екологічної освіти і стандартів вищої освіти.

Результати та їх обговорення. Колегія МОНУ у 2015 році прийняла рішення про екологізацію вищої освіти, яким рекомендовано Науково-методичній раді та Національному агентству із забезпечення якості вищої освіти включати екологічну компетентність до переліку загальних компетентностей [2, 3]. Більше того, Закон України «Про вищу освіту» наголошує, що система вищої освіти України повинна бути інтегрованою у Європейській простір вищої освіти і повинна забезпечувати перехід суспільства до сталого розвитку шляхом формування певного набору компетентностей [4].

Глобальна програма дій з освіти для сталого розвитку зобов'язує університети включати головні принципи освіти для сталого розвитку не тільки

в освітні програми підготовки майбутніх фахівців але й забезпечувати перепідготовку професорсько-викладацького складу з метою усвідомлення ними необхідності формування у студентів різних спеціальностей і напрямів підготовки компетентностей в галузі сталого розвитку.

Адаптовані Цілі сталого розвитку України до 2030 року (ЦСР) також передбачають необхідність екологізації системи освіти України, зокрема, завданням 4.7 передбачено «щоб усі здобували знання і навички, необхідні для сприяння сталому розвитку суспільства, у тому числі шляхом навчання з питань сталого розвитку [5].

Аналіз стандартів вищої освіти бакалаврського рівня свідчить, що практично всі вони включають компетентність, яка передбачає *«здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського суспільства і усвідомлювати необхідність сталого розвитку суспільства»* [6]. Але, практично у всіх стандартах набір програмних результатів навчання не відображає можливість набуття цих компетентностей відповідним набором дисциплін (за винятком 3-5-ти спеціальностей). При аналізі ми враховували можливість забезпечення загальних компетентностей всім освітнім процесом, а не окремою дисципліною.

Висновки. Ми вважаємо, що згідно з ЦСР зміст освітніх програм має включати наступні аспекти.

1. Проблематику подолання голоду та бідності (**цілі 1 і 2**).
2. Проблеми доступу населення до чистої води і санітарії (**ціль 6**).
3. Проблеми створення соціально-економічного потенціалу протидії техногенним і природним катастрофам (**ціль 9**),
4. Шляхи адаптації до змін клімату (**ціль 13**),
5. Проблеми втрати біорізноманіття (**ціль 15**)
6. Питання впровадження в суспільстві принципів сталого споживання і виробництва (ціль 12), тобто самообмеження споживання і виробництва, що має забезпечити перехід від «суспільства споживання» до «суспільства сталого розвитку»..

Список цитованих публікацій

1. Про концепцію екологічної освіти в Україні. Рішення Колегії МОНУ № 13/6-19 від 20.12.2001. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v6-19290-01#Text/>
2. Про екологізацію вищої освіти України з метою підготовки фахівців для сталого розвитку : рішення Колегії Міністерства освіти і науки України від 27.11.2015 р. протокол № 10/5-4. URL: <https://nubip.edu.ua/node/41884>.
3. Суєтнов Є.П. Сучасні тенденції екологізації освіти в Україні. URL: https://ndipzir.org.ua/wp-content/uploads/2016/05/Conf_25.05.16/Conf_25.05.16_28.pdf.
4. Закон України «Про вищу освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>.
5. Указ Президента України «Про Цілі сталого розвитку України до 2030 року». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>.
6. Затверджені стандарти вищої освіти. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/naukovo-metodichna-rada-ministerstva-osviti-i-nauki-ukrayini/zatverdzeni-standarti-vishoyi-osviti>.

*Гудков Д.І.¹, Каглян О.Є.¹, Кірєєв С.І.², Поморцева Н.Л.¹,
Шевцова Н.Л.¹, Беляєв В.В.¹, Зуб Л.М.³, Прокопук М.С.³,
Ганжа Х.Д.¹, Пришляк С.П., Пархоменко О.О.¹*

¹*Інститут гідробіології НАНУ*

²*Державне спеціалізоване підприємство «Екоцентр» ДАЗВ України*

³*Державна установа «Інститут еволюційної екології НАНУ»*

**Водні тварини і рослини у чорнобильській зоні відчуження:
радіонуклідне забруднення , дози опромінення, біологічні ефекти**

Summary. The effects of chronic radiation exposure on hydrobionts in closed water bodies within the Chernobyl exclusion zone during 2000-2023 were studied. It is determined that the rate of chromosomal aberrations in the root meristem tissues of aquatic plants in the most radioactive contaminated lakes on average in 2-3 times,

and in cells of the pond snail embryos in 4-6 times exceeding the spontaneous mutagenesis level. Analysis of leukograms of fish peripheral blood showed the decrease of lymphocyte cells, as well as the increase in the number of granulocytic cells with increase of radiation dose rate. Along with changes in leukograms an increased level of morphological damages of erythrocytes (structural and proliferation abnormalities) was determined, which is generally for pray fish in 4-12 times and for predatory fish in 7-15 times higher than in fish from reference lakes. Analysis of the viability of the seed progeny of the common reed from contaminated lakes at germination in the laboratory showed a reduction in technical germination, germination energy and seed viability with increase of radiation dose rate.

Ключові слова. Чорнобильська зона відчуження, водні екосистеми, гідробіонти, радіонуклідне забруднення, дози опромінення, радіаційні ефекти.

Вступ і мета. Серед найбільш актуальних проблем використання ядерних технологій є аналіз і прогнозування радіоекологічних наслідків радіаційних аварій, поводження з забрудненими територіями, а також аналіз ризиків для людини і навколишнього середовища в умовах хронічного впливу іонізуючого випромінювання. Істотну роль в усвідомленні важливості цих проблем відіграли радіаційні аварії на підприємствах атомної енергетики, серед яких особливе місце займає аварія на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС) 1986 р., що стала масштабнішою катастрофою в історії атомної індустрії як за кількістю радіонуклідів, що надійшли в навколишнє середовище, так і за площею забруднених територій. Внаслідок атмосферного і водного переносу радіоактивних речовин на сотні й тисячі кілометрів від зруйнованого реактора, величезні за площею водозбори і акваторії зазнали інтенсивного радіонуклідного забруднення.

Метою досліджень було вивчення особливостей концентрування, міграції та перерозподілу головних дозоутворювальних радіонуклідів у абіотичних і біотичних компонентах водних екосистем ЧЗВ, аналіз формування потужності поглиненої дози (ППД) для водних організмів за рахунок зовнішніх і

внутрішніх джерел іонізуючого випромінювання, а також оцінка радіаційно-індукованих цитогенетичних і соматичних порушень у гідробіонтів.

Матеріали і методи. Дослідження виконували в період 2013–2020 рр. у найбільш забруднених радіонуклідами водоймах Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) – озерах Азбучин, Вершина, Глибоке, Далеке, Янівському затоні, водоймі-охолоджувачі (ВО) ЧАЕС, а також у р. Прип'ять в межах ЧЗВ. Вимірювання питомої активності ^{137}Cs в об'єктах водного середовища виконували з використанням γ -спектрометричної система («Mirion Technologies-Canberra», Японія). Визначення вмісту ^{90}Sr виконували на базі спектрометр енергії бета-випромінювання СЕБ-01-150 (НВП «Атомкомплекс-прилад», Україна), а також радіохімічними методами із застосуванням оксалатної методики з вимірюванням на установці малого фону УМФ-2000 дочірнього продукту ^{90}Y [1]. Похибка вимірювань становила 15–25%. Розраховане стандартне відхилення в повній мірі характеризувало варіації вибірки. Величини питомої активності радіонуклідів ^{90}Sr та ^{137}Cs наведено у Бк/кг маси за природної вологості. Оцінку ППД для риб виконували на основі даних питомої активності головних дозоутворювальних радіонуклідів ^{90}Sr і ^{137}Cs у воді, донних відкладах і тканинах риб за допомогою програмного забезпечення ERICA Assessment Tool 1.2.1 [7]. При відборі та обробці матеріалу для гематологічних досліджень застосовували загальноприйняті у гідробіологічних, радіоекологічних та гематологічних дослідженнях методи [5]. Фарбування мазків крові проводили за методикою [2]. Лейкоцитарну формулу розраховували на основі аналізу 200 клітин білої крові для кожного препарату. Клітини крові ідентифікували за класифікацією [4]. Кількість еритроцитів з порушеннями визначали при аналізі 3000 клітин на кожному мазку за [3]. Цитогенетичний аналіз проводили в клітинах кореневих меристем на стадіях анафази та ранньої телофази. Визначали частоту аберантних анафаз, середню кількість аберацій на аберантну клітину та поклітинний розподіл кількості аберацій. Палінологічні дослідження включали визначення фертильності/стерильності пилку та порівняння морфометричних параметрів пилкових

зерен макрофітів. Визначення фертильності пилоквих зерен проводили йодним методом [8]. При аналізі порушень осьового скелету молоді риб використовували методи та підходи фарбування [6, 9].

Результати та їх обговорення. Дослідження іхтіофауни ЧЗВ свідчать про значну гетерогенність питомої активності ^{90}Sr і ^{137}Cs та її співвідношення в організмі риб різних водойм, що визначається у першу чергу інтенсивністю та складом радіонуклідного забруднення водних об'єктів і прилеглих територій під час активної фази аварії на ЧАЕС, подальшими процесами трансформації та вторинного надходження радіоактивних речовин у водойми, а також особливостями їхнього гідрохімічного режиму, що впливає на форми знаходження радіонуклідів і ступінь їх доступності для біоти. Загалом для всіх досліджених риб оз. Вершина питома активність радіонуклідів відзначені на рівні 32960–174080 (в середньому 78970) Бк/кг для ^{90}Sr та 3031–11607 (5911) Бк/кг для ^{137}Cs . В усередненій вибірці риб озер Глибоке, Далеке і Азбучин питома активність ^{90}Sr становила 2030–34704 (13398), а ^{137}Cs – 470–31859 (5239) Бк/кг. В Янівському затоні вміст ^{90}Sr і ^{137}Cs в рибі становив, відповідно, 583–4884 (2079) і 159–6035 (1446) Бк/кг. На прикладі північно-західної частини ВО ЧАЕС виявлено, що питома активність ^{90}Sr і ^{137}Cs в рибі в період 2013–2014 рр. (до зниження рівня води) становила, відповідно, 40–359 (119) і 540–11270 (2473) Бк/кг. Зниження рівня води у ВО спричинило збільшення вмісту ^{90}Sr в рибі, який досягнув у 2023 р. значень 184–2084 (775) Бк/кг; питома активність ^{137}Cs , при цьому, була на рівні 522–4359 (1360) Бк/кг. Найменший вміст радіонуклідів, серед досліджених водних об'єктів, відзначено для риб руслової ділянки р. Прип'ять у межах ЧЗВ: ^{90}Sr – 2–121 (33), ^{137}Cs – 5–293 (71) Бк/кг.

Максимальні дози опромінення у водоймах ЧЗО отримують риби, що ведуть придонний спосіб життя – лин, карась та сом європейський, а мінімальні – пелагічні види – вклею та чехонь. Серед досліджених водойм найбільші потужності поглиненої дози відзначені в озерах Вершина, Глибоке, Азбучин для лина (53,1–130,8 мкГр/год) та карася (36,3–110,4 мкГр/год). Для риб

Янівського затону та ВО ЧАЕС потужність поглиненої дози була відповідно 2,30–15,21 та 6,04–31,30 мкГр/год. Представники іхтіофауни руслової частини нар. Прип'ять характеризувалися величинами дозового навантаження у межах 0,06–0,13 мкГр/год. ППД для вищих водяних рослин ЧЗВ становила від 0,05 до 27 мкГр/год.

Зареєстрована пряма залежність між величиною ППД і частотою виникнення хромосомних аберацій в клітинах корневих меристем повітряно-водяних рослин ЧЗВ. Встановлено, що в клітинах корневих меристем водяних рослин ЧЗВ, на тлі певної стабілізації рівня хромосомного мутагенезу, який у 2-3 рази перевищує спонтанний рівень, спостерігається збільшення кількості клітин з множинними абераціями, зростання їх спектру, а також коефіцієнта варіювання частоти абераційних клітин у рослин з найбільш забруднених радіонуклідами водойм.

Дослідження реакції кровотворної системи представників іхтіофауни у водоймах ЧЗВ виявили, що імунна система риб реагує на тривале хронічне опромінення активацією компенсаторно-адаптаційних процесів, які виявляються у зміні кількості лейкоцитів, лейкоцитарних індексів, а також перерозподілом окремих видів клітин у лейкограмі. Водночас відмічене значне збільшення патологічних змін структури ядер та цитоплазми еритроцитів. Радіаційне навантаження, вплив якого перевищує допустимі можливості організму, спричиняє значне скорочення абсолютної кількості лейкоцитів і лімфоцитів, що призводить до погіршення стану імунітету організму і, як наслідок, підвищує ризик гельмінтезації риб, а також бактеріальних і вірусних захворювань. Тому не виключна ймовірність того, що за умов дії порівняно високих доз опромінення зміни у лейкоцитарній та еритроцитарній ланках периферичної крові риб можуть призвести до поступового зниження пристосувальних реакцій організму, погіршенню його захисних функцій та до скорочення чисельності популяцій рибного населення у водоймах ЧЗВ.

Аналіз пилкового матеріалу з квітконосів вищих водяних рослин показав відносну стійкість пилкових зерен гідатофітів (зокрема *Nuphar lutea*) до

тривалого впливу іонізуючого випромінювання. Істотне зниження життєздатності пилкових зерен відбувалось за ППД понад 16 мкГр/год. Частка стерильних зерен тут склала близько 18% (що у 4,5 разів вище, ніж у контрольній водоймі), тоді як на інших досліджених водних об'єктах не перевищувала 1–4%. Пилкові зерна гелофітів *Glyceria maxima* та *Typha angustifolia* виявили більшу чутливість до тривалої дії опромінення, для яких частка стерильного пилку складала 37–50%.

За результатами досліджень порушень осцевого скелета у молоді різних видів риб у ЧЗВ було виявлено 15 типів аномалій, локалізованих у двох основних частинах скелета. Серед спостережених аномалій у молоді риб зафіксовано переважання порушень будови елементів хвостового та черевного відділів. Найбільша частота аномалій зареєстрована у вигляді додаткових гілок невральних і гемальних відростків (18-68%) та їх розгалуження (6-15%), часткового або повного злиття хребців (до 10%), деформацій хребців хвостового відділу (до 25%), деформацій хребта (кіфоз, лордоз і сколіоз), а також деформацій ребер різного ступеня.

Висновки. Хронічне радіаційне опромінення водної біоти у ЧЗВ викликає реакції, які свідчать про ураження досліджених видів рослин і тварин на різних рівнях організації біологічних систем. Особливого значення набувають цитогенетичні та генетичні ефекти, які є наслідком порушень стабільності геному, з високою ймовірністю реалізації у вигляді збільшення частоти мутацій, зниження репродуктивної здатності та зникнення окремих видів; Кумулятивні радіобіологічні процеси у водних організмів ЧЗВ можуть тривати впродовж багатьох поколінь, дозволяючи в даний час припускати можливість неповного прояву віддалених наслідків опромінення.

Список цитованих публікацій

1. Белов А.Д. Практикум по ветеринарной радиобиологии. М.: Агропромиздат, 1988. 236 с.
2. Давыдов О.Н. и др. Патология крови рыб. К.: Инкос, 2005. 212 с.

3. Житенева Л.Д. и др. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб. Ростов н/Д: Кн. изд-во, 1989. 112 с.
4. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб. М.: Легкая и пищ. промышленность, 1983. 184 с.
5. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод; за ред. В.Д. Романенка. НАН України. Ін-тут гідробіології. К.: ЛОГОС, 2006. 408 с.
6. Якубовски М. Методы выявления и окраски системы каналов боковой линии и костных образований у рыб *in toto*. Зоологический журнал. 1970. Т. 49, Вып. 9. С. 1398–1402.
7. ERICA Assessment Tool 1.2.1. The integrated approach seeks to combine exposure/dose/effect assessment with risk characterization and managerial considerations (<http://www.ERICA-tool.com>).
8. Jefferies C.J. Sequential staining to assess viability and starch content in individual pollen grains. Stain Technol. 1977, 52(5), 277-283.
9. Potthoff T. et al. Clearing and staining techniques. Ontogeny and Systematics of Fishes, Allen Press Lawrence, American Society of Ichthyologists and Herpetologists. 1984. pp. 35-37.

*Волкова О.М.¹, Беляев В.В.¹,
Пришляк С.П.¹, Скиба В.В.²*

¹Інститут гідробіології НАНУ,

²Білоцерківський національний аграрний університет

Радіонукліди Чорнобильського походження у гідробіонтах різнотипних водойм України

Summary. The 2021 reference values of the specific activity of ^{90}Sr and ^{137}Cs in higher aquatic plants (hydatophytes) and fish (non predatory and predatory) in different types of water bodies of Ukraine were determined. The reference values of ^{90}Sr in hydatophytes of Polissia water bodies were 41–250, ^{137}Cs – 15–2600 Bq/kg, in fish – 1–23 and 10–780 Bq/kg, respectively. Reference values of ^{90}Sr in hydatophytes

of forest-steppe water bodies were 5, ^{137}Cs – 10 Bq/kg, in fish – 1 and 2–3 Bq/kg, respectively.

Ключові слова: вищі водяні рослини, риби, радіонукліди, водойми, скринінгові рівні радіонуклідного забруднення.

Вступ і мета. На теперішній час визначення рівнів радіонуклідного забруднення компонентів водойм України набуває надзвичайної актуальності, оскільки військові дії можуть спричинити радіаційне забруднення навколишнього середовища внаслідок руйнування підприємств ядерного паливного циклу та у випадку застосування ядерної зброї.

Мета роботи – визначення референсних на початок військових дій величин питомої активності ^{90}Sr та ^{137}Cs у вищих водяних рослин та риб різнотипних водойм України.

Матеріали та методи. Дослідження виконували впродовж 2020–2021 рр. на різнотипних водоймах, розташованих поза межами Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) на територіях західного та південного слідів чорнобильського викиду [1, 2]. Гідробіонтів відбирали на акваторіях Дніпровських водосховищ (Київського – у Дніпровському, Прип'ятському та Тетерівському відрогах, в середній частині та поблизу Домонтова п-ва, Канівського – у межах м. Ржищів); водойм зони Полісся – Повчанського водосховища на р. Жерів (с. Повч, Коростенський р-н Житомирської обл., 51,133°N, 28,529°E), р. Ірша (м. Малин), озерах Біле (с. Біле, Вараський р-н Рівненської обл., 51,648°N, 26,024°E), Луко (с. Луко, Вараський р-н Рівненської обл., 51,609°N, 26,020°E), Лісове (с. Нова Марковка, Вишгородський р-н Київської обл., 51,133°N, 29,468°E), Кар'єр (м. Ірпінь, 50,540°N, 30,256°E), ставках комплексного призначення Земснаряд (р. Буча, м. Ірпінь, 50,544°N, 30,254°E), Вовчків (с. Вовчків, Вишгородський р-н Київської обл., 51,125°N, 29,546°E); водойм зони Лісостепу – Косівського, Середнього Білоцерківського та Богуславського водосховищ на р. Рось, р. Гнилий Тікич (с. Ставище, Ставищенський р-н Київської обл.).

Біологічними об'єктами досліджень були занурені вищі водні рослини (гідатофіти) та риби різного типу живлення – мирні та хижі. Питому активність радіонуклідів визначали стандартними спектрометричними методами. Питома активність рослин наведена у Бк/кг повітряно-сухої маси, риб – Бк/кг природної вологості.

Результати та їх обговорення. Референсні величини питомої активності ^{90}Sr та ^{137}Cs визначали як середні за сукупністю даних щодо їхньої питомої активності в усіх досліджених у кожній водоймі видів рослин та риб. Крім того, оскільки у багатьох водоймах коефіцієнт варіації питомої активності ^{90}Sr та ^{137}Cs у рослин був близьким до 100, а у риб до 50 % [1], були також визначені скринінгові величини, які безперечно будуть свідчити про додаткове надходження радіонуклідів до екосистеми. Прийняли, що скринінгові величини питомої активності радіонуклідів для гідатофітів у 4 рази більші за референсні величини, для мирних та хижих риб – у 3 рази вищі.

Найбільші референсні величин питомої активності ^{90}Sr для гідатофітів були відзначені у рослин оз. Лісового, яке розташоване на відстані 20 км від кордону ЧЗВ. Інші досліджені водойми можливо об'єднати до двох великих груп, одна з яких – Дніпровські водосховища та водойми Полісся, друга – водойми Лісостепу (табл.1).

Таблиця 1. Референсні ($A_{\text{реф}}$) та скринінгові ($A_{\text{скрин}}$) величини питомої активності ^{90}Sr у гідатофітів досліджених водойм, Бк/кг

Водойми	$A_{\text{реф}}$	$A_{\text{скрин}}$
Оз. Лісове	250	1000
Київське водосховище, Канівське водосховище, Повчанське водосховище, р. Ірша, оз. Біле, оз. Луки, оз. Кар'єр, ставок Земснаряд	41	164
Водойми Лісостепу	5	20

Щодо референсних величин для ^{137}Cs , то виникла необхідність виділити окремі підгрупи водойм, що, в основному, обумовлено залежністю рівнів його накопичення рослинами від швидкості водообміну водойм (табл.2).

Таблиця 2.

Референсні ($A_{\text{реф}}$) та скринінгові ($A_{\text{скрин}}$) величини питомі активності ^{137}Cs у гідатофітів досліджених водойм, Бк/кг

Водойми	$A_{\text{реф}}$	$A_{\text{скрин}}$
Оз. Лісове	2600	10500
Оз. Біле, оз. Луки.	500	2000
Київське водосховище, Канівське водосховище, Повчанське водосховище, оз. Кар'єр	80	320
Р. Ірша, ставок Земснаряд	15	60
Водойми Лісостепу	10	40

Так само, як і у рослин, найвищі референсні величин питомі активності ^{90}Sr та ^{137}Cs були визначені у риб оз. Лісового (табл. 3, 4). Необхідно відзначити, що через 35 років після аварії на Чорнобильській АЕС референсні величини питомі активності ^{137}Cs у мирних рибах оз. Лісового, та хижих рибах оз. Білого і Повчанського водосховища перевищували встановлені законодавством допустимі рівні [3] (табл. 4, 5).

Можна відзначити, що референсні на 2021 р. величини питомі активності ^{90}Sr в організмі риби р. Ірша, оз. Кар'єр, ставку Земснаряд, ставку Вовчків, Канівського водосховища та водойм Лісостепу майже не відрізнялися від відповідних показників доаварійного періоду, ^{137}Cs – у більшості водойм Полісся значно їх перевищували, при цьому найбільші величини були зареєстровані в екосистемах озер.

Таблиця 3.

Референсні ($A_{\text{реф}}$) та скринінгові ($A_{\text{скрин}}$) величини питомої активності ^{90}Sr у мирних та хижих риб досліджених водойм, Бк/кг

Водойми	Мирні		Хижі	
	$A_{\text{реф}}$	$A_{\text{скрин}}$	$A_{\text{реф}}$	$A_{\text{скрин}}$
Оз. Лісове	23	70	-*	-
Київське водосховище, Повчанське водосховище, оз. Біле	6,0	18	2,5	8
Р. Ірша, оз. Кар'єр, ставок Земснаряд, ставок Вовчків	3,3	10	1,2	4
Канівське водосховище, водойми Лісостепу	1,0	3,0	0,5	2

*- не визначали

Таблиця 4.

Референсні ($A_{\text{реф}}$) та скринінгові ($A_{\text{скрин}}$) величини питомої активності ^{137}Cs у мирних риб досліджених водойм, Бк/кг

Водойми	$A_{\text{реф}}$	$A_{\text{скрин}}$
Оз. Лісове	780	2350
Оз. Біле	145	450
Повчанське водосховище	61	180
Оз. Кар'єр,	28	90
Київське водосховище*, р. Ірша, ставок Вовчків	10	30
Канівське водосховище,	3	10
Ставок Земснаряд, водойми Лісостепу	2	6

* – з урахуванням даних 2020 р.

Таблиця 5.

Референсні ($A_{\text{реф}}$) та скринінгові ($A_{\text{скрин}}$) величини питомої активності ^{137}Cs у хижих риб досліджених водойм, Бк/кг

Водойми	$A_{\text{реф}}$	$A_{\text{скрин}}$
Оз. Біле	300	900
Повчанське водосховище	150	450
Р. Ірша	24	72
Київське водосховище, Канівське водосховище, ставок Вовчків, оз. Кар'єр	12	36
Ставок Земснаряд, водойми Лісостепу	3	10

Висновки. Найвищі референсні величин питомої активності ^{90}Sr для гідатофітів були відзначені у рослин оз. Лісового, яке розташоване на відстані 20 км від кордону ЧЗВ. Інші досліджені водойми можливо об'єднати до двох великих груп, одна з яких – Дніпровські водосховища та водойми Полісся, друга – водойми Лісостепу. Градація водойм за референсними величинами вмісту ^{137}Cs у водних рослин більш структурована, що обумовлено залежністю рівнів накопичення радіонукліда рослинами від швидкості водообміну водойм.

Референсні рівні ^{90}Sr у гідатофітах водойм Полісся становили 41–250, ^{137}Cs – 15–2600 Бк/кг, у рибах – 1–23 та 10–780 Бк/кг відповідно. Референсні рівні ^{90}Sr у гідатофітах водойм лісостепу становили 5, ^{137}Cs – 10 Бк/кг, у рибах – 1 і 2–3 Бк/кг, відповідно.

Через 35 років після аварії на Чорнобильській АЕС величини питомої активності ^{90}Sr в організмі риб р. Ірша, оз. Кар'єр, ставку Земснаряд, ставку Вовчків, Канівського водосховища та водойм Лісостепу майже не відрізнялися від відповідних показників доаварійного періоду, ^{137}Cs – у більшості водойм Полісся значно їх перевищували. Референсні величини питомої активності ^{137}Cs у мирних риб оз. Лісового, та хижих риб оз. Білого і Повчанського водосховища перевищували встановлені законодавством допустимі рівні. Найбільші

референсні величини питомої активності радіонуклідів характерні для озерних екосистем.

Список цитованих публікацій

1. Волкова О.М., Беляєв В.В., Пришляк С.П. та ін. Техногенні радіонукліди у гідробіонтах водойм півночі України. Гідробіол. журн. 2023 . Т.59(6). С. 100–119.
2. Скиба В.В. Радіоекологічний моніторинг накопичення ^{90}Sr та ^{137}Cs в організмах риб деяких водойм лісостепу України. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2023. № 2. С. 145–154.
3. Державні гігієнічні нормативи. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді. (ДР-2006). Київ, 2006. 13 с

*Стасик О.О.,
Кірізій Д.А.,
Тарасюк М.В.
Інститут фізіології рослин
і генетики НАН України*

Варіабельність активності фотосинтетичного апарату в сортів озимої пшениці за оптимальних та стресових умов

Summary. The variability of the photosynthetic apparatus activity in different varieties of winter bread wheat of Ukrainian origin under optimal and stressful conditions were evaluated. The range of variation in the intensity of CO_2 assimilation under optimal conditions was about 34% in the 4th leaf at the tillering stage and 54% in the flag leaf at the flowering stage. It increased to 165% in the 4th leaf under moderate high temperature (38 °C) and to 298% in the flag leaf under soil drought (2 days at 30 % of field capacity). The results show potential of exploitation of photosynthetic traits for crop improvement.

Key words: *Triticum aestivum* L., photosynthesis, genotypic variability, drought, high temperature.

Вступ і мета. Ріст народонаселення, зменшення посівних площ сільськогосподарських культур та глобальні зміни клімату, що супроводжуються різкими коливаннями погодних умов, роблять проблему забезпечення людства продуктами харчування однією із найбільш гострих [1, 2]. В основі життєдіяльності рослин і формуванні їх господарсько-цінної продуктивності лежить фотосинтез. Тому вирішення завдання підвищення врожайності значною мірою залежить від зростання ефективності фотосинтезу сільськогосподарських рослин та забезпечення його стабільності з урахуванням потенційних загроз погіршення кліматичних умов в більшості аграрних регіонів планети, в тому числі і в Україні [3].

Значних успіхів у підвищенні ефективності фотосинтезу і продуктивності агроценозів було досягнуто завдяки класичним методам селекції, однак сучасний розвиток молекулярної і клітинної біології відкриває нові можливості генетичної трансформації рослин, які дозволяють кардинальним чином змінювати характеристики фотосинтетичного апарату [4]. Для успішного виконання цих проектів необхідні більш глибокі знання генетичної варіабельності найбільш важливих показників фотосинтетичного апарату [5]. Метою даної роботи було дослідження генотипної варіабельності активності фотосинтетичного апарату в сортів озимої м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.) вітчизняної селекції за оптимальних умов та впливу високої температури і ґрунтової посухи.

Матеріали та методи. Дослідження варіабельності інтенсивності фотосинтезу за оптимальної (25 °C) і підвищеної (38 °C) температури проводили на 4-у листку 4-тижневих рослин, вирощених в умовах кліматичної камери. Параметри стаціонарного CO₂-газообміну листка за високотемпературного стресу вимірювали після 1 год експозиції листка в листковій камері на

світлі при 38 °C. Вплив посухи на активність фотосинтезу вивчали на прапорцевому листку рослин пшениці в фазу цвітіння. Інтенсивність асиміляції CO₂ вимірювали за допомогою портативного інфрачервоного газоаналізатора CIRAS (PP Systems, Hitchin, UK). У таблицях наведені середні арифметичні значення ± стандартна похибка, розраховані для 4-5-кратних повторностей.

Результати та їх обговорення. Розмах варіювання інтенсивності асиміляції CO₂ за оптимальної температури становив близько 34% (табл. 1). Найвища асиміляційна активність була властива сорту Мирлебен, а найнижча – сорту Миронівська 33, обидва яких відносяться до сортів лісостепового екотипу. Підвищена температура різною мірою інгібувала інтенсивність фотосинтезу в досліджених сортів. При цьому розмах варіювання фотосинтетичної активності зростав до 168 %. Найбільша стійкість до підвищеної температури була зафіксована в сорту степового екотипу Одеська 51, який зберігав 83 % активності порівняно з контрольним варіантом. Висока жаростійкість фотосинтетичного апарату була властива також сортам Одеська 66, Одеська 162, Обрій і Донецька 48. Найнижча жаростійкість була відзначена в сорту Поліська 87. Відносно низька жаростійкість була властива сорту Мирлебен, а також сортам, що традиційно відносять до степового екотипу Альбатрос одеський і Вікторія одеська. Загалом розмах варіювання жаростійкості в дослідженій вибірці сортів становив 142 %.

На семи сортах озимої пшениці різного екотипу і різного періоду впровадження у виробництво були проведені дослідження міжсортової варіабельності стійкості фотосинтетичного апарату до ґрунтової посухи. В табл. 2 приведені результати дослідження впливу помірної посухи при підвищенні рівня водного дефіциту в листках до значень 15-25 %.

Таблиця 1

Інтенсивність асиміляції CO₂ (мкмоль/(м²·с) в сортів озимої пшениці різного екотипу за оптимальної і підвищеної температур

Сорти	25 °C (контроль)	38 °C	% контролю
Одеська 51	26,5 ± 1,2	22,0 ± 1,4	83,1 ± 2,0
Одеська 66	22,9 ± 1,3	16,7 ± 1,8	73,3 ± 4,4
Одеська 162	28,2 ± 1,4	18,0 ± 0,9	63,8 ± 4,3
Обрій	25,3 ± 0,8	15,7 ± 1,4	61,5 ± 4,6
Донецька 48	24,2 ± 2,8	14,7 ± 2,4	60,7 ± 4,7
Надія	28,4 ± 1,2	13,7 ± 3,9	49,0 ± 4,1
Красуня одеська	21,6 ± 0,8	10,3 ± 0,9	47,8 ± 2,9
Миронівська 33	21,3 ± 0,6	9,2 ± 0,2	43,3 ± 1,5
Младка	25,5 ± 1,0	9,8 ± 0,3	38,4 ± 1,1
Вікторія одеська	26,4 ± 0,9	9,7 ± 0,5	36,9 ± 0,8
Альбатрос одеський	22,9 ± 1,2	8,3 ± 0,5	36,3 ± 3,1
Мирлебен	28,6 ± 1,0	10,3 ± 1,1	36,0 ± 2,1
Поліська 87	26,3 ± 0,9	9,1 ± 1,8	34,4 ± 6,2

Варіабельність інтенсивності асиміляції CO₂ прапорцевого листка в фазу цвітіння в сортів озимої пшениці становила майже 54 %. Максимальні значення були характерними для нових високоінтенсивних сортів Фаворитка і Смуглянка. Менші значення інтенсивності асиміляції CO₂ і більша варіабельність показника для прапорцевого листка порівняно з четвертим листком (табл.1), очевидно, пов'язані з більш вираженим впливом регуляції в донорно-акцепторній системі цілої рослини, зокрема із здатністю генотипу забезпечувати відтік асимілятів з фотосинтезуючого листка.

Водночас, розмах варіювання величини інтенсивності асиміляції CO₂ за умов помірного водного стресу в досліджуваній вибірці сортів озимої пшениці зростав до 290 %. Найвища посухостійкість фотосинтетичного апарату була відзначена в сорту Одеська 51 та нових сортів селекції ІФРГ НАНУ Смуглянки і Фаворитки. Низька посухостійкість була зареєстрована в сортів лісостепоного екотипу Київська остиста і Мирлебен.

Таблиця 2

Вплив помірної ґрунтової посухи (дві доби при вологості ґрунту 30 % ПВ) на інтенсивність асиміляції CO_2 ($\text{мкмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$) прапорцевого листка сортів озимої пшениці різного екотипу

Сорт	Контроль (60 % ПВ)	Посуха (30 % ПВ)	% контролю
Одеська 51	$13,8 \pm 0,8$	$8,1 \pm 0,7$	59,0
Одеська 162	$17,5 \pm 0,7$	$9,8 \pm 1,1$	56,0
Фаворитка	$21,2 \pm 0,9$	$12,5 \pm 0,5$	58,9
Смуглянка	$18,3 \pm 0,8$	$11,0 \pm 0,4$	60,1
Миронівська 808	$15,8 \pm 0,7$	$7,9 \pm 0,3$	50,2
Київська остиста	$16,6 \pm 0,8$	$3,8 \pm 0,5$	22,8
Мирлебен	$15,9 \pm 0,7$	$3,2 \pm 0,5$	19,8

Раніше проведеними дослідженнями було виявлено, що міжсортіві відмінності жаростійкості і посухостійкості в озимої пшениці зумовлені особливостями реакції фотодихання і ключового ферменту фотосинтезу Рубіско на високу температуру [6] та регуляції продихової провідності реакцій циклу Кальвіна-Бенсона і активності фотосистеми II за умов посухи [7,8].

Висновки. Отже, отримані результати вказують на високу міжсортіву варіабельність активності фотосинтетичного апарату в озимої пшениці як за оптимальних умов вирощування, так і за стресових умов. Відмінності між сортами за інтенсивністю асиміляції CO_2 проявляються значно сильніше в умовах стресу. Істотно різна здатність сортів зберігати фотосинтетичну активність за дії стресових чинників, очевидно, є одним із найвагоміших факторів реалізації потенціалу їх продуктивності за несприятливих погодних умов.

Список цитованих публікацій

1. Neupane, D., Adhikari, P., Bhattarai, D., Rana, B., Ahmed, Z. Sharma, U. & Adhikari, D. (2022). Does climate change affect the yield of the top three cereals

- and food security in the world? *Earth*, 3, pp. 45–71. <https://doi.org/10.3390/earth3010004>
2. Ivanyuta, S. P., Kolomiets, O. O., Malinovskaya, O. A., & Yakushenko, L. M. (2020). *Zmina klimatu: Naslidky ta zakhody adaptatsiji* [Climate change: Consequences and adaptation measures]. National Institute for Strategic Studies, Kyiv (in Ukrainian).
 3. Araus, J.L., Sanchez-Bragado, R. & Vicente, R. (2021). Improving crop yield and resilience through optimization of photosynthesis: panacea or pipe dream? *Journal of Experimental Botany*, 72, pp. 3936–3955, <https://doi.org/10.1093/jxb/erab097>
 4. Zhu, X.-G., Hasanuzzaman, M., Jajoo, A., Lawson, T., Lin, R., Liu, C.-M., Liu, L.-N., Liu, Z., Lu, C., Moustakas, M., Roach, T., Song, Q., Yin, X. & Zhang, W. (2022). Improving photosynthesis through multidisciplinary efforts: The next frontier of photosynthesis research. *Front. Plant Sci.* 13:967203. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.967203>
 5. Faralli, M. & Lawson, T. (2020). Natural genetic variation in photosynthesis: an untapped resource to increase crop yield potential? *Plant J*, 101: 518-528. <https://doi.org/10.1111/tpj.14568>
 6. Stasik, O. & Jones, H.G. (2007). Response of photosynthetic apparatus to moderate high temperature in contrasting wheat cultivars at different oxygen concentrations, *Journal of Experimental Botany*. 58, pp. 2133–2143, <https://doi.org/10.1093/jxb/erm067>
 7. Korniyev, D.Y., Stasik, O.O. & Sokolovska O.G. (1998). Peculiarities of chlorophyll fluorescence induction in the wheat leaves under drought. *Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rastenii*, 30, pp. 170-174. (in Russian).
 8. Morgun, V.V., Stasik, O.O., Kiriziy, D.A., & Sokolovska-Sergiienko, O.G. (2019). Effect of drought on photosynthetic apparatus, activity of antioxidant enzymes, and productivity of modern winter wheat varieties. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10, pp. 12-21. <https://doi.org/10.15421/021903>.

**The diversity of morphologic and biochemical abnormalities
of human sperm under chronic ionizing irradiation**

Sammary. Our results have established the gradual increase of apoptosis dependent cell deaths concurrently with necrosis dependent cell death whose contribution to spermatozoid mortality significantly increased for highly radiation polluted regions compared to low radiation polluted and non-polluted ones. This phenomenon is a hallmark of male-infertility progress. Thus, our investigations have shown that subjects living on radiation polluted territories may generate a great deal of damaged spermatozoa with the hidden molecular and cellular lesions. The latter would predispose inhabitants of radiation polluted regions to male-infertility.

Key words: radioactively polluted territories, human semen, morphological abnormalities, biochemical parameters, prostaglandins.

According to the radiobiologic law established by Bergonje and Tribando in the 20th century, ionizing radiation first of all damages physiologically active dividing cells which are present in abundance in highly proliferative male germinal epithelium. Ionizing radiation produces highly reactive free radicals which cause lipid peroxidation and membrane damage. In contrast to other cells, spermatozoa do not possess an effective antioxidant system of lipid defense because of little catalase activity. This may cause severe damage to spermatozoon structure as it was shown by several authors. Direct radiation action on spermatozoa induces free radical formation and subsequent chain peroxidation of lipids. As a result, spermatozoid membrane becomes damaged and subject to rupturing. According to the biochemical investigations, animal and human spermatozoa are very vulnerable to radiation impact because of unsaturated fatty acids presence in great abundance in their contents. Admittedly, these compounds proved to be very sensitive to ionizing radiation due to double bonds as hot spots for radiation assault by hydroperoxide,

electrons or hydroxyl radicals. In consequence lipid break-down through peroxidation chain reactions is launched resulting in further destruction and rupturing of internal and external membranes. Abatement of antioxidant enzymic activities in radiation damaged spermatozoa facilitate the propagation of free radicals, especially superoxide radicals, in mitochondria and spermatozoid heads. In turn, ROS penetrate into the nucleus and exert a direct effect on chromatin DNA causing overall disruption and formation of apoptotic bodies. On the last stage of apoptosis development cell death follows. Our results have established the gradual increase of apoptosis dependent cell deaths concurrently with necrosis dependent cell death whose contribution to spermatozoid mortality significantly increased for highly radiation polluted regions compared to low radiation polluted and non-polluted ones. This phenomenon is a hallmark of male-infertility progress. Thus, our investigations have shown that subjects living on radiation polluted territories may generate a great deal of damaged spermatozoa with the hidden molecular and cellular lesions. The latter would predispose inhabitants of radiation polluted regions to male-infertility. Therefore a special system of prophylactic arrangements needs to be elaborated to prevent further spreading of male infertility. At high doses the radiation lesions in spermatozoa started to emerge spontaneously in different sections in the form of necrotic plaques. Thus, necrosis of head and tail emerged. Necrotic changes in spermatozoa were characterized by their wideness and deepness, the process comprehending the whole internal cytoskeleton of spermatozoon. As a result, the break-down of spermatozoon in the affected sites occurred, different spermatozoid fragments being released in the environment. Spermatozoa lacking microtubules and macrofibrils appeared in semen. Apart from this, at moderate doses mitochondria swelled and became devoid of cristae. These changes indicated on the disturbances in electron transport and oxidative phosphorylation in mitochondria. Consequently, energy supply of spermatozoon at moderate doses was significantly suppressed. Furthermore, at high doses spermatozoa were shown to loose partly their organelles, e.g. acrosomes and mitochondria. On the other hand, spermatozoid acrosomes proved

to be the most radioresistant, meanwhile tail damaging in spermatozoa showed up in abundance.

The sperm concentration of E and F-prostaglandins along with their physiologically active metabolites 19-OH PGE and 19-OH PGF were determined by the aid of gas-chromatography in association with mass-spectrometry in the ejaculates samples from men-volunteers inhabiting 4 regions of Ukraine with different levels of terrestrial radiation pollution. Concentration of PGE and 19-OH PGE was highest for Poltava group while the lowest values showed up in the semen samples of Zhytomyr group donors. However, the mean PGE concentration in Ivano-Frankivsk group was by 30 % higher than in Kyiv group. Yet, 19-OH PGE concentration in the first case was 1.5 fold more than in the second one. In contrast to PGE and 19-OH PGE the contents of PGF and 19-OH PGF was the highest in the semen of Zhytomyr region donors. To note, there was found a slight correlation between the individual dose and the sum of PGF and 19-OH PGF in the semen that may indicate on a subtle link between environmental radiation pollution and prostaglandin formation in semen. Likely, the enhancement of PGF synthesis under radiation impact may have been induced either by 9-ketoreductase activation or by radiochemical reduction of 9-keto group by hydrogen free radicals. Such prostaglandin transformations and significant abatement of PGE and 19-OH PGE concentrations in semen would accompany semen deterioration and idiopathic infertility emerging. By the way, oligozoospermia, teratozoospermia and asthenozoospermia were just pertinent to inhabitants of radiation polluted regions.

**Екологічна та економічна оцінка установки
для переробки відходів «Вогник»**

Summary. Industrial, household, and other waste is a universal source of energy used in the solid fuel boiler "Vohnyk" to generate electricity and heat. The technology of generating electricity from waste is in the early stages of development in Ukraine, but it has strong potential and prospects. The environmentally friendly "Vohnyk" installation is capable of producing pyrolysis gas, industrial steam, and electricity. The development of bioenergy in Ukraine is quite promising.

Ключові слова: побутові та комунальні відходи, твердопаливний котел «Вогник», енергоносії, піролізний газ.

Серед актуальних екологічних проблем сучасного суспільства важливе місце займає знешкодження та утилізація відходів, кількість котрих постійно збільшується під впливом зростання міського населення, покращення умов життя та інших факторів. Протягом багатьох років кількість відходів неухильно зростає. Людина порушує один з основних екологічних законів – кругообіг речовин в природі, вводячи зовсім новітні, чужі природі речовини. На даний час в Україні для розв’язання вказаної проблеми переважно використовують технологію захоронення відходів на полігонах. Основним недоліком використання полігонів є їх значний негативний вплив на навколишнє середовище – атмосферне повітря, ґрунти та підземні води, а також необхідність видалення на тривалий час з господарського обігу великих земельних ділянок [6].

Тверді промислові і побутові відходи (ТП і ПВ) засмічують і захаращують природний ландшафт. Крім того, вони можуть бути джерелом надходження шкідливих хімічних, біологічних і біохімічних препаратів у навколишнє

природне середовище. Це створює певну загрозу здоров'ю і життю населення селища, міста, і області, і цілим районам, а також майбутнім поколінням. Тобто, ці ТП і ПВ порушують екологічну рівновагу. З іншого боку, ТП і ПВ потрібно розглядати як техногенні утворення, які потрібно промисловозначує характеризувати вмістом у них ряду цінних практично безкоштовних компонентів, чорних, кольорових металів і інших матеріалів, придатних для використання в металургії, будівельній індустрії, машинобудуванні, у хімічній індустрії, енергетиці, у сільському, і лісовому господарстві [1].

Вплив потоку ТПВ гостро позначається на глобальних геохімічних циклах ряду біофільних елементів, зокрема, органічного вуглецю. Так, маса цього елемента, що поступає в навколишнє середовище з відходами, складає приблизно 85 млн. тонн у рік, тоді як загальний природний притік вуглецю в ґрунтовий шар планети складає лише 41,4 млн. тонн у рік.

Зробити виробництво безвідходним неможливо так само, як неможливо зробити безвідходним і споживання. У зв'язку зі зміною промислового виробництва, зміною рівня життя населення, збільшенням послуг ринку значно змінився якісний і кількісний склад відходів. Утилізація одних – вирішена або вирішувана задача, інші ще чекають свого часу. Запаси деяких малоліквідних відходів, навіть при сучасному спаді виробництва в Україні, продовжують нагромаджуватися, погіршуючи екологічну ситуацію міст, районів. Вирішення проблеми переробки твердих побутових і промислових відходів набуває за останні роки першочергового значення. Крім того, у зв'язку із майбутнім поступовим виснаженням природних джерел сировини (нафти, кам'яного вугілля, руд кольорових і чорних металів) для всіх галузей народного господарства набуває особливу значущість повне використання всіх видів промислових і побутових відходів. Багато розвинених країн практично повністю і успішно вирішують усі ці задачі. Особливо це стосується Японії, США, Німеччини, Прибалтійських країн і багатьох інших [4].

Одним із шляхів вирішення деяких екологічних проблем територіальних громад може стати використання твердопаливного котла «Вогник», який є

установкою для утилізації побутових та промислових відходів. Енергія, що отримується в результаті роботи установки, може використовуватися для опалення житлових та робочих приміщень, а також для побутових потреб населення. Нині вже розроблено проекти двох версій установки, підготовленні креслення та отримані протоколи відповідності екологічним нормам, пожежній безпеці та завершується процес отримання сертифікатів відповідності.

Головною перевагою установки «Вогник» є те, що у якості сировини можна використовувати різні матеріали, такі як автомобільні шини, гуму, деревину, відходи комунальних та сільських підприємств, побутові відходи, вугілля, паливні пелети та брикети, вартість яких мінімальна. Ще одною перевагою є те, що установка має високий рівень КПД у порівнянні з дров'яним чи газовим опаленням, а також вартість твердопаливного котла «Вогник» є невисокою і коливається в залежності від розмірів у межах від 95 до 165 тис грн.

Будівництво екологічно чистої установки, для переробки промислових та побутових відходів, дозволить виробляти відновлювальну енергію. Гаряча вода, піролізний газ та електроенергія, вироблені при утилізації побутових відходів, можуть використовуватися населеним пунктам, прилягаючими до місця розміщення установки, а також забезпечувати власні виробничі потреби.

Висновки. Проєкт надзвичайно актуальний для територіальних громад, враховуючи невисокий рівень переробки промислових та побутових відходів в Україні. Використання установки «Вогник» хоча й пов'язане з екологічними ризиками, проте при дотриманні всіх правил роботи може бути екологічно безпечним та дозволяє отримати енергоносії.

Список цитованих публікацій

1. Бригінець К.Д., Абашина К.О. Утилізація промислових відходів. Основи утилізації відходів: конспект лекцій (для студентів 3 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»).

Харківська національна академія міського господарства. Харків: ХНАМГ, 2012. 58 с.

2. Екологічні проблеми забруднення в Україні: смітники. [Електронний ресурс].
Режим доступу: <http://osvita.ua>
3. Петрук В.Г., Мудрак О.В. Про стан організації інтегрованого управління та поводження з твердими побутовими відходами у м. Вінниці та Вінницькій області. Зведений звіт ЄС. Вінниця, 2006. 91 с.
4. Сміття – важлива екологічна проблеми. Шляхи її вирішення. Інформаційний посібник. Під ред. М.М. Скиданюк, Т.Р. Рогів. Манява, 2010. 59 с.
5. Хоменко І.О., Гапоненко Г. М. Проблеми утилізації сміття в Україні. Збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Юність науки – 2017: соціально-економічні та гуманітарні аспекти розвитку суспільства» (м. Чернігів, 26-27 квітня 2017 р.). Чернігів: Черніг. нац. технол. ун-т, 2017. С. 17-18.
6. Хоменко І.О., Бабаченко Л.В., Падій Я.В. Проблеми та напрями переробки твердих побутових відходів в Україні. Економіка природокористування та охорона навколишнього середовища. Мукачево: МДУ, 2017. Вип. 12. С. 454-458.
7. Хоменко І.О., Івашина В.І. Виробництво електроенергії з біомаси. Збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Юність науки – 2017: соціально-економічні та гуманітарні аспекти розвитку суспільства» (м. Чернігів, 26-27 квітня 2017 р.). Чернігів: Черніг. нац. технол. ун-т, 2017. С. 34-35.

Екологічні виклики АПК під час війни

Серед галузей економіки України сільське господарство належить до найбільш впливових і чутливих до змін навколишнього середовища, бо організовує своє виробництво на великих територіях, а кінцевий результат позначається на якості сільськогосподарської продукції.

Проблеми, що виникали у навколишньому середовищі нашої планети до періоду агресії росії зумовили необхідність прийняття таких міжнародних документів, як Стокгольмська Декларація з навколишнього середовища 1972 року (далі – Стокгольмська декларація) [1], Всесвітня Хартія природи 1982 року [2], Ріо-де-Жанейрська декларація з навколишнього середовища і розвитку 1992 року (далі – Декларація Ріо) [3], Йоганнесбурзька декларація зі сталого розвитку 2002 року (далі – Йоганнесбурзька декларація) [4] та Ріо-де-Жанейрська декларація «Майбутнє, якого ми прагнемо» 2012 року (далі – Декларація Ріо +20) [5].

У 2022 році світ зіткнувся з однією з найбільших екологічних катастроф внаслідок війни, що триває в Україні. Конфлікт, який розпочався у 2014 році, має руйнівний вплив на навколишнє середовище та здоров'я українського народу.

Суттєвих втрат зазнала також інфраструктура для зберігання виробленої продукції. Станом на квітень 2023 тимчасово втрачено, не працює або пошкоджено потужностей майже на 8 млн т одночасного зберігання. Сума збитків оцінюється у \$1,3 млрд [6]. Водночас за даними на червень 2023 році найбільше серед областей втратили:

1. Миколаївська область — 1832,5 тис. т (із 65 елеваторів працює 44, отримали ушкодження 13 елеваторів та терміналів, деякі з них частково продовжують працювати);

2. Запорізька область — 1828,7 тис. т (з 52 елеваторів працює тільки 10 загальною потужністю одночасного зберігання 415,4 тис. т);
3. Херсонська область — 1686,5 тис. т (з 52 елеваторів залишилось 6 діючих елеваторів загальною потужністю одночасного зберігання 203,8 тис. т).

Однією з найважливіших екологічних проблем в Україні під час війни стало забруднення повітря, води та ґрунту. Постійні бомбардування та обстріли міст і населених пунктів призвели до викиду великої кількості токсичних хімічних речовин у навколишнє середовище.

Друга за розміром сума прямих збитків пов'язана зі знищенням та крадіжками виробленої продукції. За попередніми оцінками було знищено та викрадено готової сільгосппродукції понад 4 млн т. Сукупна вартість цих збитків оцінюється в \$1,87 млрд. І це станом на квітень цього року. Відомо, що зараз на окупованих територіях проводиться збиральна кампанія, тож нам залишається тільки гадати, скільки ще українського зерна викраде росія. Хоча, певні її дії дають змогу оцінити і цей «потенціал».

Станом на квітень, збитки агросектору у \$8,7 млрд, що на \$2,1 млрд більше, ніж оцінено у листопаді 2022 року[7]. Основна сума прямих збитків (\$4,7 млрд) припадає на вкрадену, знищену та пошкоджену техніку. Загалом внаслідок війни, за попередніми даними, пошкоджено або зруйновано 109,6 тис. одиниць сільгосптехніки. Найбільше:

- 1) тракторів — на \$2 млрд;
- 2) сівалок — на \$647 млн;
- 3) борін — на \$442 млн.

Хімічна зброя забруднила ґрунт, джерела води та повітря, спричинивши низку проблем зі здоров'ям місцевого населення, включаючи респіраторні захворювання, подразнення шкіри та різні види раку.

Війна також завдала значної шкоди інфраструктурі України, включаючи заводи, електростанції та нафтопереробні заводи. Це призвело до розливів і витоків небезпечних матеріалів, таких як нафта, хімікати та радіоактивні речовини, у навколишнє середовище. Це призвело до подальшого забруднення

повітря, води та ґрунту, що спричинило довгострокові проблеми зі здоров'ям та навколишнім середовищем для населення України[8].

Так, через удорожчання факторів виробництва та низької ліквідності сільськогосподарських виробників відбувається скорочення внесення добрив та засобів захисту рослин. Відповідно, за попередніми оцінками, цьогоріч врожай ячменю впав на 38,8%, пшениці — на 33,3%, соняшника — на 30,9%, кукурудзи — на 18,3%.

Загалом через зниження виробництва однорічних культур агросектор втратив \$11,2 млрд. Найбільше (\$3 млрд) виробники втратили через падіння врожаю соняшника, ще \$2,5 млрд вони недоотримали через зменшення обсягів зібраної пшениці.

На додаток до шкоди, завданої війною, конфлікт, що триває, також перешкоджає зусиллям, спрямованим на вирішення екологічних проблем у регіонах. Відсутність стабільності та безпеки ускладнила доступ екологічних організацій до територій, які потребують уваги, а обмежені ресурси, доступні для захисту довкілля, були перенаправленні на інші потреби, такі як охорона здоров'я та продовольча безпека.

Ми знаємо, що сполуки свинцю накопичуються у ґрунті, у рослинах і також в організмі людини та негативно впливають на розумовий розвиток, стан кісткової системи, увагу. На жаль, сполуки свинцю лишатимуться в організмі й надалі, тож ми матимемо забруднення їжі, якщо будемо надалі намагатися вирощувати на тих полях, де відбуваються зараз військові дії

Системи водозабезпечення та водоочищення для АПК зруйновані під час війни. Також люди не тільки вимушені брати воду з тих природних джерелі з каналізаційних скидів які не очищуються.

У нас була дуже велика проблема з суховієм, посухами та лісосмуги, ліси утримували вологу, захищали населені пункти, поля від руйнівного впливу. Під час війни лісосмуги стають місцями розташування для військової техніки.

Також лісосмуги зараз стали єдиним джерелом дров або матеріалом для будівництва землянок. Є дослідження української природоохоронної групи, що

знищені лісосмуги вже можуть влітку 2023 року призвести до збільшення спеки на території Запорізької області, до збільшення сухості повітря, пилу

Хімічні продукти від боєприпасів в тому числі містять сірку, коли сполучаються з водою, утворюється сірчана кислота. Місце, де відбувся вибух, точно контактуватиме з водою. там утворюється кислота та просто випаляє ці ґрунтові організми, завдяки яким ми маємо ґрунт.

Таким чином війна росії на території України призвела до фізичного знищення рослин і тварин, погіршення умов їх існування, знищення рельєфу території, замінування, отруєння території хімічними речовинами, знищення об'єктів природно-заповідного фонду.

Список цитованих публікацій

1. Стокгольмська Декларація з навколишнього середовища від 16 червня 1972 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.un.org/ua/documents/decl_conv/declarations/declarathenv.shtml (дата звернення: 08.03.2024).
2. Всесвітня Хартія природи від 28 жовтня 1982 [Електронний ресурс]. – режим доступу: http://www.un.org/ua/documents/decl_conv/conventions/charter_for_nature.shtml. (дата звернення: 08.03.2024).
3. Ріо-де-Жанейрська декларація з навколишнього середовища та розвитку від 14 червня 1992 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml. (дата звернення: 08.03.2024).
4. Йоганнесбурзька декларація зі сталого розвитку від 4 вересня 2002 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/decl_wssd.shtml(дата звернення: 08.03.2024).
5. Ріо-де-Жанейрська декларація «Майбутнє, якого ми хочемо» від 22 червня 2012 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://rio20.un.org/sites/rio20.un.org/files/a-conf.216-l-1> (дата звернення: 08.03.2024).

6. Офіційний сайт: Аграрний сектор України. URL: http://agroua.net/news/news_49059.html. (дата звернення: 08.03.2024).

7. Офіційний сайт: Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>. (дата звернення: 08.03.2024).

8. Офіційний сайт: Міністерство аграрної політики та продовольства України. URL: <http://minagro.gov.ua/node/15506>. (дата звернення: 08.03.2024).

Марченко О.А.¹

Мельничук Ф.С.²

¹ПВНЗ «Європейський університет»

²Інститут водних проблем і меліорації НААН України

Особливості впливу деяких інсектицидів на мікробіом ґрунту

Summary. The influence of the active compounds of the insecticides clothianidin, thiacloprid and chlorpyrifos on the population of soil microorganisms and their vital activity by establishing some biochemical indicators in the conditions of the forest-steppe of Ukraine were investigated. It was revealed increase in the number of phosphate-mobilizing bacteria in the soil under the influence of thiacloprid and clothianidin. Perhaps this indicates the active participation in the processes of biodestruction of these insecticides. In addition, immobilizing mineral nitrogen bacteria probably take part in the biodegradation of thiacloprid and clothianidin in the soil at high doses of thiacloprid at 14 and 28 days of exposure. Soil micromycetes were the most sensitive group to the action of insecticides. It has been established that insecticides, even at the recommended norms, caused significant changes in the physical and chemical characteristics of the soil ecosystem. Soil respiration, alkaline phosphatase and dehydrogenase activity were inhibited under the influence of the studied insecticides. Longer duration of insecticides exposure caused the possible

appearance of resistant bacterial groups, as evidenced by increased activity of acid phosphatase. The investigated drugs thiacloprid and clothianidin in different doses increased ammonification during exposure for 56 days and slowed down nitrification during the first 28 days of exposure. Maximum doses of chlorpyrifos caused a decrease of ammonia nitrogen content during the first 14 days of exposure and a slow increase in cause of extended contamination duration. Perhaps this was caused by the toxic effect of chlorpyrifos in increased doses on soil microorganisms. In particular, the composition of microfauna and its life processes are important for assessing the toxicity and biodegradation processes of pesticides in agroecosystems.

Ключові слова. Мікробіом ґрунту, ферментативна активність ґрунту, інсектициди, дихання ґрунту, трансформація азоту, клотіанідин, тіаклоприд, хлорпіріфос

Вступ і мета. Сучасні темпи розвитку аграрного виробництва призводять до виснаження та зниження родючості орних земель і як наслідок відбувається порушення сталого функціонування агроєкосистем в цілому. Відомо, що важливу роль в формуванні ґрунтів відіграють мікроорганізми, адже в процесі їх життєдіяльності відбуваються важливі біохімічні процеси перетворень органічних та неорганічних сполук. Дослідження мікробного складу та активності ферментативних систем мікроорганізмів дають змогу встановити наслідки впливу на гомеостаз ґрунту окремих складових агротехнічних технологій. Застосування пестицидів в усьому світі викликає незворотні зміни процесів життєдіяльності мікроорганізмів ґрунту. Тому, вивчення впливу агрохімікатів на мікробні угруповання ґрунту та аналіз біохімічних показників ґрунту дають змогу встановити рівень токсичності пестицидів та дослідити можливі шляхи їх біоремідації. Вже відомо, що біодеградація деяких інсектицидів може бути пов'язана з процесами нітрифікації [1] або розщеплення в інших біохімічних процесах перетворення азотвмісних речовин. Зокрема, азотфіксуюча бактерія *Ensifer meliloti* здатна шляхом гідролізу перетворити тіаклоприд в амідну форму [2]. Окремі штами бактерій

Pseudoxanthomonas sp. здатні до біодеградації ацетоміприду і включаються в процеси відновлення нітратів та нітритів [3]. Крім того, встановлено що низькі дози таких інсектицидів як тіаметоксам та динотефуран можуть викликати збільшення біорізноманіття мікроорганізмів в ґрунті, однак середні та високі норми даних пестицидів призводять до поступової деградації популяцій мікробних популяцій [4]. Інгібуюча дія на метаболічні процеси в ґрунті виявлена і у циперметрину та тіаметоксаму, а саме, під дією даних інсектицидів знижується ферментативна активність дегідрогенази, уреази, каталази та фосфатази [5]. На даний час дослідження впливу засобів захисту рослин на процеси життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів стають все більш актуальними і потребують детального вивчення в різних ґрунтових зонах України.

Отже, метою досліджень було встановити вплив діючих речовин інсектицидів клотіанідину, тіаклоприду і хлорпіріфосу на популяції ґрунтових мікроорганізмів та їх життєдіяльність шляхом встановлення деяких біохімічних показників ґрунту в умовах Лісостепу України.

Матеріали та методи. Монолітні зразки ґрунту відбирали на дослідних ділянках ФГ «Агротехлаб» (с. Любарці Бориспільського р-ну Київської обл.), які знаходяться в зоні Лісостепу України. Для дослідження впливу на склад мікробіому та ферментативну активність мікроорганізмів інсектициди клотіанідин, тіаклоприд і хлорпіріфос вносили в 1 кратній, 5 кратній та 10 кратній дозах та відбирали зразки ґрунту при тривалості експозиції 1, 14, 28 до 56 діб. Досліди по ідентифікації, виділенню в чисту культуру і подальшому культивуванню в умовах *in vitro* ґрунтових мікроорганізмів проводили при застосуванні загальноприйнятих бактеріологічних методів. Відсоток варіації досліджуваних біохімічних параметрів ґрунту в залежності від різних доз інсектицидів вираховували методом двонаправленого дисперсійного аналізу (ANOVA). Ферментативну активність кислої та лужної фосфатази і дегідрогенази, а також інтенсивності дихання ґрунту, трансформацію азоту проводили за загальноприйнятими агрохімічними методиками.

Результати та їх обговорення. Отримані результати досліджень показали, що при внесенні підвищених доз клотіанідину та довгій експозиції збільшується кількість колонієутворюючих одиниць (КУО) у фосфомобілізувальних бактерій та імобілізаторів мінерального азоту, бактерій роду *Azotobacter*. Однак, даний препарат викликав зменшення кількості КУО у мікроміцетів і педотрофних бактерій. Аналогічний вплив на кількість колонієутворюючих одиниць групи мікроміцетів було відмічено під дією тіаклоприду. КУО зменшувалось в залежності від дози та тривалості дії даного інсектициду. Слід відзначити, що дія клотіадину на популяцію мікроміцетів залежала насамперед від тривалості експозиції. При високих дозах і експозиції інсектициду тіаклоприду, а саме протягом 14 і 28 днів спостерігалось суттєве збільшення кількості КУО групи бактерій імобілізаторів мінерального азоту. Високі норми тіаклоприду та тривала експозиція викликали збільшення популяції амоніфікувальних бактерій та бактерій роду *Azotobacter*. Проведені дослідження впливу інсектицидів на ферментативну активність в ґрунті показали, що всі досліджувані препарати пригнічували ґрунтове дихання, активність лужної фосфатази і дегідрогенази. Крім того, було виявлено що активність кислої фосфатази при тривалості експозиції інсектицидів протягом 14 днів знижувалась, але при більшій тривалості дії агрохімікатів навіть незначно підвищувалась. Вірогідно це відбувалось внаслідок появи в бактеріальних популяціях ґрунту резистентних угруповань які адаптувались до більшого періоду дії інсектицидів. Також, досліджувані інсектициди в різних дозах посилювали процеси амоніфікації при експозиції 56 днів в порівнянні з контролем, але сповільнювали процеси нітрифікації при експозиції 28 днів. Відмічено, що мінімальні дози хлорпіріфосу при експозиції до 56 діб викликали збільшення аміачного азоту в ґрунті, а при більш високих дозах вміст аміачного азоту зменшувався протягом періоду до 14 днів і в подальшому повільно підвищувався при продовженні контамінації ґрунту інсектицидом. Можливо такі показники свідчать про токсичність хлорпіріфосу в максимальних дозах для життєдіяльності мікроорганізмів.

Висновки. Збільшення чисельності фосфатмобілізувальних бактерій в ґрунті під впливом тіаклоприду та клотіанідину можливо свідчить про їх активну участь в процесах біодеструкції даних інсектицидів. Крім того, в біодеградації тіаклоприду та клотіанідину в ґрунті вірогідно беруть участь бактерії імобілізатори мінерального азоту, про що свідчило збільшення кількості КУО при високих дозах тіаклоприду при експозиції 14 і 28 днів. Мікроміцети ґрунту виявились найбільш чутливою групою мікроорганізмів до дії інсектицидів. Встановлено, що інсектициди навіть в рекомендованих нормах викликають суттєві зміни в фізико-хімічні характеристики ґрунтової екосистеми. Ґрунтове дихання, активність лужної фосфатази і дегідрогенази пригнічувалось під дією досліджуваних препаратів. Більша тривалість експозиції інсектицидів викликала можливу появу резистентних бактеріальних угруповань про що свідчило підвищення активності кислої фосфатази. Досліджувані препарати тіаклоприд та клотіанідин в різних дозах посилювали амоніфікацію протягом експозиції до 56 днів та сповільнювали нітрифікацію перші 28 днів експозиції. Максимальні дози хлорпіріфосу викликали зменшення вмісту аміачного азоту протягом перших 14 днів експозиції і повільне збільшення при подовженні тривалості контамінації. Можливо це викликається токсичною дією хлорпіріфосу в підвищених дозах на ґрунтові мікроорганізми.

Загалом слід відзначити, що активність ферментів та зміни угруповань мікроорганізмів є достовірним показником для встановлення стану гомеостазу ґрунту в умовах інтенсифікації аграрного виробництва. Зокрема, склад мікрофауни та процеси її життєдіяльності є важливими для оцінки токсичності та механізмів біодеградації пестицидів в агроєкоценозах.

Список цитованих публікацій

1. Peng Zhang, Chao Ren, Hongwen Sun, Lujuan Min Sorption, desorption and degradation of neonicotinoids in four agricultural soils and their effects on soil

- microorganisms Sci Total Environ. .2018 Feb 15;615:59-69. doi:
[10.1016/j.scitotenv.2017.09.097](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.097)
2. Feng Ge, Ling-Yan Zhou, Ying Wang, Yuan Ma, Shan Zhai, Zhong-Hua Liu, Yi-Jun Dai, Sheng Yuan Hydrolysis of the neonicotinoid insecticide thiacloprid by the N₂-fixing bacterium *Ensifer meliloti* CGMCC 7333 International Biodeterioration & Biodegradation Volume 93, September 2014, Pages 10-17
<https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2014.05.001>
3. Guangli Wang, Yanjiao Zhao, Hao Gao, Wenlong Yue, ^aMinghua Xiong, Feng Li, Hui Zhang, Wei Ge Co-metabolic biodegradation of acetamiprid by *Pseudoxanthomonas* sp. AAP-7 isolated from a long-term acetamiprid-polluted soil Bioresource Technology Volume 150, December 2013, Pages 259-265
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.10.008>
4. Effects on soil microbial community after exposure to neonicotinoid insecticides thiamethoxam and dinotefuran Bo Yu, Ziyu Chen, Xiaoxia Lu , Yuting Huang, Ying Zhou, Qi Zhang, Dan Wang, Jingyao Li. - Science of the Total Environment Volume 725, 10 July 2020, 138328
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138328> p.1-11
5. Filimon, SO Voia, R Popescu, G Dumitrescu, LP Ciochina, M Mituletu et al The effect of some insecticides on soil microorganisms based on enzymatic and bacteriological analyses. Romanian Biotechnological Letters.2015;20 (3): 10439-10447.

*Довга Т.В.,
Кленко А.В.
Національний університет біоресурсів
і природокористування України*

Організація сучасної системи екологічного моніторингу

Summary. Environmental monitoring is an extremely relevant scientific and applied area, which is also quite complex, multi-level, multi-component and requires significant budgetary expenditures. Formation of a monitoring system in Ukraine is

in a state of active formation and development, improvement and unification of both methods of obtaining and processing information about the state of the environment and methods of training specialists in this field. At the same time the legislative and educational and methodological framework of this system needs to be improved.

Key words: environmental monitoring, environmental control, organization of the environmental monitoring system.

Як відомо, навколишнє природне середовище піддається природним впливам, що призводять до змін у ньому, зокрема, метеорологічних, сейсмічних, гравіметричних параметрів довкілля. Ці зміни потрібно фіксувати та досліджувати, цим займаються спеціальні служби. Для дослідження антропогенного впливу організовуються спеціальні спостереження за змінами стану біосфери під впливом людської діяльності. Наукова концепція SCOPE (Науковий комітет з проблем навколишнього середовища) вважає систему повторних спостережень за одним чи більше компонентом довкілля у просторі і в часі відповідно до наперед поставленою метою та за наперед підготовленою програмою моніторингом.

Екологічний моніторинг охоплює питання, які є в центрі біотичного та геофізичного моніторингу у їх тісному взаємозв'язку один з одним. Екологічний моніторинг використовується для дослідження екологічних систем різних рівнів. Таким чином, назви «Екологічний моніторинг» і «Моніторинг довкілля» можна вважати синонімами. Необхідною умовою успішного функціонування екологічного моніторингу є вимога отримання в результаті оцінки і прогнозу, достовірної оцінки стану екологічної рівноваги в екосистемі.

При проведенні глобальної системи моніторингу навколишнього середовища перед екологічним моніторингом поставлено два основних завдання:

- оцінка реакції наземних екосистем на зовнішні впливи;
- оцінка критичних проблем, які виникають у результаті антропогенної діяльності (енергетика, використання природних ресурсів тощо).

Основне завдання екологічного моніторингу є фіксація у природних компонентах змін спричинених дією антропогенних факторів із врахуванням їх природних флуктуацій та виділення критичних точок, які можуть вплинути на функціонування системи вцілому. Вирішити це завдання можна шляхом вимірювань окремих характеристик забруднень біосфери та реакцій біоти на них, а також за допомогою системи постійних (неперервних) вимірювань інтегральних показників на досліджуваних територіях

Найважливішим під час організації моніторингу у будь-яких масштабах і з будь-якою метою є влаштування системи спостереження та аналізу за різноманітними факторами антропогенного впливу у різних середовищах, він повинен включати: 1) моніторинг приземного шару атмосфери та її верхньої частини; 2) моніторинг опадів (щонайменше їх кількість та ймовірний хімічний склад); 3) моніторинг гідросфери (моніторинг поверхневих вод (річок, озер та водосховищ), моніторинг морів і океанів, моніторинг підземних вод); 4) моніторинг літосфери (в першу чергу ґрунту – ґрунтовий моніторинг).

В свою чергу, визначення основних завдань екологічного моніторингу та обговорення його складових елементів, обґрунтування та реалізація системи моніторингу, відбулись на міжнародному симпозіумі по комплексному глобальному моніторингу забруднення навколишнього природного середовища (грудень 1978 р.).

Термін “моніторинг довкілля” замінив термін “екологічний контроль”, оскільки включає спостереження за природним середовищем та аналіз отриманої інформації, яка використовується для управління навколишнім середовищем. Також він обґрунтував необхідність проведення екологічного моніторингу навколишнього природного середовища та комплексної системи його проведення. Екологічний моніторинг (моніторинг довкілля) є багатофункціональною інформаційною системою і включає наступні напрями його проведення: 1) спостереження за станом довкілля та факторами, які впливають на його або його окремі елементи (наперед визначаються основні елементи довкілля та найсуттєвіші фактори та джерела антропогенного

впливу); 2) оцінку фактичного стану всіх елементів довкілля та порівняння отриманих даних із нормативами; 3) прогноз стану довкілля і оцінку прогнозованого стану довкілля; 4) розробка науково-обґрунтованих рекомендацій для допомоги у прийнятті управлінських рішень державними або місцевими органами влади.

Рішення повинні бути направлені на запобігання негативним змінам стану окремих елементів довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки (науковоінформаційна підтримка прийняття управлінських рішень). Таким чином, моніторинг довкілля – це система спостережень, оцінки та прогнозу стану довкілля, яка забезпечує науково-інформаційну підтримку прийняття управлінських рішень державними або місцевими органами влади. Для управління станом навколишнього природного середовища необхідно сформувати повноцінну систему моніторингу, яка дозволить виявити критичні ситуації та фактори, які впливають на досліджувані природні системи та наявні індикатори, які є чутливими до цього впливу. Під час проведення моніторингу довкілля необхідно враховувати дані як про абіотичні фактори і про стан біоти, а також про функціонування екосистем та реакції екосистем на можливі зміни.

Список цитованої літератури

1. Геоматика в моніторингу довкілля та оцінці загрозливих ситуацій: монографія / [О. Л. Дорожинський та ін.]; за ред. проф. Олександра Дорожинського; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2016. - 399 с.
2. Локальний моніторинг довкілля для адміністративних районів і територіальних громад: монографія / Катерина Радловська; за ред. д-ра техн. наук О. С. Волошкіної; Івано-Франків. нац. техн. ун-т нафти і газу. - Івано-Франківськ: Петраш К.Т. [вид.], 2015. - 184 с.
3. Chen Yiheng, Han Dawei. Water quality monitoring in the smart city: a pilot project. *Automat. Construct. J.* 2018;89:307–316.

4. Моніторинг якості води в режимі реального часу за допомогою Інтернету речей у SCADA. Environ Monit Assess. 2018, 29 серпня; 190 (9): 556. doi: 10.1007/s10661-018-6914-x. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30159608/>

¹Андрейченко С.В.

²Тогачинська О.В.

¹ПВНЗ «Європейський університет»

²Національний університет харчових технологій

Екологічна безпека ґрунту та нормування його якості

Summary. Scientifically and methodologically substantiated and classified the structure of indicators for carrying out an ecological assessment based on the impact on the eco-ecological and biochemical state of soils.

Ключові слова: нормування, екологічне оцінювання ґрунту, структура показників.

Вступ. Наслідки війни сьогодення впливають на компоненти навколишнього природного середовища, особливо на ґрунти України, які стали заручниками військової агресії. Воєнні дії призводять до руйнування промислових підприємств, інфраструктури та житлових будівель, що може спричинити виливи небезпечних речовин (нафти, хімічних органічних сполук, радіоактивних речовин) та інших отруйних речовин у ґрунти та водойми, внаслідок чого призводить до забруднення ґрунтових і поверхневих вод [1, 2].

Крім того, сучасні агротехнології передбачають застосування значних кількостей агрохімікатів, які можуть містити у своєму складі шкідливі речовини (важкі метали, фтор, миш'як, радіонукліди та ін.), що мають здатність мігрувати за трофічними ланцюгами, впливати на ґрунтову біоту, призводити до змін загальної кількості мезофауни, сапрофітної мікрофлори, активності протікання біохімічних процесів тощо [3, 4].

Матеріали та методи дослідження. Для розроблення системи екологічного оцінювання та нормування якості ґрунту були використані літературні джерела, фондові матеріали, нормативно-правові документи.

Результати та їх обговорення. Для проведення екологічної оцінки і нормування якості ґрунту були науково й методологічно обґрунтовані й класифіковані основні критерії екологічної експертизи за комплексом показників.

Нормативи вмісту забруднюючих речовин в ґрунті розробляються за такими критеріями:

- нормування вмісту шкідливих речовин в акумулятивному шарі ґрунту;
- нормування накопичення токсичних речовин на території підприємства;
- нормування забруднення ґрунту в житлових районах, переважно в містах збереження побутових відходів.

Гранично допустима концентрація шкідливої речовини в орному шарі ґрунту $ГДК_{гр}$. – це концентрація шкідливої речовини, яка не впливає негативно на контактуючі з ґрунтом повітряне і водне середовище, на здоров'я людини, а також на відновлюючу властивість ґрунту [5].

- Нормативи $ГДК$ розроблені для речовин, які можуть мігрувати в поверхневі і ґрунтові води, атмосферне повітря, накопичуватися в верхніх акумулятивних шарах ґрунту, впливати негативно на якість продукції рослинництва і тваринництва. Потрапляти ці хімічні сполуки можуть і в організм біологічних істот, переважно в організм людини і тварини, яке відбувається через контактуючі з ґрунтом середовища.
- Рівень забруднення ґрунтового середовища оцінюють за показниками, розробленими геохімічними, мікробіологічними і санітарно-гігієнічними дослідженнями ґрунту [5-8].
- Такими показниками є *коефіцієнт концентрації хімічного елемента і сумарний показник забруднення* [5, 6, 10]. Екологічне оцінювання стану ґрунту за впливом на процеси міграції доцільно проводити за:

- коефіцієнтами концентрації у різних генетичних горизонтах ґрунту шкідливих речовин (важкі метали, залишкові кількості пестицидів, радіонукліди, нітрати та ін.) та біогенних елементів (сполуки азоту, фосфору, калію);
- швидкістю вертикальної міграції хімічних речовин за профілем ґрунту;

В якості кількісного показника активності радіальної міграції використовують коефіцієнт концентрації (K_c), який характеризує ступінь накопичення елементів (хімічних, біогенних) у компоненті системи відносно обраного еталону (контролю): Його визначають як відношення реального вмісту хімічного елемента у ґрунті до фонового вмісту цього ж елемента [5-7].

$$K_c = k_i / K_i, \quad (1)$$

k_i – вміст, i – хімічного (біогенного) елемента у n – компоненті, K_i – вміст i – хімічного (біогенного) елемента в еталоні (контролі).

Величина коефіцієнту концентрації свідчить про активність процесів вилуговування ($K_c < 1$) і накопичення ($K_c > 1$) катіонів і аніонів хімічних елементів у генетичних горизонтах ґрунту [6].

Крім того, ґрунти можуть також забруднюватися декількома хімічними елементами, тому для такого рівня забрудненості розраховують також сумарний показник забрудненості, яка відображає комплексний ефект впливу всієї групи хімічних елементів [5–7].

$$Z_c = \left(\sum_{i=1}^n K_{c_i} \right) - (n-1), \quad (2)$$

де Z_c – сумарний показник забрудненості ґрунту; K_{c_i} – коефіцієнт концентрації i -го хімічного елемента в пробі ґрунту; n – кількість врахованих хімічних елементів.

Визначення класу небезпечності хімічних речовин. При відсутності в нормативних документах класу небезпечності хімічних речовин їх клас небезпечності можна визначити за формулою:

$$J = \lg \frac{AS}{aM(\Gamma ДК)}, \quad (3)$$

де A – атомна маса відпрацьованого хімічного елемента; S – розчинність у воді хімічної сполуки, мг/л; M – молекулярна маса хімічної сполуки, в яку входить даний елемент; a – середнє арифметичне з шести ГДК хімічних речовин у різних харчових продуктах.

Транслокаційні процеси шкідливих речовин характеризують особливості переходу їх з ґрунту у вегетативні та генеративні органи рослин. Тому для виявлення впливу різних елементів технологій на транслокаційні процеси було введено *коефіцієнт біологічного поглинання* шкідливих речовин, який дозволить встановити взаємозв'язок між вмістом у ґрунті та рослинах сполук важких металів, нітратів, нітритів, залишків пестицидів, радіонуклідів [6, 7].

Коефіцієнти біологічного поглинання дають можливість оцінити вплив технології не лише на процеси накопичення важких металів рослинами, а і охопити всю систему ґрунт-добрива-пестициди-рослина. За рівнем відхилення від контрольного варіанту можна провести екологічне оцінювання технології.

Під екологічною стійкістю розуміють здатність ґрунту протистояти змінам під дією різноманітних зовнішніх факторів. Інакше кажучи, екологічно стійкі ґрунти можуть зберігати свої природні властивості за рахунок внутрішнього потенціалу, зумовленого певними генетичними ознаками, і попереджувати погіршення стану інших природних компонентів. Тому за дослідженнями доведено, що екологічна стійкість ґрунту визначає екологічний стан ґрунту, який залежить від рівня родючості ґрунту, санітарно-гігієнічного, мікробіологічного стану ґрунту і має таку формулу [8, 9]:

$$EC = EC + PP + CGS, (4)$$

де ЕСГ – екологічний стан ґрунту;

ЕС – екологічна стійкість;

PP – рівень родючості ґрунту;

СГС – санітарно-гігієнічний стан ґрунту.

Відповідно до цих доведень були розроблені показники екологічної стійкості ґрунту: оптимальний екологічний стан ґрунту відображає менше 30 % ЕС, нормальний стан – 31-60 % ЕС, задовільний стан – 61-100 % ЕС,

незадовільний стан – 101 %. Такі показники екологічної стійкості ґрунту визначають екологічний його стан за всіма вище наведеними показниками ґрунту.

Висновки. Нормування якості ґрунтів базується на проведенні екологічного оцінювання за санітарно-токсикологічними показниками (концентрація токсичних речовин) з врахуванням їх впливу на компоненти довкілля. Така екологічна оцінка включає градацію стану забруднення екосистеми за чотирма класами і встановлює їх ступінь забруднення.

Науково і методологічно обґрунтовано та класифіковано структуру показників щодо проведення екологічного оцінювання за впливом на екоксикологічний, біохімічний стан ґрунтів та доведено, що за умови такого методичного підходу щодо нормування якості ґрунтів гарантується всебічна оцінка технологій і впровадження у виробництво лише таких, що забезпечують отримання високоякісної продукції рослинництва.

Список цитованих публікацій

- 1.Тогачинська О., Семенова О. (2023). Токсичний вплив війни на екологію України. The 8th International scientific and practical conference “Scientific research in the modern world” (June 1-3, 2023) Perfect Publishing, Toronto, Canada, 2023. С. 214–223. Режим доступу: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2023/06/SCIENTIFIC-RESEARCH-IN-THE-MODERN-WORLD-1-3.06.23.pdf>.
2. Зайцев Ю.О., Грищенко О.М. Романова С.А., Зайцева О.І. (2022). Вплив бойових лій на вміст валових форм важких металів у ґрунтах Сумського та Охтирського районів Сумської області. Агроекологічний журнал. № 3. С.136-149. Режим доступу: <file:///C:/Users/admin/Downloads/266419-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-618848-1-10-20221203.pdf>.

3. Популан М.І., Величко В.А., Соловей В.Б. (2009). Родючість ґрунту як природно – антропогенна його властивість, її види та параметрична оцінка // Вісник аграрної науки. № 2. С. 17-24
4. Запольський, А.К., Салюк А.І. (2004). Основи екології . К.: Вища школа – 2004. – 382 с.
5. Фурдичко, О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. (2008). Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище. Київ: Основа. 356 с.
6. Макаренко Н.А., Макаренко В.В. (2008). Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур (методичні рекомендації).– К. 84 с.
7. Макаренко Н.А. (2007). Методичні рекомендації з встановлення допустимих концентрацій шкідливих речовин в агрохімікатах. К. 16 с.
8. Дем'янюк О.С., Сидорко Л.Ю., Тертична О.В. (2017). Сучасні методичні підходи до оцінювання екологічного стану ґрунту за активністю мікробіоценозу. *Питання біоіндикації та екології*, № 1: 127-142.
9. Ткачук О.П., Зайцева Т.М. (2017). Показники агроекологічної стійкості ґрунтів та фактори, що на них впливають. Збірник наукових праць. Журнал науково-виробничого та навчального спрямування. Сільське господарство та лісівництво. Т 2. (5). С.137-146. Режим доступу: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/19007.pdf>.
10. Makarenko N.A., Bondar V.I. (2013). Technology of crops cultivation: environmental standardization by the degree of impact over agro-ecosystem's condition. *Annals of Agrarian Science*. P. 56-61.

Заключне слово проректора з наукової роботи

ПВНЗ «Європейський університет»

Гудзя Юрія Федоровича

Сьогодні, 22.03.24 року ми завершуємо Першу всеукраїнську науково-практичну конференцію «Сучасні екологічні виклики в Україні та світі», що відбулася в ПВНЗ «Європейський університет» в умовах російської агресії.

Хочу подякувати Голові оргкомітету – Тимошенко О.І., д. філос. н., професору, ректору ПВНЗ «Європейський університет», голові Асоціації навчальних закладів України приватної форми власності, а також заступникам голови та членам оргкомітету за організацію та проведення конференції в умовах війни.

На конференції були розглянуті 14 науково-тематичних напрямків. Особливо хочу відмітити такі наукові теми: радіаційна безпека та радіаційний захист населення, екологічні та соціальні проблеми в умовах війни, управління та поводження з твердими відходами у мирний час та за воєнних дій, техногенна безпека та екологічні наслідки воєнних дій, стратегія розвитку екологічної освіти.

Приємно, що активну участь взяли відомі вчені з таких провідних наукових та навчальних закладів України: Національний університет біоресурсів та природокористування України, Національний університет «Києво-Могилянська Академія», Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Інститут агроєкології та природокористування НААН України, Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського, Інститут гідробіології НАН України, Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, Національний університет харчових технологій.

Хочу ще раз подякувати провідним вченим за вагомий внесок у розвиток науки і цікаві, актуальні та змістовні доповіді.

СТЕНДОВІ ДОПОВІДІ

*¹Mikhyeyev O.M., ²Lapan O.V.,
²Cherniak L. M., ²Dmytrukha T. I.
¹Institute of Cellular Biology and Genetic Engineering of the NASU,
²National Aviation University*

**Water bodies decontamination from Cs-137 using
a hydrophytic structure type of bioplateau**

Summary. A mobile design of bioplateau has been developed for aqueous media treatment from radionuclides. Mini-bioplateaus were designed and their absorbing capacity in relation to radiocesium was determined.

Key words: phytoremediation, bioplateau, terrestrial plants, cesium-137.

Introduction and Aim. Considering the unsatisfactory resolution of ecological problems in Ukraine, the deactivation of water bodies radioactively contaminated is becoming highly relevant and will remain so for decades. Cs-137, known for its mutagenic effects on all living organisms in aquatic ecosystems, is one of the dose-forming radionuclides. The main sources of water body contamination are nuclear power plants and enterprises engaged in the extraction and processing of uranium ores. That is why an important task is the further purification of water bodies to the required standards with minimal financial expenses.

Nowadays there are numerous methods for purifying water bodies which require significant energy and financial costs. Biological methods of water purification using phytotechnologies, based on the processes of natural self-purification of water bodies with the use of higher aquatic plants and aquatic biota, are the most rational solution to the given task. Preliminary results of our studies indicate that not only higher aquatic plants exhibit high absorptive properties regarding radionuclides, but terrestrial plants in aquatic culture conditions have the same ability to accumulate toxic substances. The main advantages of hydrophytic structures, in particular, bioplateau, include: high degree of purification, eco-friendliness, low energy consumption and the ability to accumulate different types of pollutants. This

hydrophytic structure of any area can be created in laboratory conditions. The aim of the work is to develop a new design of a bioplateau for the purification of water bodies from ions of cesium-137.

Materials and Methods. The plants of sow oats and meadow fescue were used as the biotic component of the bioplateau, and granulated foam plastic was used as the substrate for sprouting the plant material. The methodology for constructing the bioplateau was the following: the bottom of the cuvette was covered with a layer of substrate topped with a layer of perlite, 100 ml of settled tap water was poured in, dry seeds were placed on the surface, and the bioplateau was placed in a thermostat at $t = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$. On the 7th day the bioplateau was moved to containers with a Cs-137 chloride solution. The initial specific activity of radiocesium was 3.0 kBq/l, under which according to previous studies, a noticeable effect on plant growth indicators was observed. The specific activity of the radionuclide was determined using the gamma spectrometer SEG-001 “APK-C”-63.

Results and their Discussions. The study of the absorptive capacity of the constructed bioplateaus regarding radiocesium was conducted and established that the water purification effect using fescue plants was 93%, and oats plants – 90%. The constructed hydrophytic structure demonstrated a high level of water purification from Cs-137, therefore, considering the results of experimental research, it is planned to follow the proposed phytodeactivation technology algorithm to remove bioplateaus from water bodies and burn them or periodically mow the green mass and also subject it to burning or use the removed biomass for biogas production.

References

1. Станкевич В. В., Тарабарова С. Б., Береза А. Ю. (2015). Використання біоплато для доочищення стічних вод від малих населених пунктів. *Гігієна населених місць*, 65, 108–113.
2. Evdokimova G. A., Ivanova L. P., Mozgova N. P., Myazin V. A., Fokina N. V. (2016). Floating bioplato for purification of waste quarry waters from mineral

nitrogen compounds in the Arctic. *Journal of Environmental Science and Health*, Part A. 51, 1–6.

3. Романенко В. Д., Крот Ю. Г., Киризій Т. Я., Коваль І. М., Кіпніс Л. С., Потрохов О. С., Зінковський О. Г., Леконцева Т. І. (2012). *Природні і штучні біоплато. Фундаментальні та практичні аспекти*. К.: Наук. думка.
4. Пшинко Г. М. (2010). Наукові засади прогнозування поведінки радіонуклідів в довкіллі та дезактивації об'єктів природного середовища. [Дис. докт. хім. наук: 21.06.01] / Інститут колоїдної хімії та хімії води Національної академії наук України.

**Андронюк Я.О.,
Курчій Б.О.**

ПВНЗ «Європейський університет»

Зміна клімату та його пом'якшення

Зміна клімату – злободенна тема сьогодні не лише у науковому, а й у політичному, економічному та громадському порядку денному. Глобальні кліматичні зміни мають величезний вплив на людину, економіку та екосистеми всіх країн світу. Адаптація, боротьба з наслідками цього явища найскладніші завдання сучасності, що вимагають використання нових знань та розробки нових стратегій та технологій. Не вщухають гарячі дискусії, пов'язані з кліматичним переходом, управлінням кліматом, використанням різних технологій у боротьбі з кліматичними змінами. Вплив людської діяльності на земну систему від початку промислової революції і до цього дня – «велике прискорення» – безпрецедентно. Масштаб антропогенних змін говорить про те, що людство вступило в нову планетарну еру, яка визначається як антропоцен - епоху, коли в результаті інтенсивної діяльності людини виявляються значні антропогенні кліматичні зміни. У природі людина виступає тепер новою силою, що трансформує природні системи у небувалих обсягах. У контексті таких складних глобальних змін значно підвищився попит на нові знання та

технології, способи виробництва знання, оснащені для вирішення нагальних проблем глобальної стійкості.

У доповіді за підсумками Семінару з біорізноманіття та зміни клімату фіксуються найбільш важливі для людей проблеми [1].

1. Збільшення споживання енергії, надмірна експлуатація природних ресурсів та безпрецедентна трансформація прісноводних та морських ландшафтів за останні 150 років призвели до зміни клімату та прискорення зниження біологічної різноманітності в усьому світі. Антропогенні викиди парникових газів у результаті спалювання викопного палива, роботи промисловості, сільського, лісового та іншого землекористування загалом перевищують 55 гігатон CO₂-еквівалента на рік і продовжують зростати, що призвело до підвищення температури на планеті на 1°C щодо доіндустріального періоду.

2. Зміна клімату та втрата біорізноманіття негативно впливають на самопочуття та якість життя людини. Взаємодія породжує складні зворотні зв'язки між кліматом, біорізноманіттям та людьми, які ведуть до непередбачуваних результатів.

3. У міру зміни клімату поширення, функціонування та взаємодія організмів, а отже, і екосистем все більше трансформуються. Екосистеми та види з обмеженим поширенням, поганим приживанням у нових місцях проживання особливо вразливі до зміни клімату.

4. Необхідне підвищення адаптивної спроможності більшості екосистем та соціально-екологічних систем, щоб впоратися з залишковою зміною клімату навіть за значних зусиль, спрямованих на боротьбу з викидами вуглекислого газу або зі скороченням біорізноманіття.

Протягом усієї історії люди та суспільства пристосовувалися до змін клімату та екстремальних явищ і справлялися з ними з різним ступенем успіху. Наприклад, за піднесення та падіння різних цивілізацій відповідальна, принаймні частково, посуха. Сучасне життя пристосовано до стабільного

клімату і оскільки клімат змінюється, люди повинні пристосовуватися, так як із прискорення цих процесів адаптація ускладнюється.

Слід зазначити, що концепція сталого розвитку (sustainable development) включає економічну, соціальну та екологічну складові. Цей комплексний підхід дозволяє вирішувати питання, пов'язані з найбільшими викликами, з якими людство коли-небудь стикалося. У загальному плані дослідження переходу до сталого розвитку зосереджені на цілеспрямованих та глибоких структурних зміни в енергетиці, транспорті, сільському господарстві та інших системах. Вони також включають соціальні інновації та нові методи управління, у тому числі управління перехідним періодом як новий спосіб керування довгостроковими соціальними перетвореннями.

В даний час в Європі здійснюється низка продуктивних спільних досліджень, спрямованих на розробку системного інтегрованого підходу до дослідження проблем глобальної стійкості, наприклад: програми "Теорія трансформаційних соціальних інновацій", (TRANSIT); «Прискорений та масштабований перехід до сталого розвитку» (ARTS); «Зміна клімату та комплексні рішення» (IMPRESSIONS). Всі ці дослідження виходять за рамки виключно технологічного підходу до кліматичного переходу, привносять нові теоретичні та емпіричні основи та пропонують вирішення таких питань, як стратегія переходу до сталого розвитку, багатостороннє управління та динаміка процесів сталого розвитку різних масштабів. Цей поворот до реляційного підходу у вивченні переходу до сталого розвитку виходить із необхідності глибшого розуміння багаторівневих моделей управління та нових можливостей.

У дискусіях про способи боротьби зі зміною клімату все частіше зустрічаються такі терміни, як «оцінка ризиків» та «аналіз рішень». Національні та міжнародні кліматичні програми рекомендують «аналіз ризиків» як важливий компонент планування мінливості клімату. Область управління ризиками, що стала ключовим елементом Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (РКЗК ООН, 1994), є найбільш підходящою всеосяжною конструкцією для оцінки адаптації до зміни клімату [2].

Питання глобальних змін та стійкості тісно пов'язані зі складнощами, що виникають у взаємодіях науки та політики. По-перше, знання, отримані в результаті досліджень, можуть не відповідати очікуванням політиків або використовувати інакше, ніж передбачалося. Труднощі також полягають у тому, що наука фрагментована з дисциплін і взаємодія між наукою та політикою не є простою через відмінності в тимчасових рамках, цілях, циклах процесів, епістемологій тощо. Найефективніший спосіб впоратися з цими проблемами – спільне виробництво знань, що має на увазі тісне співробітництво між вченими, політиками та іншими зацікавленими сторонами в обміні, виробництві та застосуванні знань. Іншими словами, ширше розуміння проблеми вимагає більш комплексного та детального розуміння ролі наукових знань у ухваленні політичних рішень. Однак при інтеграції двох епістемологічно різних підходів можуть виникати певні протиріччя, наприклад, при додаванні нової перспективи до вужчого підходу, оскільки кожен підхід має власну епістемологію, засновану на відмінному світогляді.

Отже, у вирішенні кліматичних проблем наука та вчені повинні відігравати першорядну роль. В осмисленні основних аспектів життя в епоху кліматичних змін та у запобіганні негативним наслідкам зміни клімату можуть допомогти експерти, які мають відповідні знання, та політики, що приймають рішення. Але процес прийняття рішень – трансдисциплінарний процес, у якому мають брати участь численні та різнобічні актори – науковці, експерти, політики та суспільство загалом.

Список цитованих публікацій

1. Pörtner H.O. et al. (eds) Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change. Bonn : IPBES secretariat, 2021. 256 p.
2. Jones R.N., Preston B.L. Adaptation and risk management. *WIREs climate change*. 2011. Vol. 2. P. 296–308

**Особливості патогенезу чоловічої неплідності
в Україні після аварії на Чорнобильській АЕС**

Summary. The peculiarities of the pathogenesis of various forms of male infertility in patients from Cs-137 radiocontaminated areas of Ukraine were studied using immunohistochemical (IHC) markers (Ubiquitin, Occludin, Claudin 11). It has been established that the effect of low doses of ionizing radiation as an additional etiological factor leads to changes in the structural, as well as molecular, components of the testis, including epigenetic changes, which can be characterized as environmental pathomorphosis, which leads to impaired spermatogenesis and increased risk of malignancy.

Ключові слова: чоловіча неплідність, радіонукліди Cs-137, ІГХ, екологічний патоморфоз

Вступ. Актуальність дослідження механізмів патогенезу чоловічої неплідності та екологічного патоморфозу, індукованого впливом малих доз іонізуючого опромінення, обумовлені значним зростанням рівня поширеності чоловічої неплідності в Україні та низькою ефективністю його лікування.

Ситуація із захворюваністю населення в Україні ускладнюється за рахунок антропогенного забруднення радіоактивними відходами у зв'язку з аварією на Чорнобильській АЕС. Медичні наслідки аварії стали предметом багатьох досліджень останніх років. Сьогодні вже не залишилось сумнівів щодо значного канцерогенного впливу низьких доз іонізуючого опромінення на організм людини [1].

Мета. Вивчення особливостей патогенезу важких форм чоловічої неплідності у хворих, які проживають у забруднених радіонуклідами Cs-137 районах України, із використанням імуногістохімічних (ІГХ) маркерів.

Матеріали та методи. Досліджено тканину яєчка 187 хворих із екскреторно-обтураційною та секреторною формами чоловічої неплідності, які проживають у “чистих” та забруднених радіонуклідами Cs-137 районах України, з використанням гістологічних, електронномікроскопічних, морфометричних та імуногістохімічних (ІГХ) методів дослідження (протеїни Ubiquitin, Occludin, Claudin 11) з визначенням ІГХ коефіцієнту та статистичним аналізом.

Результати та їх обговорення. При морфометричному дослідженні яєчка визначено достовірну різницю між більшістю морфометричних показників при збереженому і блокованому сперматогенезі: зменшення діаметру сім'яного каналця (d) в 1,7 раза (з $358,10 \pm 8,20$ до $211,3 \pm 5,60$ мкм) та потовщення стінки сім'яного каналця в 1,9 раза (з $9,60 \pm 0,40$ до $18,30 \pm 0,90$ мкм, відповідно).

В осіб із забруднених радіонуклідами ^{137}Cs регіонів України встановлено достовірні відмінності морфометричних показників, що корелювали, а саме зниження в 1,5 раза індексу інтенсивності сперматогенезу (IC/IL) (з $10,9 \pm 0,05$ до $7,5 \pm 0,04$) та зростання в 1,4 раза індексу Лейдіга (з $8,64 \pm 0,8$ до $12,3 \pm 1,10$) при збереженому сперматогенезі ($p < 0,001$). При цьому, більшість показників у групі зі збереженим сперматогенезом із забруднених радіонуклідами районів наближались до аналогічних морфометричних показників при блокованому сперматогенезі, зокрема між показниками індексу Лейдіга, який характеризує ендокринний компонент, зникали достовірні відмінності: $12,3 \pm 1,10$ та $14,87 \pm 2,30$ – відповідно ($p > 0,005$).

Встановлено, що блокування сперматогенезу супроводжується наявністю одночасно трьох компонентів тканини яєчка: виразного інтерстиційного, судинного та ендокринного, які мають місце у 95–98 % хворих із порушеннями сперматогенезу. При збереженому сперматогенезі аналогічна закономірність має місце в осіб із забруднених радіонуклідами ^{137}Cs регіонів України, у яких збережений сперматогенез у 100 % випадків поєднувався з інтерстиційним компонентом (слабким і виразним), у 95 % – із судинним компонентом

(слабким і виразним) та у 47 % – з ендокринним компонентом (слабким і виразним).

При ІГХ дослідженні встановлено посилення процесів убіквітинації при порушенні сперматогенезу – достовірне підвищення цитоплазматичної експресії Ubiquitin в клітинах Сертолі (з $2,7 \pm 0,09$ при збереженому сперматогенезі до $4,8 \pm 0,17$ при блоку сперматогенезу і до $7,4 \pm 0,6$ при синдромі «лише клітини Сертолі»); в клітинах Лейдіга визначено достовірне зростання цитоплазматичної експресії Ubiquitin з $2,7 \pm 0,27$ до $5,6 \pm 0,60$ та одночасне різке зменшення ядерної експресії з $4,3 \pm 0,54$ до $0,3 \pm 0,16$ ($p \leq 0,001$), що свідчить про порушення регуляції клітинного циклу і швидкості транскрипції в клітинах Лейдіга.

У мешканців забруднених радіонуклідами ^{137}Cs регіонів України визначено інтенсифікацію процесів убіквітинації: достовірне зростання цитоплазматичної експресії Ubiquitin в клітинах Сертолі, сперматогенному епітелії та клітинах Лейдіга, порівняно з аналогічними спостереженнями із «чистих» регіонів, що свідчить про підвищений вміст пошкоджених білків у клітинах яєчка цих хворих.

Виявлено порушення гематотестикулярного бар'єру в групах хворих із блоком сперматогенезу та із синдромом «лише клітини Сертолі», у яких визначено достовірне зниження експресії протеїнів Occludin та Claudin 11 в клітинах Сертолі та ендотеліальних клітинах перитубулярних гемокапілярів, порівняно з групою осіб зі збереженим сперматогенезом (з $7,4 \pm 0,45$ і $5,3 \pm 0,42$ до $2,8 \pm 0,27$ і $1,8 \pm 0,17$, відповідно; $p \leq 0,001$). У хворих із забруднених радіонуклідами ^{137}Cs регіонів України при блоку сперматогенезу встановлено різку деградацію в 3-5 разів, аж до повного зникнення експресії протеїнів Occludin та Claudin 11, порівняно з аналогічними групами хворих із «чистих» регіонів, що на молекулярному рівні свідчить про значні пошкодження гематотестикулярного бар'єру у вказаних осіб.

Таким чином, визначено структурні зміни яєчка та з'ясовані молекулярні та епігенетичні механізми, які лежать в основі порушень сперматогенезу:

активізація процесів убіквітинації, що призводить до посиленої пост-трансляційної модифікації білків та посилена деградація шляхом убіквітинації протеїнів гематотестикулярного бар'єру Occludin та Claudin 11. Епігенетичні механізми – комплексний процес, за допомогою якого зовнішні фактори взаємодіють із геномом, не порушуючи нуклеотидну послідовність ДНК, до яких належать метилювання ДНК, ефекти мікро-РНК, посттранскрипційні модифікації гістонів через їх фосфорилування, ацетилювання, убіквітинацію та сумоїлацію [1,2].

Висновки. Отже, вплив малих доз іонізуючого опромінення, як етіологічний фактор, призводить до закономірних змін інтерстиційного, судинного та ендокринного компонентів яєчка, а також молекулярних, в тому числі епігенетичних змін, які можна охарактеризувати як екологічний патоморфоз чоловічої неплідності, індукований впливом малих доз іонізуючого опромінення, що призводить до порушень сперматогенезу та може підвищувати ризик малігнізації у осіб, які проживають у забруднених радіонуклідами Cs-137 районах України.

Список цитованих публікацій

1. Serdiuk A, Bebeshko V, Bazyka D, Yamashita Sh, eds. Health effects of the Chornobyl accident – a quarter of century aftermath. Kyiv: DIA, 2011. 648 p.
2. Iida Y., Ciechanover A., Marzese D., Hata K., Bustos M., Ono S., Wang J., Salomon M., Tran K., Lam S. Hsu S., Nelson N., Kravtsova-Ivantsiv Y., Mills G., Davies M., Epigenetic regulation of KPC1 ubiquitin ligase affects the NF- κ B pathway in melanoma. – Clin. Cancer Res.- 2017.- N 15, T.23(16). - P.4831- 4842. DOI: 10.1158/1078-0432.CCR-17-0146
3. Labonté B., Suderman M., Maussion G., Navaro L., Yerko V., Mahar I., Bureau.A., Mechawar N. Szyf M., Meaney M. Genome-wide epigenetic regulation by early-life trauma. - Arch. Gen. Psychiatry.- 2012. – N 6, T. 9(7). - P. 722 - 731. DOI: 10.1001/archgenpsychiatry.2011.2287

Організаційні методи управління природоохоронною діяльністю рекреаційних зон населених пунктів Пирятинської ОТГ

Summary. The in-depth analysis of the organizational structure and production activities of the State Enterprise “Pyriatyn Forestry”, which performs an important environmental function to preserve the forest fund and species biodiversity in Pyriatyn territory community (TC), initiates and implements measures that promote mass recreation and general health improvement of the population of the territorial community, is carried out. A SWOT analysis of the specific positions of Pyriatyn TC in the recreational tourism market was carried out to identify the largest and weakest factors of its development. Thus, the strengths of tourism development in Pyriatyn TC are its long-standing unique historical and cultural heritage, favorable geopolitical position, considerable transport potential, the availability of a developed tourist infrastructure, and all the prerequisites for the development of any type of tourism, not just recreational.

Ключові слова: рекреаційна зона, навколишнє середовище, лісгосп, природні ресурси, організаційна структура, SWOT-аналіз.

На сьогодні урбанізація населених пунктів України продовжує розширюватися, потреба в охороні та управлінні природними ресурсами в цих районах стає надзвичайно важливою, тому удосконалення організаційних методів управління природоохоронною діяльністю в рекреаційних зонах населених пунктів є вкрай актуальною. Ефективні організаційні методи можуть сприяти забезпеченню раціонального використання рекреаційних зон із збереженням їх екологічної цільності. Дослідження в цій галузі можуть надати уявлення про найкращі практики управління рекреаційними зонами, включаючи стратегії управління відвідувачами, планування збереження та

залучення громади. Воно також може вивчати інтеграцію технологій і підходів, керованих даними, для вдосконалення процесів прийняття рішень та оптимізації розподілу ресурсів. Вивчаючи застосування організаційних методів у збереженні природи, дослідники можуть сприяти розробці ефективних структур управління, які збалансовують потреби як відпочинку людей, так і захисту навколишнього середовища. Такі дослідження можуть допомогти політикам, землевпорядникам і зацікавленим сторонам приймати обґрунтовані рішення для забезпечення довгострокової стійкості рекреаційного потенціалу у населених пунктах.

Метою дослідження було проведення теоретичного та практичного аналізу застосування організаційних методів управління природоохоронною діяльністю рекреаційних зон населених пунктів Пирятинської ТГ. Під час виконання було проаналізовано науково-методичну літературу задля визначення сутності та змісту рекреаційних зон, проведено їх класифікацію; здійснено діагностику наявних методів управління природоохоронної діяльності рекреаційних зон населених пунктів Пирятинської ТГ; розроблено алгоритм дій щодо застосування організаційних методів управління природоохоронної діяльності рекреаційних зон населених пунктів Пирятинської ТГ.

Результати досліджень ПЗФ в Пирятинській громаді свідчать, що 99% його сконцентровано в двох лісництвах – ДП «Пирятинський лісгосп» (635,5 га – 58,7 % від загальної площі ПЗФ) та ДП «Дейманівський ЛМГ» (440,5 га – 40,69 %). В першому – значну площу займають три лісових заказники місцевого значення (635,4 га), а в ДП «Дейманівський ЛМГ» – переважають ландшафтні заказники місцевого значення (440,5 га).

Усі пам'ятки природи та лісові заказники, які відповідають вимогам, представлені природними лісами і умовно пралісами. Об'єкти, які не відповідають вимогам – належать до природних або антропогенних лісів. Пам'ятки природи, що класифікуються як антропогенні ліси, втрачають своє функціональне призначення, не відповідають вимогам і вимагають антропогенного втручання (табл. 1).

Дослідження показали, що більшість деревостанів, які входять в ПЗФ у ДП «Пирятинський лісгосп», є ослабленими. Аналіз зібраних даних показав, що за шкалою оцінки здоровими є тільки п'ята частина насаджень ПЗФ, і вони відносяться до територій і об'єктів, що відповідають вимогам. Від 60 до 80% насаджень ПЗФ відповідають вимогам, але є ослабленими, і біля 12-14% є дуже ослабленими, особливо у пам'ятках природи, які не відповідають вимогам (табл. 2).

Таблиця 1

Розподіл насаджень ПЗФ за походженням (на прикладі заповідних урочищ і пам'яток природи) у ДП «Пирятинський лісгосп».

Категорії походження	Лісові заповідні урочища місцевого значення, %		Пам'ятки природи місцевого значення, %	
	відповідають вимогам	не відповідають вимогам	відповідають вимогам	не відповідають вимогам
Праліси (умовно)	40,0	-	42,9	-
Природні ліси	40,0	66,6	57,1	75,0
Антропогенні ліси	20,0	33,4	-	25,0

Таблиця 2

Розподіл ПЗФ за санітарним станом насаджень у ДП «Пирятинський лісгосп».

Показники санітарного стану насаджень		Лісові заповідні урочища місцевого значення, %		Ботанічні пам'ятки природи місцевого значення, %	
бали	категорія стану	відповідають вимогам	не відповідають вимогам	відповідають вимогам	не відповідають вимогам
до I,5	здорові	20,0	-	21,5	-
I,6-II,5	ослаблені	80,0	100	64,3	87,5
II,6-III,5	дуже ослаблені	-	-	14,3	12,5
Середній бал		I,94	II,12	I,96	II,35

Це свідчить про те, що дані об'єкти потребують оздоровлення, спостереження за динамікою їх стану, а також регулярного (хоча б один раз в 10 років) детального обстеження.

Проведено SWOT-аналіз конкурентних позицій Пирятинської ТГ на ринку рекреаційного туризму для виявлення найсильніших та найслабших факторів його розвитку. Так, сильними сторонами розвитку туризму в Пирятинській ТГ є її давня унікальна історична та культурна спадщина, сприятливе геополітичне положення, транспортний потенціал, наявність туристичної інфраструктури (готелів, ресторанів), можливості для розвитку всіх видів туризму, не тільки рекреаційного. Слабкими сторонами туризму в Пирятинській ТГ є низька якість туристичних послуг, невідповідність туристичної інфраструктури, європейським стандартам якості, незадовільний стан транспортної інфраструктури тощо.

Висновки. Розглянуто теоретичні засади управління діяльністю різних рекреаційних зон та визначено напрями природоохоронної діяльності в них. Всебічно проаналізовані особливості застосування організаційних методів управління природоохоронною діяльністю в рекреаційних зонах різних населених пунктів за своїм територіальним розташуванням та природним значенням. Проведено SWOT – аналіз конкретних позицій Пирятинської ТГ на ринку рекреаційного туризму для найбільших та найслабших факторів його розвитку. Визначено та конкретизовано напрями удосконалення управління природоохоронною діяльністю рекреаційних зон різних населених пунктів Пирятинської ТГ, а також надано рекомендації щодо покращення управління природоохоронною діяльністю з метою збереження генетичного та видового біорізноманіття в рекреаційних зонах громади.

Список цитованих публікацій

1. Гуцало М. Вплив туризму на природно-заповідний фонд України. *Екологія та природокористування*. 2019. Т. 9, № 2. С. 48-56.

2. Дубина М.В., Зінкевич О.В. Теоретичні аспекти функціонування та розвитку лісового господарства в Україні. *Бізнес Інформ*. 2020. № 2. С. 187– 192.
3. Кулініч Т.В., Гичка О.В. Новації в управлінні підприємствами лісової і деревообробної галузі України за вектором стабільного розвитку. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2021. № 5. Том 2. С. 167– 173.

*Лазарєв Д.М,
Кленко А.В,
Ілленко В.В.,
Єрмоленко С.М.
Національний університет біоресурсів
і природокористування України*

**Проблеми і наукове обґрунтування повернення,
виведених після аварії на ЧАЕС, радіоактивно забруднених земель
у використання**

Summary. The article considers the problems of returning radioactively contaminated land to agricultural production that was withdrawn from use after the Chernobyl accident. Using the example of the radionuclide-contaminated agricultural lands of the Narodytska united territorial community of Zhytomyr region, which were withdrawn from use in accordance with the Law of Ukraine «On the Legal Regime of the Territory Affected by Radioactive Contamination as a Result of the Chernobyl Disaster» [1] and are listed in the State Land Cadastre of Ukraine as «radioactively contaminated lands», the author assesses their possibility of returning to economic circulation. It is shown that today, according to radiological indicators, 2500 hectares of the surveyed land can be used in agricultural production without restrictions, but the State has no structure that could promptly solve the problem of returning these lands to economic use, and the bureaucratic procedures provided for by the Law may take years.

Ключові слова: радіоактивне забруднення, зони радіоактивного забруднення, перегляд зон, вилучені землі, радіонукліди.

Вступ і мета. Провести радіологічне обстеження сільськогосподарських угідь виведених з обігу, надати об'єктивну оцінку їх радіологічного статусу відповідно до Закону України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи».

Матеріали і методи. Проведення радіологічних обстежень сільськогосподарських угідь починали з вимірювання потужності амбієнтного еквівалента дози гамма-випромінювання (ПАЕД) за периметром поля через кожні 50м і місцях відбору зразків ґрунту (3-5 середніх проб в залежності від площі ділянки) за допомогою дозиметра-радіометра «Стора-ТУ». [2].

Питома активність ^{137}Cs у пробах ґрунту вимірювали за допомогою гамма-спектрометра з напівпровідниковими детекторами (GEM-30185, EG&G Ortec, США), з багатоканальним аналізатором (ASPEC-927, EG&G Ortec, США) та програмним забезпеченням GammaVision. Для вимірювань використовували ємності Marinelli (1000 см^3). Мінімальна вимірювана активність ^{137}Cs у всіх пробах становила 1 Бк (на пробу).

Питому активність ^{90}Sr пробах ґрунту оцінювали шляхом вимірювання активності його дочірнього продукту, ^{90}Y . Радіохімічна підготовка включала вилуговування озолоного при 450°C зразка ґрунту (300 г) в 8М HNO_3 , фільтрування і осадження гідроксидів заліза з отриманого розчину. Осад гідроксидів відкидали і стронцій осаджувався з оксалатами кальцію. Відфільтрований осад оксалатів після термічної обробки розчиняли в 2,5 М HNO_3 , додавали носій Y та зберігали протягом 2 тижнів для встановлення рівноваги ^{90}Sr - ^{90}Y . Потім ітрій осаджували у вигляді гідроксидів заліза та вимірювали активність ^{90}Y за допомогою бета-спектрометра (СЕБ-70, АКП, Україна). Калібрування бета-спектрометра проведено із використанням стандартного розчину ^{90}Sr . Хімічний вихід аналізу розраховувався за концентрацією стабільних Sr та Y, яка вимірювалась за допомогою атомно-абсорбційної спектроскопії (Varian 250Plus). Величини сумарного хімічного виходу варіювали в межах 50-85%. Мінімальна вимірювана активність ^{90}Sr у всіх пробах становила 0.3 Бк (на пробу).

Концентрацію активності ізотопів плутонію в пробах ґрунту вимірювали після їх радіохімічного виділення та електролітичного осадження на альфа-спектрометрі SOLOIST (EG&G Ortec, США).

Результати і обговорення. Прийняття у 1991 р. основних законів про правовий режим територій та соціальний захист постраждалих, від аварії на ЧАЕС громадян, що вважалися величезним досягненням у проблемі радіаційного захисту та соціальної підтримки населення. В результаті реалізації цих законів проведено так зване «зонування» радіоактивно забруднених територій на базі критеріїв, на яких проводилася евакуація населення у гострий період розвитку аварії на ЧАЕС, що вже вносило певний консерватизм в при оцінці радіологічної ситуації в населених пунктах. Наслідком такої реалізації законів є проблема невідповідності знаходження тих чи інших населених пунктів до встановлених критеріїв зонування території [3].

Другою проблемою такого зонування стало те, що в законах не відокремлені підходи до проведення зонування між межами населених пунктів і території за межами населених пунктів, зокрема площ сільськогосподарських угідь.

Третя проблема, на наш погляд, стосується процедури перегляду зон ЧАЕС. Ця процедура настільки заорганізована і забюрократизована і негативно сприймається населенням за рядом об'єктивних причин, що реально реалізувати її дуже важко. Наприклад за майже сорокарічний період після аварії на ЧАЕС перегляд зон радіоактивного забруднення для населених пунктів відбувся лише 2 рази – у 2004 році коли 5 населених пункті Волинської і Рівненської області з другої зони перевели у третю і у 2014 році, коли четверту зону вивели із складу радіоактивно забруднених територій якої, об'єктивно, і не повинно було бути за критеріями того ж самого закону про правовий режим територій.

Реальна радіологічна ситуація, що склалася на прикладі радіоактивно забруднених земель Народицької ОТГ, свідчить про існування великого консерватизму при визначення меж 32-ї зони. Обстеження 1500 га

сільськогосподарських угідь показали, що жодне з 23 полів за рівнем радіоактивного забруднення не відповідає критеріям ЗБ(О)В(табл.1)

Таблиця 1

Характеристики радіоактивного забруднення сільськогосподарських угідь Народицької ОТГ, що вилучені з господарського використання станом на 2023 рік

№ угіддя	Площа угіддя, га	¹³⁷ Cs			⁹⁰ Sr		
		GM, кБк/м ²	GSD	A _{0.9} , кБк/м ²	GM, кБк/м ²	GSD	A _{0.9} , кБк/м ²
1	110.2	73.7	1.44	117.8	2.3	1.4	3.4
2	99.3	79.0	1.38	119.5	2.7	1.4	4.1
3	30.4	90.0	1.35	132.4	3.3	1.4	4.8
4	52.6	104.6	1.43	164.8	2.9	1.4	4.3
5	193.3	88.2	1.37	131.8	2.4	1.4	3.6
5.1	18.9	74.4	1.35	109.7	2.4	1.4	3.5
6	12.8	112.2	1.36	166.4	2.5	1.4	3.7
7	19.0	95.6	1.35	140.8	2.3	1.4	3.4
8	16.5	137.0	1.36	203.2	2.9	1.4	4.2
9	32.3	145.5	1.37	218.1	3.1	1.5	5.1
10	59.2	104.6	1.49	173.8	2.9	1.4	4.5
11	102.2	89.1	1.36	132.2	2.7	1.4	3.9
12	71.8	109.9	1.35	162.0	2.9	1.4	4.3
13	24.3	112.2	1.35	165.0	2.9	1.4	4.3
14	104.0	115.6	1.36	171.5	3.0	1.4	4.4
15	70.3	122.7	1.37	183.3	3.1	1.4	4.6
16	36.4	125.2	1.37	187.0	3.1	1.4	4.6
17	68.5	126.5	1.40	194.3	3.1	1.4	4.6
18	100.0	122.7	1.38	184.7	3.1	1.4	4.5
19	21.6	151.4	1.36	224.0	3.5	1.4	5.1
20	68.4	40.9	1.36	60.8	0.5	1.4	0.7
21	20.4	44.3	1.35	65.2	0.5	1.4	0.8
22	47.9	47.5	1.36	70.6	0.6	1.4	0.8

З результатів, представлених у таблиці, наглядно видно, що параметри реального радіоактивного забруднення сільськогосподарських угідь, на яких заборонено з початку 90 років аграрне виробництво не відповідають критеріям 2-ї зони радіоактивного забруднення. Так щільність забруднення ґрунтів ¹³⁷Cs

не перевищує мінімального значення для 2-ї зони – 555кБк/м². Лише на одному полі даний показник перевищує мінімальну межу для 3-ї зони. Рівень забруднення ґрунтів ⁹⁰Sr у жодному випадку не відповідає не лише критерію 2-ї зони, але й і 3-ї зони. Подібна ситуація із щільністю забруднення ґрунтів ізотопами плутонію

Аналізуючи отримані дані можна впевнено висловити думку, що і на час прийняття Закону дані поля за рівнем радіоактивного забруднення не відповідали критеріям ЗБ(О) відселення і не повинні були зазнавати тих обмежень, що передбачені Законом.

Радіоактивно забруднені земні українського полісся у різний час досліджувалися багатьма установами і приходили до висновків, що більшість площ забруднених територій може бути реабілітована наприкінці 90-х на початку 2000 років, але, в основному за суб'єктивними причинами, так і не було реалізовано [4-6].

Висновки. Аналіз наявних матеріалів і зіставлення показників радіологічного стану виведених із сільськогосподарського обігу окремих полів з відповідними критеріями зонування, встановленими законодавством України, дозволяють сформулювати такий висновок:

Усі сільськогосподарські угіддя навколо населеного пункту Народичі і В'язівка на яких у 2023 році проведено радіологічне обстеження з визначенням ПАЕД, питомої активності радіонуклідів у ґрунті та щільності радіоактивного забруднення ґрунту по ¹³⁷Cs понад доаварійний рівень не перевищували нижньої межі критеріїв їх віднесення до як зони безумовного (обов'язкового) відселення (друга зона), а саме: ізотопами цезію від 15,0 Кі/км² (від 555 кБк/м²) та вище, або стронцію від 3,0 Кі/км² (111 кБк/м²) та вище, або плутонію від 0,1 Кі/км² (3,7 кБк/м²), так і верхньої межі критеріїв віднесення до зони гарантованого добровільного відселення (третя зона): ізотопами цезію від 5,0 до 15,0 Кі/км² (185 – 555 кБк/м²), або стронцію від 0,15 до 3,0 Кі/км² (5,55 -111 кБк/м²), або плутонію від 0,01 до 0,1 Кі/км² (0,37 – 3,7 кБк/м²).

Автори висловлюють подяку Національному фонду наукових досліджень України за підтримку цієї роботи в рамках проекту №2022.01/0188 «Наукове обґрунтування щодо повернення виведених з обігу радіоактивно забруднених земель 2-ї зони ЧАЕС для поповнення продовольчого потенціалу України».

Список цитованих публікацій

1. Закон України "Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи" від 27.02.91 р. № 791а-ХІІ.- Відомості Верховної Ради УРСР (ВВР), 1991, № 16, ст.198, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/791%D0%B0-12>.
2. Хомутінін Ю.В., Журба М.А., Левчук С.Є., Косарчук О.В. , Поліщук С.В., Павлюченко В.В. Прогнозування надходження радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у сільськогосподарські культури / «Ядерна фізика та енергетика» 22 (2021).– с. 284-293. <https://doi.org/10.15407/jnpae2021.03.284>.
3. Лазарєв Д.М., Клепко А.В. Проблеми використання вилучених земель ЗБ(О)В у сільськогосподарському виробництві / Актуальні питання радіобіології- 2023. Матеріали 8-го з'їзду Радіобіологічного товариства України 21-25 серпня 2023р., Житомир. С. 79.
4. Карти характеристик полів сівозмін, лук і пасовищ по гамма-фону в колгоспі "Зоря комунізму" с.м.т. Народичі с. Старе Шарне Народицького району / Житомирська філія інституту "УКРЗЕМПРОЕКТ", 1988р.
5. Перепелятнікова Л.В. та ін. Науковий супровід програми повернення в народногосподарське використання земель, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи. Заключний звіт за договором №14/69 Н- 98 УкрНДІСГР (1999).
6. Прістер Б.С., Надточій П.П., Можар А.О. та ін. 1998. Ведення сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС на період 1999-2002 рр. (Методичні рекомендації), Київ: Ярмарок, 102 с.

Стан екології в урбанізованому середовищі

Урбанізація, з одного боку, покращує умови життя молодих людей, з іншого боку, призводить до витіснення природних систем штучними системами, забруднення навколишнього середовища, збільшення хімічного, фізичного та розумового стресу, якому піддається організм людини.

Велике місто в ХХІ столітті змінює майже всі компоненти природного середовища: атмосферу, рослинність, ґрунт, рельєф, гідрографічну мережу, ґрунтові води і навіть клімат. Міста змінюють електричні, магнітні та інші фізичні поля Землі. Стічні води зазвичай скидаються в річки та водосховища. Багато природних водних басейнів забруднюються і виснажені у зв'язку із збільшенням кількості промислових стічних вод. Міста засмічують річки та озера, перетворюючи їх на каналізаційні стоки. Вплив міста на ґрунт може простягатись на різну глибину. Змінюються умови живлення ґрунтових вод та їх хімічний склад. Фізичні умови у великих містах гірші, ніж у сільських місцевостях. Поширеність багатьох захворювань, не тільки інфекційних, помітно вища у містах.

Основними екологічними проблемами є: нерозвинена схема поводження з відходами виробництва та споживання; недостатня культура населення у плані збирання та поділу сміття; збільшення чисельності експлуатованого автотранспорту, що забруднює атмосферне повітря; викиди великої кількості забруднюючих речовин в атмосферне повітря з території міського звалища; недостатня площа зелених насаджень; проблеми із вмістом бездоглядних тварин, невисокий рівень особистої екологічної безпеки. Це вимагає правильного підходу до їх вирішення, що можливе лише за достатньої вивченості поставлених питань і залежить не тільки від уряду та адміністрації, а

насамперед від самої людини, її екологічної культури та особистої екологічної безпеки.

В останні роки особлива увага до важких металів викликана новими даними про вплив малих доз сумішей цих елементів на екосистеми та людину. Згідно з даними Агентства з реєстрації токсичних речовин та захворювань, свинець (Pb), миш'як (As), кадмій (Cd), ртуть (Hg) та марганець (Mn) входять до топ-10 небезпечних поліутантів навколишнього середовища [1]. Одним із механізмів токсичної дії важких металів може бути антагоністична взаємодія з есенціальними елементами [2]. Результатом таких ефектів є витіснення металів з активних центрів білків з подальшою втратою їхньої біологічної активності [3]. Крім цього, феномен молекулярної мімікрії в антагонізмі токсичних та есенціальних металів також істотно впливає на транспорт металів.

В умовах інтенсивного розвитку промисловості, в результаті діяльності підприємств металургійної, хімічної, паливно-енергетичної, переробної промисловості, концентрація даних металів у ґрунті, воді, повітрі в десятки разів перевищує допустимі рівні. Надалі це сприяє накопиченню важких металів у продовольчих та кормових культурах, які зрештою залучаються до харчового ланцюга та потрапляють до організму тварин та людини, викликаючи несприятливий вплив на їх здоров'я [4].

Важливим фактором, що сприяє збільшенню екологічного навантаження, є різні земляні роботи та будівництво, обсяг яких за останні роки стрімко зростає, у зв'язку з переселенням жителів віддалених поселень та мігруючого населення ближче до столиці. Освоюються та забудовуються вільні земельні ділянки, при цьому горизонти ґрунту, а разом з ними і мікроорганізми, ті, що знаходяться в них, виявляються розкритими, викинутими на поверхню і розсіяними в навколишньому середовищі.

Незважаючи на профілактичні заходи, що проводяться в містах, захворюваність на інфекції, викликані бактеріями і вірусами все ще має місце в житті населення, що значною мірою обумовлено їх циркуляцією в навколишньому середовищі. У місті все ще багато дерев'яного, неупорядкованого фонду,

де на неналежному рівні вулична санітарія. У окремих житлових кварталах можна побачити переповнені сміттєві контейнери, де собаки розтягують побутові відходи.

В даний час найбільш актуальними та загальноприйнятими проблемами екологічного стану міського середовища є: забруднення ґрунтового покриття, атмосферного повітря, природних вододжерел, а також питання, пов'язані з розміщенням та переробкою виробничих та твердих побутових відходів. Сьогодні в умовах міста вже важко знайти якісь значні площі, не схильні до тих чи інших видів зовнішнього впливу.

При екологічному обґрунтуванні різних видів діяльності на території міста потрібно враховувати наявні екологічні проблеми та конкретні особливості природних систем, в межах яких планується розміщення продуктивних сил залежно від специфіки впливу об'єктів, що проектуються.

Зростання населення породжує різні проблеми урбанізації. Одна з основних проблем пов'язана із забезпеченням харчування, що призводить до появи поблизу міст великих сільськогосподарських підприємств, тваринницьких комплексів, птахоферм, підприємств харчової та переробної промисловості. А це, відповідно, спричиняє зростання різного виду відходів рослинного та тваринного походження. Під відходами маються на увазі трупи тварин і птахів, ветеринарні конфіскати, виявлені на ринках, забійних пунктах, м'ясопереробних підприємствах та інших об'єктах, що займаються транспортуванням, переробкою та заготівлею сировини тваринного походження, в результаті ветеринарно-санітарної експертизи, а також інші відходи підприємств агропромислового сектору, які потенційно підлягають біодеградації.

Тверді побутові відходи хоч і вважаються менш токсичними, але несуть не меншу небезпеку через тривалий термін розкладання при утилізації на звалищах, що становить десятки років. Особливо варто відзначити проблеми, вирішення яких поки що принципово неможливе. Наприклад, час життя контейнерів для радіоактивних відходів хоч і велике, але менше часу напіврозпаду відходів, що в них знаходяться. Частину цих проблем можна

вирішити шляхом розвитку фундаментальної науки. Необхідно проводити фундаментальні дослідження з усіх галузей наук, насамперед фізико-математичних і технічних, а також фундаментальні та прикладні дослідження з конкретних розглянутих проблем.

Список цитованих публікацій

1. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). *Substance Priority List*. 2019. <https://www.atsdr.cdc.gov/spl/index.html>.
2. Moulis J.M. Cellular mechanisms of cadmium toxicity related to the homeostasis of essential metals. *Biometals*. 2010;23(5):877-896. doi: 10.1007/s10534-010-9336-y
3. Bridges C.C., Zalups R.K. Molecular and ionic mimicry and the transport of toxic metals. *Toxicol Applied Pharmacol*. 2005. Vol. 204. P. 274-308.
4. CDC (Centers for Disease Control and Prevention). Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. Updated Tables. 2019. Vol. 1. 866 p.

Палана Н.В.
Інститут агроекології і
природокористування НААН України

Екологічний стан ґрунтів у зоні бойових дій

Summary. The ecological condition of soils and ecological problems in the zone of hostilities by the Russian occupiers are briefly described. It has been established that military actions lead not only to mechanical and physical destruction of the soil, but also to its chemical and biological contamination. Examples of the impact of war on soil contamination with heavy metals in other countries are given.

Ключові слова: екологічний стан ґрунтів, бойові дії, забруднюючі речовини, механічне пошкодження, руйнування ґрунтового покриву, природне середовище, важкі метали.

Вступ. Вплив війни на навколишнє середовище виражається у локальних та глобальних наслідках ведення воєнних дій щодо навколишнього середовища. Протягом більшої частини історії використовувалася тактика випаленої землі. Однак методи сучасної війни завдають набагато більшого руйнування навколишньому середовищу. Прогресування війни від хімічної до ядерної зброї створювало все більше навантаження на екосистеми та навколишнє середовище.

Надзвичайно важливі екологічні проблеми, які виникають у світі внаслідок бойових дій – це порушення екосистем, руйнування екологічно небезпечних промислових об'єктів, погіршення санітарно-гігієнічних показників питної води, порушення діяльності природоохоронних територій, загроза радіоактивного забруднення. Внаслідок бойових дій утворюється багато шкідливих та небезпечних речовин, які важко утилізувати та зберігати, а найчастіше їх утилізацією та збереженням ніхто не займається, тому їх просто викидають, що призводить до жахливих наслідків. Якщо врахувати, що багато хімічних речовин не розкладаються сотнями років, а радіоактивні – сотні тисяч, мільйони і навіть мільярди років, то стає зрозумілим, що військова промисловість закладає міну уповільненої дії під генофонд людства. Під час військових дій ніхто не задумується про збереження нашої планети та її багатств, діє принцип найшвидше, найдієвіше, найдешевше. І саме він призводить до летальних наслідків для всього людства.

Мета. З'ясувати екологічний стан ґрунтів України у зоні бойових дій, які веде росія проти України.

Матеріали та методи. На основі аналізу наукових та інформаційних джерел встановлено екологічний стан ґрунтів у зоні бойових дій.

Результати та їх обговорення. Військове забруднення є світовим явищем. Збройні сили з усього світу відповідальні за викиди двох третин хлорфторвуглеців (ХФВ), які були заборонені Монреальським протоколом 1987 р. через пошкодження озонового шару. Окрім того, морські аварії під час

холодної війни призвели до скидання в океан щонайменше 50 ядерних боєголовок і 11 ядерних реакторів, котрі залишаються на дні океану до цього часу [1].

Одними з найбільш токсичних і масових забруднювачів у зоні бойових дій є важкі метали, які потрапили у ґрунт та можуть залишатися в ньому впродовж тривалого часу. Французькими науковцями у 2011 р. встановлено перевищення допустимих концентрацій важких металів на території, де проходили бої Першої світової війни навіть через 90 років [2].

Перевищення допустимих рівнів (ДР) важких металів у ґрунтах стало наслідком воєн у Боснії та Герцеговині, Ірані, Кувейті, Північних Маріанських островах та ін. [3–6].

Найвищі концентрації вмісту кадмію, кобальту, хрому, свинцю, нікелю, титану, ванадію та вольфраму у ґрунті було відмічено після війни у Перській затоці [9]. Війна у Хорватії призвела до різкого зростання концентрації важких металів у ґрунті. На тих територіях, де проходили важкі бої, вміст миш'яку, ртуті та свинцю був вищий, ніж це дозволяло національне законодавство, вміст ртуті на землях сільськогосподарського призначення перевищував максимально допустимий рівень, що не дозволяло вирощувати сільськогосподарську продукцію. Концентрація інших елементів в 1,03–52,2 рази перевищувала допустимий рівень порівняно з тими зразками, що були відібрані на території, де проходили менш активні бойові дії. Зростання концентрації важких металів було відмічено навіть на відстані більше 6 км від проведення бойових дій [8, 9].

Російська збройна агресія проти України завдає значної шкоди не лише економіці та культурній спадщині, а й довкіллю нашої країни, а численні випадки цілеспрямованого знищення природних ресурсів та інфраструктурних об'єктів мають риси екоциду проти українського народу.

З того часу, як українські території Донецької та Луганської областей захопили російські окупанти, екологічна ситуація в Україні почала погіршуватися. Критичних масштабів вона почала набувати після повномасштабного вторгнення, адже воєнні дії почалися на усій території України. Постійні

обстріли та бомбардування завдають критичної шкоди навколишньому середовищу: призводять до вибухів, пожеж, руйнування промислових об'єктів, забруднення повітря, води та ґрунтів.

Воєнні дії призводять не лише до фізичного погіршення стану ґрунту, але й до його хімічного забруднення. Пряме потрапляння снарядів, згоріла військова техніка й нафтопродукти руйнують екосистему і забруднюють ґрунти та воду важкими металами і токсичними елементами. Найшкідливішими забруднювачами ґрунтів є свинець, ртуть, арсен, кадмій, мідь, нікель та цинк. Вони відносяться до 1 та 2 класу небезпеки. Ці та інші важкі метали під час військових дій потрапляють у навколишнє середовище від залишків вогнепальної зброї, що містить високі рівні металовмісних часток, а також від використання артилерії, гранат та ракет. Металеві рештки є одним з найнебезпечніших наслідків воєнних дій. Вони, як правило, найдовше зберігаються у зонах конфлікту.

При розриві снарядів усі хімічні речовини, якими він був начинений, потрапляють у навколишнє середовище: певна частина – у повітря, інша – у ґрунт, а ще частина разом з опадами вимивається водою і потрапляє у поверхневі води та підземні водоносні горизонти. Таким чином ґрунти забруднюються кадмієм, свинцем, алюмінієм, міддю, цинком, кобальтом та іншими важкими металами, які чинять негативний вплив на рослини, тварин та людину. Окрім того, внаслідок окиснення вибухівки у повітря, ґрунт та воду потрапляють сполуки сірки й азоту.

Особливу небезпеку для ґрунтів сільськогосподарського призначення становлять важкі метали, оскільки вони є надзвичайно токсичними навіть у мінімальних кількостях. Важкі метали в ґрунті не розкладаються, а лише перерозподіляються між природними середовищами. Вони мають здатність накопичуватися у сільськогосподарських культурах, а після їх споживання – концентруватися в живих організмах, викликаючи при цьому різні патології.

Важкі метали, нагромаджуючись у ґрунті, впливають на його родючість і мікробіологічну активність. Одним із чинників, що визначає продуктивність

сільськогосподарських культур та якість сільськогосподарської продукції є забруднення ґрунту важкими металами. Внаслідок високої рухливості, важкі метали трофічними ланцюгами харчування накопичуються у біологічних організмах і становлять загрозу для населення через свою токсичність, канцерогенність та мутагенність.

Окрім забруднення ґрунтів важкими металами та іншими токсикантами, велику небезпеку становлять масові поховання вбитих російських окупантів, адже зони ведення запеклих бойових дій перетворюються на величезні могильники. Зрозуміло, що вирощувати сільськогосподарські культури на таких ґрунтах у найближчому майбутньому – суворо заборонено.

Окрім усього цього, Україна є найбільш замінована країна світу. Окупанти влаштували на території нашої держави мінний терор, якому Україна буде змушена протидіяти упродовж кількох десятиліть.

Висновки. Знищення верхнього родючого шару ґрунту, який формувався протягом століть, відбувається внаслідок вибухів ракет, артилерійських снарядів різних типів, фугасних авіабомб, безпілотників, снарядів різних типів РСЗО, вакуумних бомб тощо. Проте, якщо врахувати, що за останні 100 років наші ґрунти втратили близько 30% гумусу, то це для ґрунтового покриву у зоні бойових дій взагалі катастрофічна ситуація. Війна кратно прискорює цей процес. Ґрунти втрачають родючість через зміну фізичних, хімічних та фізико-хімічних властивостей. У найближчому майбутньому на таких ґрунтах не можна вести сільськогосподарську діяльність, оскільки вони забруднені великою кількістю різних токсичних елементів.

Список цитованих публікацій

1. International Peace Bureau. (2002). The Military's Impact on The Environment: A Neglected Aspect Of The Sustainable Development Debate A Briefing Paper For States And Non-Governmental Organisations, Retrieved from: <http://www.ipb.org/wp-content/uploads/2017/03/briefing-paper.pdf>

2. Bausinger T., Bonnaire E., Preuss J. Exposure assessment of a burning ground for chemical ammunition on the Great War battlefields of Verdun. *Sci Total Environ.* 2007. 382. P. 259–271. DOI: 10.1016/j. scitotenv.2007.04.029
3. Tomic N.T. et al. Examining the Effects of the Destroying Ammunition, Mines and Explosive Devices on the Presence of Heavy Metals in Soil of Open Detonation Pit: Part 1 — Pseudo-total Concentration. *Water, Air, and Soil Pollution.* 2018. Vol. 229. № 301. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3957-0>
4. Tomic N.T. et al. Examining the Effects of the Destroying Ammunition, Mines and Explosive Devices on the Presence of Heavy Metals in Soil of Open Detonation Pit; Part 2: Determination of Heavy Metal Fractions. *Water, Air, and Soil Pollution.* 2018. Vol. 229. № 303. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3950-7>
5. Broomandi P., Dabir B., Bonakdarpour B., Rashidi Y. Identification of dust storm origin in South — West of Iran. *Journal of Environmental Health Science and Engineering.* 2017. Vol. 15. № 16. DOI: 10.1186/s40201-017-0280-4
6. Denton G.R.W. et al. Impact of WWII dumpsites on Saipan (CNMI): heavy metal status of soils and sediments. *Environmental Science and Pollution Research.* 2016. Vol. 23. P. 11339–11348. DOI:10.1007/s11356-016-6603-7
7. Sadiq M., AlThagafi K.M., Mian A.A. Preliminary Evaluation of Metal Contamination of Soils from the Gulf War Activities. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology.* 1992. Vol. 49. P. 633–639.
8. Vidosavljevic D. et al. Soil contamination as a possible long-term consequence of war in Croatia. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil and Plant Science.* 2013. Vol. 63. № 4. P. 322–329. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09064710.2013.777093>
9. Berhe A. The contribution of landmines to land degradation. *Land Degradation and Development.* 2006. Vol. 18 (1). P. 1—15. DOI: <https://doi.org/10.1002/ldr.754>.

**Вміст ендogenous стероїдних гормонів та активність ензимів
антиоксидантної системи в плазмі крові
та гепатопанкреасі риб за дії синтетичних стероїдів**

Вплив ксенобіотиків на риб залежить від їх вмісту у воді, а також токсичних властивостей і за низької концентрації і не тривалій дії характеризується активацією адаптаційних механізмів, а за тривалого впливу і високого вмісту - порушенням фізіологічних функцій, енергетичних процесів, дисбалансом ендogenous стероїдних гормонів та зміною активності низки ензимів системи антиоксидантного захисту в тканинах [1, 2]. Відомо, що стероїдним гормонам в організмі риб належить важлива роль в регуляції фізіологічних процесів пов'язаних із ростом, розвитком статевих ознак, розмноженням та впливом на метаболізм в тканинах. Їх вміст в тканинах кісткових риб змінюється за дії різних забруднювачів води, що свідчить про їх участь у регуляції пристосувальних механізмів у гідробіонтів [3-5].

В еспериментах, які проведено в акваріумах на коропах дворічного віку, досліджували вплив синтетичного стероїду 19-нортестостерону, забруднювача природних водойм, у концентрації 50 і 200 мкг/дм³ за його нетривалого впливу на вміст ендogenous стероїдів і активність ензимів системи антиоксидантного захисту в плазмі крові та гепатопанкреасі риб. Для визначення вмісту ендogenous стероїдних гормонів в тканинах використовували імуноферментні, а активності ферментів системи антиоксидантного захисту – біохімічні методи досліджень

Встановлено, що забруднювач природних водойм синтетичний стероїд 19-нортестостерон за низької концентрації у воді 50 мкг/дм³ і нетривалої

експозиції не впливав на вміст глюкокортикоїдного гормону кортизолу, та статевих гормонів тестостерону і прогестерону в плазмі крові коропів порівняно до контролю. За вказаних умов експерименту також не виявлено різниці між концентрацією тестостерону, прогестерону і кортизолу в гепатопанкреасі коропів дослідної групи і контролем.

Збільшення концентрації 19-нортестостерону у воді до 200 мкг/дм³, навіть за нетривалого його впливу на риб, значно змінювало вміст стероїдних гормонів в плазмі крові порівняно до контролю. Зокрема збільшувало рівень тестостерону у плазмі крові риб дослідної групи у 1,5 рази, а прогестерону і кортизолу навпаки зменшувало відповідно у 2,9 і 5,8 рази. Крім того встановлено значну різницю за вмістом досліджуваних гормонів у плазмі крові між коропами, яких утримували у воді з різною концентрацією 19-нортестостерону. Порівняно до даних у коропів, що перебували у воді з низькою концентрацією стероїду, вміст тестостерону у плазмі крові з високим рівнем виявився вищим у 1,5 рази, а прогестерону і кортизолу навпаки нижчим у 2,86 і 5,54 рази відповідно.

Дещо інший характер впливу різної концентрації 19-нортестостерону у воді на вміст стероїдних гормонів встановлено в гепатопанкреасі коропів дослідних груп. Вміст кортизолу, тестостерону і прогестерону в гепатопанкреасі риб за концентрації синтетичного стероїду 50 мкг/дм³ і нетривалого впливу не відрізнявся від контролю. В той же час виявлено збільшення вмісту тестостерону в гепатопанкреасі риб за концентрації 19-нортестостерону у воді 200 мкг/дм³ у 4,4 рази, прогестерону – у 2,26 рази і кортизолу – у 1,96 рази.

Отже, 19-нортестостерон, являючись синтетичним аналогом тестостерону, за високої концентрації у воді, ймовірно, конкурує із ендогенними стероїдами за центри зв'язування, в результаті чого підвищує їх вміст в тканинах риб. З цим фактом, ймовірно, пов'язане підвищення концентрації стероїдних гормонів в гепатопанкреасі риб за високого рівня 19-нортестостерону у воді порівняно з низьким, зокрема тестостерону у 4,92 рази,

прогестерону – у 1,89 рази і кортизолу - у 1,8 рази. Одержані дані свідчать, що до незначної концентрації 19-нортестостерону у воді, коропи дворічного віку адаптуються без зміни вмісту ендогенних стероїдних гормонів в тканинах, а за більш високих концентрацій їх рівень в організмі риб значно зростає.

Підвищення концентрації стероїдних гормонів, зокрема тестостерону, прогестерону і кортизолу в гепатопанкреасі коропів під впливом 19-нортестостерону, враховуючи їх роль у регуляції метаболізму, можна було очікувати на зміну активності ензимів в тканинах. Виявлено, що реакція риб на синтетичний стероїд 19-нортестостерон доданий у воду у концентрації 50 мкг/дм³ проявляється у підвищенні в плазмі крові каталазної активності у 1,44 рази, супероксиддисмутази у 1,34 рази, не дивлячись на те, що вміст гідроперекисів ліпідів не змінювався. У риб, які нетривалий час перебували у воді з концентрацією 19-нортестостерону 200 мкг/дм³ каталазна активність плазми крові збільшувалась у 1,83 рази, а супероксиддисмутазна активність – у 1,46 рази порівняно до контролю. Однак, значна різниця у концентрації досліджуваного стероїду у воді не впливала на каталазну і супероксиддисмутазну активність в плазмі крові риб дослідних груп. Встановлені зміни каталазної і супероксиддисмутази у плазмі крові риб дослідних груп порівняно до контролю можна пояснити впливом 19-нортестостерону на процеси ПОЛ в гепатопанкреасі та інших органах і тканинах.

Однак, синтетичний стероїдний гормон 19-нортестостерон у низькій концентрації у воді підвищував каталазну активність – у 1,23 рази і супероксиддисмутазну активність – у 1,51 рази в надосадовій фракції гомогенату гепатопанкреаса коропів, що, ймовірно, є наслідком підвищення вмісту дієнових ко'югатів. Каталазна активність в надосадовій фракції гомогенату гепатопанкреаса коропів за високої концентрації синтетичного стероїду у воді виявилась також вищою у 1,29 рази, а супероксиддисмутазна активність – у 1,77 рази, а дієнових кон'югатів – у 2,97 рази. Встановлено суттєві відмінності щодо досліджуваних показників системи

антиоксидантного захисту в надосадовій фракції гомогенату гепатопанкреаса риб за різної концентрації 19-нортестостерону у воді, на відміну від плазми крові. В гепатопанкреасі риб за його високої концентрації у воді супероксиддисмутазна активність підвищилась у 1,17 рази, концентрація дієнових кон'югатів у 1,26 рази порівняно до коропів за низького вмісту стероїдного гормону.

Отже, одним із важливих аспектів впливу синтетичних стероїдних гормонів на метаболізм у кісткових риб є активація процесу ПОЛ та активності ензимів системи антиоксидантного захисту.

Висновки

1. Синтетичний стероїдний гормон 19-нортестостерон за низької концентрації у воді не впливає, а за високої підвищує вміст ендogenousного кортикоїдного гормону кортизолу та статевих гормонів тестостерону і прогестерону в плазмі крові та гепатопанкреасі риб.
2. Гормон 19-нортестостерон володіє у кісткових риб метаболічною активністю, підвищуючи активність основних ферментів системи антиоксидантного захисту каталази і супероксиддисмутази.

Список цитованих публікацій

1. Потрохов О.С., Зінковський О.Г., Худяш Ю.М., Водяницький О.М. Зміна гормонального статусу аборигенних риб за дії агропромислових стоків. *Гідробіол. журн.* 2023; 59 (3): 106-116.
2. Романова Е.Е., Захаренко М.О. М. Активність ензимів метаболізму вуглеводів і амінокислот та перекисне окиснення ліпідів в тканинах коропа за дії 19-нортестостерону. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи).* 2023. Т.15. Вип. 2, С. 122-129. Doi: <http://doi.org/10.31861/biosystems2023.02.122>
3. Guiguen Y. Implication of steroids in fish gonadal sex differentiation and sex inversion. *Carr. Top. Steroid Res.* 2000; 3. 127-143.

4. Carbajal A., Reyes-López F.E., Tallo-Parra O. et al. Comparative Assessment of Cortisol in Plasma, Skin Mucus and Scales as a Measure of the Hypothalamic-Pituitary-Interrenal Axis Activity in Fish. *Aquaculture*. 2019; 506. 410–416.
5. Rajakumar A., Senthilkumaran B. Steroidogenesis and Its Regulation in Teleost-a Review. *Fish Physiol. Biochem.* 2020; 46:803–818. doi.org/10.1016/S0303-7207(00)00383-X.

**Рудко В.О.,
Стародубцев І.О.
ПВНЗ «Європейський університет»
Науковий керівник: к.т.н., Доровський Д.В.**

Організаційні методи управління природоохоронною діяльністю в промисловості

Управління природоохоронною діяльністю спрямоване на досягнення балансу між економічним розвитком та збереженням природи, а також на забезпечення сталого розвитку. Цей процес включає в себе розгляд природоохоронних питань на всіх рівнях управління в організації і вимагає відповідальності та постійного вдосконалення. Організаційні аспекти природоохоронного управління згруповано у табл. 1.

Таблиця 1

Організаційні аспекти природоохоронного управління [1]

Аспект	Характеристика
Зростаюча важливість	Природоохоронне управління стає все важливішим в умовах зростаючого негативного впливу промисловості та людської діяльності на навколишнє середовище. Забезпечення сталого розвитку та збереження природних ресурсів стають насущними завданнями.

Аспект	Характеристика
Інтегрований підхід	Ефективне природоохоронне управління вимагає інтегрованого підходу, що включає співпрацю між різними зацікавленими сторонами, включаючи урядові органи, підприємства, науковців та громадськість. Тільки взаємодія всіх цих сторін дозволяє досягти більшої успішності у природоохоронних заходах.
Законодавче регулювання	Важливою частиною організації природоохоронного управління є законодавче регулювання. Закони та нормативи встановлюють стандарти та вимоги до природоохоронних заходів, а також визначають відповідальність за порушення природоохоронних правил.
Технологічний розвиток	Технологічний розвиток грає важливу роль у забезпеченні ефективного природоохоронного управління. Нові технології дозволяють підприємствам зменшити негативний вплив на природу, збільшити ефективність використання ресурсів та раціонально використовувати енергію.
Громадська участь	Участь громадськості у природоохоронному управлінні важлива для забезпечення відкритості та врахування громадських інтересів. Громадськість може вимагати відкритості та відповідальності від підприємств та уряду.
Стале використання ресурсів	Організація природоохоронного управління включає в себе забезпечення сталого використання природних ресурсів. Це важливо для збереження природи та забезпечення сталого розвитку.

Організаційні аспекти природоохоронного управління включають в себе планування, впровадження та контроль за заходами, спрямованими на збереження природи та зменшення негативного впливу промисловості на

довкілля. Ці аспекти є критичними для забезпечення сталого розвитку та збереження природних ресурсів. Основні організаційні аспекти природоохоронного управління включають такі елементи (рис. 1).

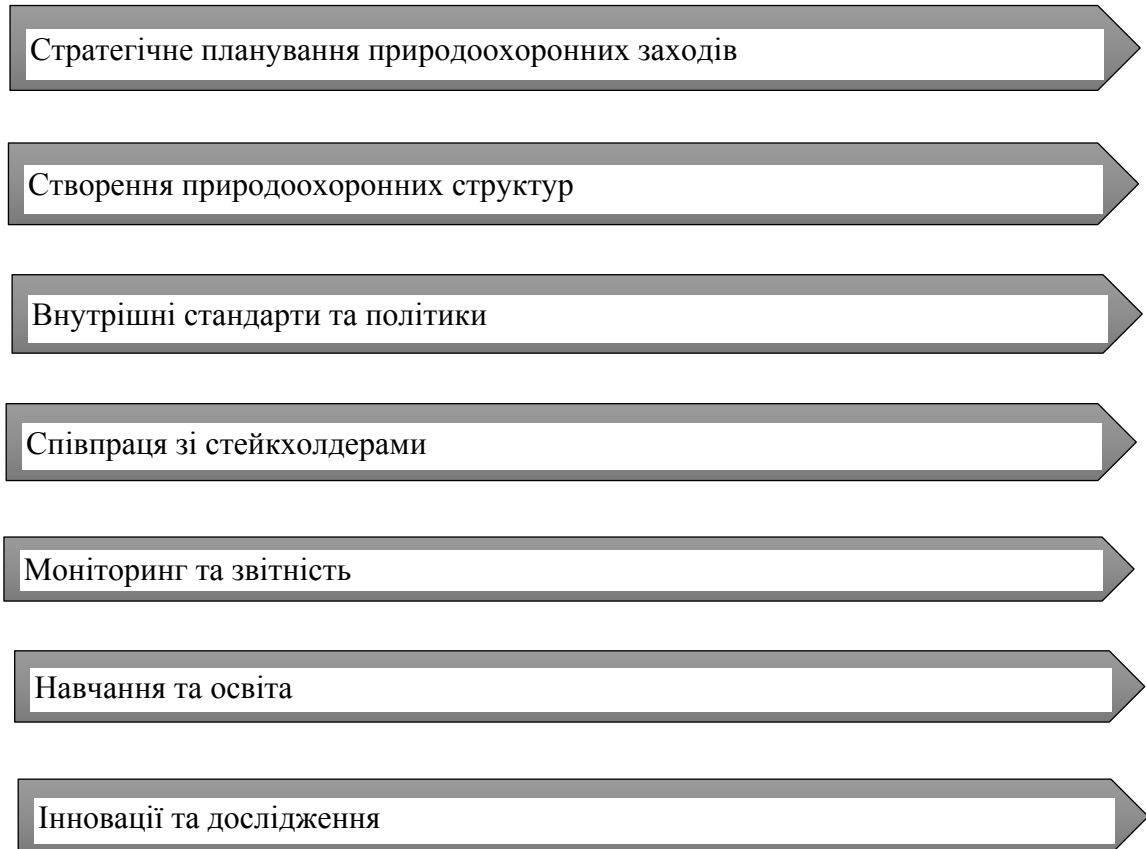


Рис. 1 Основні організаційні аспекти природоохоронного управління [2].

Варто розглянути більш детально наведені на рис. 1 аспекти природоохоронного управління.

Стратегічне планування природоохоронних заходів - організації повинні розробляти стратегії та цілі, спрямовані на зменшення негативного впливу на природу. Це може включати в себе встановлення конкретних метоцільових завдань щодо зменшення викидів, використання вторинних ресурсів, підвищення ефективності використання енергії та інші природоохоронні ініціативи.

Створення природоохоронних структур - важливо мати внутрішні структури та комітети, які відповідають за реалізацію природоохоронних

програм та контроль їх виконання. Ці структури можуть включати в себе відділи з природоохоронної експертизи, відділи з виконання програм та моніторингу.

Внутрішні стандарти та політики - організації повинні розробляти та впроваджувати внутрішні стандарти та політики, які визначають стандарти екологічної відповідальності та вимоги до природоохоронних заходів. Ці політики можуть включати в себе вимоги до зменшення викидів, використання екологічно чистих технологій та інші аспекти природоохоронного управління.

Співпраця зі стейкхолдерами - організації повинні співпрацювати з громадськістю, місцевими органами влади, науково-дослідними установами та іншими стейкхолдерами для забезпечення взаємодії та врахування їхніх інтересів у природоохоронних програмах.

Моніторинг та звітність - важливо встановити систему моніторингу для відстеження впливу організації на природу. Моніторинг дозволяє вчасно виявляти проблеми та коригувати заходи. Звітність перед громадськістю та регулюючими органами є необхідною для транспарентності та відповідальності організації щодо природоохоронних заходів.

Навчання та освіта - забезпечення навчання та освіти співробітників щодо природоохоронних питань є важливим аспектом. Підвищення екологічної свідомості та навичок сприяє кращому впровадженню природоохоронних заходів.

Інновації та дослідження - організації повинні сприяти розвитку та впровадженню інноваційних технологій та підходів, які дозволяють зменшити негативний вплив на природу. Дослідження є важливим елементом для розвитку нових природоохоронних рішень.

Висновки. Організація природоохоронного управління в промисловості є важливою складовою сучасного суспільства. Вона вимагає спільних зусиль різних зацікавлених сторін та систематичного підходу до вирішення природоохоронних проблем. Забезпечення сталого розвитку та збереження

природи є завданням, яке потребує постійного вдосконалення та вдосконалення методів та підходів.

Список цитованих публікацій

1. Караван Н.А., Присвітла О.В. Організація та управління в природоохоронній діяльності: конспект лекцій для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 101 «Екологія». - Кам'янське: ДДТУ, 2019. 74 с.
2. Самойленко Н. М., Райко Д. В., Аверченко В. І. Організація та управління в природоохоронній діяльності: навч. посіб. – Харків: НТУ «ХП», Видавництво «Лідер», 2018. 174 с.
3. Устіловська А. С. Аналітичні дослідження сучасного рівня застосування інноваційних методів управління персоналом на підприємствах транспортної галузі. Економіка та держава. 2020. № 4. С. 221-231

*Сальнікова А.В.,
Сальніков С.М.
Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
Інститут здоров'я рослин*

Дослідження впливу воєнних дій на стан опідзоленого чорнозему ізюмського району Харківської області

Summary. A study of the influence of military operations on the condition of podzolized chernozem in the Izyum district of Kharkiv region (near the city of Barvinkove) was conducted. The content of microelements and heavy metals was studied, which in turn determines the quality of the agricultural products grown.

Під час активних бойових дій на території України важливе значення має глибоке дослідження впливу на навколишнє природне середовище, зокрема на

агроекосистеми. Стан ґрунтового покриву є важливим лімітуючим фактором формування якості та безпечності сільськогосподарської продукції та продуктів харчування, які в свою чергу впливають на здоров'я населення. У сучасних умовах необхідно детально вивчити стан ґрунтів сільськогосподарських угідь, які зазнали впливу бойових дій у ґрунті. Дослідження в цьому напрямку дозволять встановити межі забруднених територій для виключення з обігу земель рівень забруднення яких становить загрозу переходу у вирощувану продукцію.

Війна в Україні призводить не лише до людських втрат, але й до катастрофічних екологічних наслідків, оскільки відбувається руйнування генетичних горизонтів та забруднення великих площ ґрунтів, які є основними депо для накопичення різноманітних контамінантів [1]. Основні небезпечні речовини, що спричиняють забруднення ґрунтів, включають сірку та її сполуки, аміак, токсичний та нетоксичний пил, свинець, залишки пестицидів, тощо. Навіть у 2014 році за підтримки ОБСЄ було виявлено велику концентрацію важких металів у пробах ґрунту (у більшості випадків перевищувала нормативні показники від 1,2 до 12 разів) [2, 3].

Для проведення комплексного агрохімічного обстеження було проведено дослідження ґрунту у Харківській області (місто Барвінкове Ізюмський район), проводились на полях які були звільнені від військових дій. Для лабораторних досліджень було використано чорнозем опідзолений, що відібрано у межах дослідних ділянок. Вміст рухомих форм заліза, марганцю, бору, цинку, міді, молібдену та кобальту визначався за допомогою мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою - ІЗП-МС (ГОСТ 30538-97. Продукти харчові. Методика визначення токсичних елементів атомно-емісійним методом).

Нормативи вмісту мікроелементів у ґрунті визначались за ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів, а ГДК важких металів визначали за Наказом міністерства охорони здоров'я України №1595 від 14.07.2020 р.

Було визначено вміст рухомих форм основних мікроелементів – марганцю, бору, цинку, міді та кобальту, а також важких металів – молібдену та свинцю (таблиця 1).

Таблиця 1

Вміст мікроелементів та важких металів чорнозему опідзоленого на дослідних ділянках (Харківська область, Ізюмський район)

№ з/п	Назва показника	Одиниці виміру	Значення	Похибка
1	2	3	4	5
Ділянка №1				
1.	Рухомі форми Марганцю	мг/кг	7,4	±0,9
2.	Рухомі форми Бору	мг/кг	1,4	±0,2
3.	Рухомі форми Цинку	мг/кг	0,26	±0,08
4.	Рухомі форми Міді	мг/кг	менше 0,01	±0,002
5.	Рухомі сполуки Молібдену	мг/кг	менше 0,09	±0,01
6.	Рухомі сполуки Кобальту	мг/кг	менше 0,02	±0,004
7.	Рухомі форми Свинцю	мг/кг	3,4	±0,7
Ділянка №2				
1.	Рухомі форми Марганцю	мг/кг	10,5	±1,8
2.	Рухомі форми Бору	мг/кг	1,76	±0,4
3.	Рухомі форми Цинку	мг/кг	0,14	±0,04
4.	Рухомі форми Міді	мг/кг	менше 0,01	±0,002
5.	Рухомі сполуки Молібдену	мг/кг	менше 0,09	±0,01
6.	Рухомі сполуки Кобальту	мг/кг	менше 0,02	±0,004
7.	Рухомі форми Свинцю	мг/кг	4,1	±0,9
Ділянка №3				
1.	Рухомі форми Марганцю	мг/кг	8,3	±0,8
2.	Рухомі форми Бору	мг/кг	1,84	±0,3
3.	Рухомі форми Цинку	мг/кг	0,2	±0,05
4.	Рухомі форми Міді	мг/кг	менше 0,01	±0,002
5.	Рухомі сполуки Молібдену	мг/кг	менше 0,09	±0,01
6.	Рухомі сполуки Кобальту	мг/кг	менше 0,02	±0,004
7.	Рухомі форми Свинцю	мг/кг	4,7	±0,9

Аналіз агрохімічних показників у ґрунтах дослідних ділянок у Харківській області Ізюмського району показав, що воєнні дії не вплинули на показники рН ґрунту – всі 3 дослідні ділянки є нейтральними (7,0 і 6,9). Вміст гумусу усіх на дослідних ділянок високий коливається від 4,5 до 5,5%, що має позитивний вплив на формування високого рівня врожаю сільськогосподарських культур.

Дослідження впливу воєнних дій на вміст мікроелементів у чорноземі опідзоленому свідчить, що Бор у межах норми на ділянці №2 і 3, а на 1 ділянці – зафіксована нестача бору. Вміст Марганцю на 3 дослідних ділянках є низьким, що є несприятливим фактором для вирощування сільськогосподарських культур, оскільки нестача Марганцю впливає на ростові процеси, мінеральне живлення рослин, процеси фотосинтезу, тощо. В свою чергу, Цинк, Мідь та Молібден відзначається нестачею у ґрунті, їх вміст низький та дуже низький на всіх дослідних ділянках, це може призвести до гальмування росту і розвитку рослин. Вміст рухомих форм Свинцю у всіх дослідних ділянках у межах гранично допустимих концентрацій та коливається від 3,4 (1 ділянка) до 4,7 (3 ділянка).

Висновки. На території дослідних ділянок чорноземі опідзоленому у межах звільнених від воєнних дій територій Ізюмського району Харківської області не виявлено забруднення ґрунту. Проте встановлено нестачу таких мікроелементів як Марганець, Цинк, Мідь та Молібден, що може негативно впливати на якість вирощуваної сільськогосподарської продукції. Проте для встановлення впливу воєнних дій на сільськогосподарські угіддя необхідне детальне обстеження всіх звільнених від воєнних дій територій з метою встановлення меж фактичного забруднення.

Список цитованих публікацій

1. Кондратенко А. Ф. Вплив військових дій в Україні на природне середовище та фітотехнології для його відновлення Перша міжнародна науково–практична конференція «Екологія Донбасу: уроки історії та виклики сьогодення»; збірник тез доповідей Першої міжнародної науково–практичної

конференції «Екологія Донбасу: уроки історії та виклики сьогодення», 2017, С. 20-24. <https://jekd.donnu.edu.ua/issue/view/118>

2. Денісов Н., Аверін Д., Ющук А. Оцінка екологічної шкоди та пріоритети відновлення довкілля на сході України. Київ: ВАІТЕ, 2017. 88 с.
3. Кравченко О., Василюк О., Войціховська А., Норенко К. Дослідження впливу військових дій на довкілля на сході України. Схід. 2015. № 2. С. 118– 123. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Skhid_2015_2_23

*Сауляк С.М.,
Курчій Б.О.*

ПВНЗ «Європейський університет»

Екологічний стан сучасного довкілля та його наслідки

З кожним роком стан довкілля погіршується. Це викликано постійним зростанням промисловості, урбанізацією та збільшенням кількості автомобілів. Фенол, окис вуглецю, діоксид сірки та інші токсичні речовини потрапляють в атмосферу трубами заводів і з вихлопними газами автомобілів. Сучасна екологія виділяє кілька основних проблем для навколишнього середовища, викликаних активним розвитком промисловості: забруднення довкілля промисловими відходами; глобальне потепління та підвищення рівня води у Світовому океані; мутації вірусних штамів, епідемії, раку; вимирання видів тварин, обезліснення; руйнування озонового шару атмосфері; виснаження мінеральних ресурсів [2].

Забруднення навколишнього середовища пластиком є одним із ключових екологічних проблем сучасності. Для пом'якшення та усунення наслідків цієї проблеми вводяться різні директиви, що забороняють або частково обмежують використання пластику, а також виділяються великі обсяги інвестицій у здійснення заходів, спрямованих вирішення питання пластикового забруднення. Для того щоб вкладені кошти досягали бажаних результатів і були економічно життєздатними, необхідно систематично оцінювати економічну ефективність

від введених обмежень та реалізації різних ініціатив безпосередньо до їх здійснення. Визначення «Економічна ефективність заборони на пластик» вимагає розуміння «вартості заборони», переваг, які він приносить. Науковий заділ, що існує на сьогодні, даної проблематики представляється досить мізерним - питання ефективності заходів боротьби з пластиковим забрудненням недостатньо широко висвітлені [1-2]. До того ж, у низці досліджень, присвячених оцінці вартості подібних заходів, ключові витрати та вигоди залишаються непоміченими, оскільки до уваги беруться тільки фінансові чи немонетарні переваги утилізації пластику [3-4]. В інших роботах при оцінці вартості обмежень щодо використання пластику враховуються лише прямі витрати на введення заборони та відшкодовані витрати (Податки) для отримання доходу [5]. У цій роботі проводиться дослідження міжнародної практики управління пластиковим забрудненням. У Першій частині роботи проводиться огляд системи оцінки економічних, соціальних та екологічних витрат, описаної у дослідженні Murphy (2022), де чиста вартість представлена функцією шести витрат (вигід). У другій частині статті наведено кількісні оцінки утилізації пластику в Баявані (Філіппіни) та Балтіморі (США), отримані за допомогою зазначеної методики. У наступному розділі розглядається досвід управління морським забрудненням у європейських країнах, зокрема описуються витрати на розчищення пляжів, охоронні заходи та ін [6]. На закінчення робиться висновок про те, що введення заборонених директив та реалізація заходів щодо боротьби з пластиковим забрудненням надають значний та позитивний вплив на навколишню середовище та в довгостроковій перспективі на економічну ефективність. Однак відкритим залишається питання, пов'язане з вибором методики оцінки економічної ефективності екологічних витрат, оскільки деякі витрати (вигоди) важко оцінити кількісно.

Дискусії щодо пом'якшення екологічних негараздів ведуться, в основному, щодо промислових і побутових відходів. З поля зору випав такий фактор як лісовий покрив Землі. Між іншим, раціональне використання природних ресурсів, в першу чергу лісів, одночасно зниження негативного впливу на

навколишнє середовище відноситься до числа найгостріших світових проблем, сформульованих у підсумкових документах Конференції ООН 2012р., Саміту ООН 2015 [7, 8].

В даний час сформувалися напрями досліджень та практичного застосування оцінок екосистемних послуг лісу, що є значною, якщо не основною частиною наземних екосистем в цілому. При цьому характеристики екосистем, розроблені класифікації екосистемних послуг є найбільш важливими стадіями подальшої комплексної їх оцінки. На основі отриманих оцінок можна робити висновки про доцільність різних видів використання територій у довгостроковій перспективі, включаючи використання лісів, з урахуванням економічного розвитку суспільства і екологічної стійкості території. Разом з тим, наприклад, такі властивості лісових екосистем, як біорізноманіття і продуктивність, часто визначають практично всі інші екосистемні корисності і тому мають вирішальне значення. Один з можливих підходів до оцінки екосистемних послуг базується на використанні чистої первинної продукції в якості непрямого показника, оскільки первинна продукція корелює та визначає багато екосистемні функції і процеси. У цілому дослідження підтверджують, що існує синергізм між вирощуванням деревини зв'язуванням вуглецю, тоді як виробництво деревини та біорізноманіття, а також виробництво деревини та рекреація мають тенденцію конкурувати.

Незважаючи на прогрес у ряді областей, заходи з покращення екологічного стану залишаються дотепер другорядними, поки процеси прийняття рішень не буде включений природний і соціальний капітал. Єдині концептуальні походи до оцінки багатофункціональності лісів досі не вироблені. Практичне застосування ціннісного підходу в покращенні екологічного стану залишається в значній мірі важко досягнутим.

Список цитованих публікацій

1. Löhr A., Savelli H., Beunen R. Et al. Solutions for global marine litter pollution. *Current Opinion Envi ron Sustainability*. 2017. Vol. 28. P. 90-99.

2. Sutherland W., Pullin A., Dolman P., Knight T. The need for evidence-based conservation. *Trends Ecology Evolution*. 2004. Vol. 19. P. 305–308.
3. Iacona G. D., Sutherland W. J., Mappin B. Et al. Standardized reporting of the costs of management interventions for biodiversity conservation. *Conservation Biology*. 2018. Vol. 32. P. 979–988.
4. Lavee D. A cost-benefit analysis of a depositrefund program for beverage containers in Israel. *Waste Management*. 2010. Vol. 30. P. 338–345.
5. Crawford S. (2008). Waste-to-energy facilities provide significant economic benefits. *The Solid Waste Association of North America*. <https://swana.org/>
6. Murphy E.L., Bernard M., Iacona G. et al. A decision framework for estimating the cost of marine plastic pollution interventions. *Conservation Biol.* 2022. Vol. 36(2). P. 11.
7. Draft resolution submitted by the President of the General Assembly 2012. <https://www.un.org/ru/events/pastevents/rio20.shtml>.
8. United Nations Sustainable Development Summit 2015. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/summit>.

**Фірова А.В.,
Курчій Б.О.
ПВНЗ «Європейський університет»**

Позитиви і негативи парникових газів у сучасному довкіллі

Помітні зміни клімату на планеті Земля, що спостерігаються останнім часом, представляють собою фундаментальний чинник існування людської цивілізації. Вважається, що вони пов'язані із масштабною промисловою діяльністю, що призводить до значного зростання вмісту в атмосфері парникових газів, підвищення концентрації яких у атмосферному повітрі впливає на здатність атмосфери відбивати УФ-випромінювання сонця. Це в свою чергу веде до підвищенню загальної середньої температури повітря, що

сприяє прискоренню танення полярних та високогірних льодовиків та можливого підвищення рівня Світового океану. Крім того, на цей процес великий вплив має діоксид вуглецю, що міститься в атмосфері Землі [1].

Зміна клімату — це довгострокові трансформації середніх кліматичних показників, що спостерігаються і прогножуються, до яких можна віднести такі аномалії, як посухи, сильні шторми і масштабні повені. Передбачається, що річна кількість опадів у деяких регіонах у довгостроковій перспективі знижуватиметься. Це разом з коливаннями температури повітря та кількістю дощів помітно відбиватиметься на тривалості та умовах вегетаційного періоду рослин. Істотне варіювання інтервалів опадів є основною причиною посилення посухи та повеней, зростання інтенсивності сильних штормів та ураганів. Наслідки таких процесів небезпечні для подальшої життєдіяльності людини, тому їх попередження стає першочерговим завданням сталого розвитку [2].

Значення діоксиду вуглецю в біосфері, перш за все, полягає у підтримці процесу фотосинтезу рослин. Будучи парниковим газом, діоксид вуглецю, що знаходиться в повітрі, впливає на теплообмін між землею поверхнею і навколишнім простором, блокуючи тепло, що випромінюється нею, таким чином беручи участь у формуванні клімату [3].

Діоксид вуглецю є компонентом із досить низькою концентрацією в сучасній земній атмосфері. Його концентрація повітря становить 0,03-0,045 %. Поряд з азотом і водяною парою, він становив основу давньої атмосфери Землі. Його частка постійно знижувалася, починаючи з появи океанів і зародження життя. Із середини XX століття спостереженнями встановлено стійке зростання кількості CO₂ у атмосфері. У період 2015-2020 рр., згідно з міжнародними спостереженнями, середньомісячна концентрація CO₂ в атмосфері стабільно перевищує 400 ppm [4].

Аналіз літературних даних показує, що зростання емісії CO₂ значною мірою зумовлено насамперед виробничою діяльністю людини. Із 7,5 млрд чол. населення Землі понад 1 млрд зайнято у промисловості. За експертними оцінками, у XXI столітті людство також активно сприяє додатковій появі понад

40 млрд т CO_2 на рік, що становить три чверті всіх викидів парникових газів [5]. Така кількість CO_2 , ймовірно, більш ніж у 100 разів перевищує рівень утворення CO_2 вулканічного походження. Відповідно до глобальної Баз даних викидів атмосферних досліджень можна оцінити внесок окремих регіонів в емісію CO_2 на планеті [6].

У зв'язку з небезпекою значних антропогенних викидів CO_2 потрібна оцінка можливості його природного поглинання силами природи. Важливим чинником зв'язування CO_2 є моря та океани. Світовий океан виступає у ролі біологічного насоса, який асимілює діоксид вуглецю у воді морів та океанів внаслідок його розчинності та наявності океанічної мікробіоти, яка використовує CO_2 у процесі фотосинтезу з утворенням пов'язаної органічної біомаси. Розчинність CO_2 у воді в залежності від температури та солоності становить до 2-3 г/л

Океан діє як потужний поглинач вуглецю, поглинаючи CO_2 через організми, які використовують його для фотосинтезу. Фітопланктон, що населяє моря, бере участь у цьому процесі, споживаючи сонячне світло та вуглець для виробництва їжі та енергії. Зростання концентрації CO_2 призводить також до появи нових видів мікрооб'єктів. Зокрема, у пробах води океанами світу, взятих на глибинах від 0 до 4000 м та проаналізованих за досить тривалий період – 10 років (з 2010 по 2020 рр.) виявлено близько 200 000 нових видів вірусів, що приблизно у 12 разів більше, ніж у дослідженнях попередніх десятиліть. Майже половина цих вірусів виявлено виключно у холодних водах Арктики [7].

Загалом прийнято вважати, що океани в даний час реально поглинають близько 1/3 діоксиду вуглецю, що виділяється в результаті діяльності людини [8]. Однак інші оцінки, проведені з розрахунку маси світового океану $1,34 \cdot 10^{21}$ кг (або приблизно $1,3 \cdot 10^{21}$ л) та потенційної середньої розчинності CO_2 на рівні 1 г/л, показують, що така маса води лише за рахунок фізичної розчинності CO_2 у воді може поглинути значно більший обсяг зазначених вище шкідливих викидів CO_2 у 40 млрд т/рік. Можливо, процес розчинення CO_2 реально

обмежений, оскільки його розчинення, мабуть, відбувається в основному в поверхневих шарах гідросфери, куди проникає сонячне світло.

Захисна роль лісів та рослин у поглинанні діоксиду вуглецю надзвичайно важлива. Ліс є найважливішим поновлюваним фактором поглинання діоксиду вуглецю. Встановлено, що 2,5 га лісів поглинає 1 т CO_2 , а також, що в середньому 1 га лісів щорічно виділяє 4 т кисню та споживає 5 т CO_2 [9]. Крім того, 1 га листяного лісу за рік затримує до 100 т пилу, хвойного лісу - до 40 т.

Строго кажучи, багато газоподібних речовин можуть виявляти парниковий ефект. До них можна віднести також аміак, діоксид сірки, оксиди азоту, сірководень, метан та інші леткі органічні сполуки вуглецю. Їх кількість мало, і вона практично не робить істотного впливу на властивості, що відбивають атмосферу. Найбільш значущими парниковими газами є водяна пара, діоксид вуглецю, метан та озон. Водяну пару зазвичай не розглядають як проблему парникових газів, оскільки людина практично ніяк не може вплинути на вміст атмосфери в глобальному масштабі.

Таким чином ситуація із проявом парникових газів показує, що людство, реалізуючи свої транспортно-промислові потреби, фактично мало може впливати на наслідки цієї діяльності. Єдиною реальною можливістю, мабуть, є швидкий перехід на енергетично ефективні технології із практично мінімальним використанням викопного палива.

Список цитованих публікацій

1. Li Y.L., Sun W.D., Zhao Y.F. A supercritical carbon dioxide layer in the Hadean atmosphere for the origin of life? *Science Bulletin*. 2021. Vol. 66. N 12. P. 1157–1159.
2. Singha D., Zhu Y., Liu S. et al. Exploring the links between variations in snow cover area and climatic variables in a Himalayan catchment using earth observations and CMIP6 climate change scenarios. *J Hydrology*. 2022. Vol. 608. N 5. P. 127648.

3. Petty G.W. A First Course in Atmospheric Radiation. Columbia: Sundog Publishing, 2004, pp. 229–251.
4. Liu Z., Pagani M., Zinniker D. et al. Global cooling during the Eocene-Oligocene climate transition. *Science*. 2009. Vol. 323. P. 1187–1190.
5. Adesina A. Recent advances in the concrete industry to reduce its carbon dioxide emissions. *Environmental Challenges*. 2020. Vol. 1. N 12. P. 100004.
6. Bijl P.K., Houben A.J.P., Schouten S. et al. Transient middle ocene atmospheric CO₂ and temperature variations. *Science*. 2010. Vol. 330. P. 819–821.
7. Ruddiman W.F. A paleoclimatic enigma? *Science*. 2010. Vol. 328. P. 838–839.
8. Carvalho A.C.O., Kerr R., Mendes C.R.B. et al. Phytoplankton strengthen CO₂ uptake in the South Atlantic Ocean. *Progr Oceanography*. 2021. Vol. 190. N. 102476.
9. Farquhar G.D., O’Leary M.H., Berry J.A. On the relationship between carbon isotope discrimination and the intercellular carbon dioxide concentration in leaves. *Austral J Plant Physiol*. 1982. Vol. 9. P. 121–137.

Яненко В.С.
Національний університет біоресурсів
і природокористування України

Особенности мониторингу орнитофауны при проектировании вітроелектростанцій

Summary. The construction of a wind farm involves the installation of wind turbines, as well as the construction of associated infrastructure such as access roads and power lines. The turbines rise above the landscape and affect animal behavior, while also posing a collision risk to migrating or feeding animals. Therefore, monitoring studies should include indirect (through habitat transformation) as well as direct (collisions, behavioral changes due to avoidance of obstacles) aspects of the impact. This thesis presents the specifics of bird monitoring at wind farm sites.

Будівництво вітроелектростанції включає в себе встановлення вітротурбін, а також будівництво пов'язаної інфраструктури, як, наприклад, під'їзні дороги та лінії електропередач. Турбіни підносяться над ландшафтом місцевості та впливають на поведінку тварин, в той же час створюючи також загрозу зіткнення для мігруючих особин тварин чи особин у процесі годування. Тому моніторингові дослідження мають включати непрямий (шляхом трансформації середовища перебування), а також прямий (зіткнення, зміни поведінки в результаті обминання перешкод) аспекти впливу.

Наукові джерела не дають повної оцінки впливу розміщення турбін на птахів і їх поведінку, тому необхідно проводити моніторинг та характеризувати це питання шляхом проведення польових робіт. Моніторинг необхідно проводити, як мінімум, упродовж року, який буде охоплювати всі фенологічні періоди. Якщо майданчик проектується поблизу ПЗФ чи Смарагдової мережі – дослідження мають бути значно розширені й на територію даних об'єктів.

Стаціонарні пункти спостереження (ПС) мають бути призначені на ділянці перед першим обстеженням обліком птахів. Перевагу слід надавати розташуванням на пагорбах, поодаль від лісових масивів, з безперешодною видимістю околиць в радіусі поля зору 1-2 км.

Трансекти для проведення спостережень або маршрутні обліки (ТС, МО). Трансекти мають бути призначені на ділянці перед першим обстеженням з обліком птахів. Їх маршрут повинен бути пристосований до мережі локальних польових доріг, доступних перетинів річок, каналів та розміщення недоступних зон (забудованих зон, огорожених ділянок). Слід уникати прокладення довгих ділянок трансекти вздовж асфальтованих доріг (через те, що деякі види уникають доріг, а інші види віддають перевагу придорожнім смугам (узбіччям)). Кількість трансект та їх загальна довжина мають бути приведені у відповідність з розмірами поверхні, яку необхідно дослідити.

1) Предмет моніторингу. Склад і поширеність видів (ПС і ТС), а також рівень смертності внаслідок зіткнень (в разі моніторингу на існуючих ВЕС). Що стосується птахів, помічених у польоті, необхідно реєструвати також їх висоту,

причому згідно розподілу на 3 рівні (до нижньої межі діапазону функціонування ротора, в межах робочої зони ротора, вище піднятого ротора), і напрямом.

2) Обсяг моніторингу. Повинен розраховуватись окремо для кожної окремої площадки ВЕС в залежності від площі. Особлива увага має приділятися гніздовому періоду (середина квітня – кінець червня) необхідно проводити додаткові дослідження на контрольних майданчиках в якості складової частини моніторингу птахів – облік модульних і ключових видів – головним чином, досить численних видів, що гніздяться. Також потрібно проводити додаткові виїзди в періоди масових міграцій навесні та восени та відповідно приділити увагу дослідженням взимку, особливо якщо поряд є місця масових скупчень птахів.

3) Аналізи інтенсивності використання повітряного простору птахами. Головною метою є оцінити інтенсивність польотів (і локальних – кормових, і на далеку відстань – транзитних) птахів у повітряному просторі, зокрема, це стосується видів, що дуже схильні до зіткнень (хижих птахів, інших великих птахів); вивчити можливості зміни цих параметрів протягом річного циклу.

Зони обстеження повинні складатися з пунктів обстеження на відстані щонайменше 1,5 км один від одного, до певної міри охоплюючи територію ВЕС і даючи можливість оцінити інтенсивність зіткнень із ВЕУ. Перевірки кожного пункту спостереження мають здійснюватися раз на місяць для зимового періоду та листопада, двічі на місяць – для весняного та осіннього міграційних періодів та тричі на місяць – для гніздового періоду (травень-червень) (мінімум протягом 1 год. спостереження / пункт). Всі побачені й почуті птахи повинні бути обліковані, розподілені за категоріями висоти польоту.

4) Облік рідкісних і досить численних видів на гніздуванні. Головною метою є оцінити чисельність і розповсюдження рідкісних видів та видів з великими розмірами тіла в період гніздування (зокрема: хижих птахів, лелек, журавлів, лебедів) на території ВЕС і безпосередньо поблизу неї.

Зоною обстеження має бути територія ВЕС та 2-км буферна зона (500 м у засадженому лісом регіоні) навколо неї. Спостереження повинні складатися із двох 1-денних обстежень всієї території протягом сезону гніздування (з кінця квітня до середини червня) плюс одночасні спостереження під час інших досліджень; рекомендується доповнювати облік чисельності додатковими нічними підрахунками (у перші дні червня), направленими на виявлення деркача та інших пастушкових, перепела і сов. Всі птахи із наперед визначеного переліку видів є такими, що проявляють поведінку гніздування (загальна категорія «можливого гніздування (розмноження)» та «безсумнівного (гарантованого) гніздування» буде облікована й нанесена на карту, відповідно до стандартів атласних досліджень [1, 2].

Висновки. Обов'язково перед будівництвом ВЕС слід проводити спеціальні орнітологічні дослідження в межах вітрополя. Моніторингові роботи мають тривати як мінімум один рік, щоб охоплювати всі фенологічні періоди. Обстеження мають проводитись за допомогою різних методів досліджень (ПС, ТС, МО). Особлива увага має приділятися об'єктам ПЗФ та Смарагдової мережі, якщо такі є поруч. Після моніторингових робіт має проводитись моделювання та розрахунок ризику зіткнень птахів з ВЕС і за потреби розроблення ряду заходів для відлякування птахів з території ВЕС.

Список цитованих публікацій

1. Hagemeyer, W & Blair, M. (Editors). 1997. The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance. T & A D Poyser, London – 903 p.
2. Bibby, C.J. (2004) Bird diversity survey methods. In W. J. Sutherland, I. Newton and R. W. Green (eds). Bird ecology and conservation, pp. 1-16. Oxford University Press, Oxford.

ПЕРША ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

“СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ”

21-22 березня 2024 року, ПВНЗ "Європейський університет"

Київ, Україна

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Підписано до друку 08.07.24 Формат 60x84\16
Ум. друк. арк. 9,7 Наклад 100 прим. Зам. № 240431

Видавець і виготовлювач Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 4097 від 17.06.2011