



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



Сумський
Національний
Аграрний
Університет



«ЧОРНОБИЛЬСЬКІ ДЗВОНИ»
(до 40-річчя Чорнобильської катастрофи)
Всеукраїнська онлайн-конференція
28 квітня 2026 року



м. Тернопіль

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка
Тернопільський національний медичний університет
імені Івана Горбачевського
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя
Сумський національний аграрний університет Інститут
гідробіології НАН України
Українське товариство генетиків і селекціонерів
імені М. І. Вавилова
Управління екології та природних ресурсів Тернопільської
ОДА
Громадська організація «Галицька екологічна асоціація»

Всеукраїнська онлайн-конференція
«ЧОРНОБИЛЬСЬКІ ДЗВОНИ» (до 40-річчя
Чорнобильської катастрофи)
28 квітня 2026 року, м. Тернопіль

Тернопіль, 2026

УДК 57:502.1 (06)

Т 35

Редакційна колегія

Г.Б. Гуменюк (відповідальний редактор), Н.В. Москалюк,
В.О. Хоменчук

Затверджено до друку

*вченою радою Тернопільського національного педагогічного
університету ім. Володимира Гнатюка
від 26.05. 2026 р. (протокол № 17)*

Макет і комп'ютерна верстка: В. О. Хоменчук

Матеріали Всеукраїнської онлайн-конференції
«ЧОРНОБИЛЬСЬКІ ДЗВОНИ», присвяченої 40-річчю
Чорнобильської катастрофи, 28 квітня 2026 р., Тернопіль: Вектор, 2026.
355 с.

Рецензенти:

Галина Мешко – доктор педагогічних наук, професор кафедри педагогіки та менеджменту освіти Тернопільського національного педагогічного університету імені В. Гнатюка

Лариса Федонюк – доктор медичних наук, професор, завідувач медичної біології Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського

Володимир Юкало – доктор біологічних наук, професор кафедри харчової біотехнології та хімії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

У матеріалах збірника представлені результати сучасних наукових досліджень, присвячених 40-річчю Чорнобильської катастрофи. Висвітлено наукові та соціально-гуманітарні аспекти наслідків Чорнобильської катастрофи, зокрема питання ядерної безпеки в умовах війни, екологічні механізми адаптації та збереження біорізноманіття. Видання адресовано науковцям, освітянам, студентам та всім, хто досліджує проблеми подолання техногенних катастроф.

© Тернопільський національний
педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка, 2026

© Автори тез доповідей, 2026

© Вектор, 2026

Тези надруковані з максимальним збереженням авторської редакції.

ЗМІСТ

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1

**ЯДЕРНА ТА РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА В УМОВАХ
ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТІВ І РОЛЬ МІЖНАРОДНИХ
ОРГАНІЗАЦІЙ У ЗАПОБІГАННІ ТА ПОДОЛАННІ
ГЛОБАЛЬНИХ ЗАГРОЗ. РАДІОЕКОЛОГІЧНІ ТА
РАДІОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ, МОНІТОРИНГ
ДОВКІЛЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ
ПРИРОДООХОРОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПІДХОДІВ.....20**

**РАДІОГЕОХІМІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ
ОЦІНКИ РАДІАЦІЙНИХ РИЗИКІВ ДОВКІЛЛЯ20**

Баб'як М. А., Гуменюк Г. Б.

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА АЕС ЯК СКЛАДОВА ЯКОСТІ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА23**

Барна І. М.

**НАКОПИЧЕННЯ ^{90}Sr та ^{137}Cs У НАДЗЕМНИХ ТА
ПІДЗЕМНИХ ОРГАНАХ ГЕЛОФІТІВ ВОДОЙМ ЗОНИ
ВІДЧУЖЕННЯ.....26**

Беляєв В. В., Волкова О. М., Гудков Д. І. Пришляк С. П.

**ПРОГНОЗНА ОЦІНКА ВМІСТУ ШТУЧНИХ
РАДІОНУКЛІД В ІХТІОФАУНІ ЗАЛИШКОВИХ
ВОДОЙМ ВОДОЙМИ ОХОЛОДЖУВАЧА ЧАЕС.....28**

Беляєв В. В., Волкова О. М., Гудков Д. І. Пришляк С. П.,

Каглян О. Є. Юрчук Л. П.

**АРХІТЕКТУРНІ ПІДХОДИ ДО АВТОНОМНОГО
МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ НА ТЕРИТОРІЯХ ІЗ
ПІДВИЩЕНИМ ТЕХНОГЕННИМ РИЗИКОМ.....29**

Бородій І. І., Осухівська Г. М.

**БІОІНДИКАЦІЙНА ОЦІНКА РАДІОЕКОЛОГІЧНОГО
СТАНУ ЕКОСИСТЕМ В УМОВАХ
ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ.....31**

Грицак Л. Р., Колісник Х. М., Бойко Д. А.

ЗМІСТ

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ЗАБРУДНЕННЯ ВОД ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ.....	34
Гуменюк Г. Б., Гарматій Н. М.	
АДАПТАЦІЯ РИБ В УМОВАХ ХРОНІЧНОГО РАДІАЦІЙНОГО ОПРОМІНЕННЯ У ВОДОЙМАХ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ (НА ПРИКЛАДІ ПЛІТКИ <i>Rutilus rutilus</i> L.)	38
Гупало О. О., Гудков Д. І., Беляєв В. В., Пришляк С. П., Каглян О. Є.	
ВПЛИВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ НА ФОРМУВАННЯ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ	42
Зайчишин В.В., Неїленко С.М.	
ЯДЕРНІ ВИКЛИКИ ТА ЗАГРОЗИ РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ В УМОВАХ ВІЙНИ	44
Захарчук Л. В.	
РАДІОНУКЛІДНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ТА ДОЗИ ОПРОМІНЕННЯ ПРЕДСТАВНИКІВ ІХТІОФАУНИ ВОДОЙМ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ	46
Каглян О.Є., Гудков Д.І., Беляєв В.В., Кірсєв С.І., Пришляк С.П., Юрчук Л.П., Поморцева Н.А., Гупало О.О.	
ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ ЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ ЦЕЗІЄМ-137 НА ПРИКЛАДІ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ	50
Кам'янецька Д. С., Герц Н. В.	
РОЛЬ ТУРНА LATIFOLIA У ТРАНСФОРМАЦІЇ БІОГЕОХІМІЧНИХ ЦИКЛІВ ТЕХНОГЕННО НАВАНТАЖЕНИХ ВОДОЙМ.....	52
Корнієнко А. Ю., Грубінко В. В.	
КІНЕТИКА НАКОПИЧЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ ЖИВИМИ ОРГАНІЗМАМИ: БАГАТОКАМЕРНІ МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ.....	53
Крицька А. М.	

ЗМІСТ

РАДІАЦІЙНИЙ СТАН ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ	55
Кузик І. Р., Чеболда І. Ю. МЕХАНІЧНИЙ ФІЛЬТР ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ВІД ДРІБНОДИСПЕРСНОГО ПИЛУ	57
Кузнєцов С. І., Брезгун В. В. ВПЛИВ ХРОНІЧНОГО ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ФЕРТИЛЬНІСТЬ ПИЛКОВИХ ЗЕРЕН ВИЩИХ ВОДНИХ РОСЛИН У ВОДОЙМАХ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ	60
Марущак І. В., Гудков Д. І. СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОГЕННИХ РАДІОНУКЛІДІВ У ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТАХ.....	64
Моргунова Г. І, Симчак Р. В. МЕТОДИ ВІДБОРУ ЗРАЗКІВ ТА АНАЛІЗУ РАДІОНУКЛІДІВ У ВОДІ ТА ҐРУНТІ.....	66
Палюх К. О., Хоменчук В. О., Дух Р.М. УЧАСТЬ РЕСПУБЛІКИ ПОЛЬЩА У ФІНАНСУВАННІ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ «CHERNOBYL SHELTER FUND» ЯК ІНСТРУМЕНТУ МІЖНАРОДНОЇ ЯДЕРНОЇ БЕЗПЕКИ	69
Петрик Ю.Б., Петрик Т.В. ПОКАЗНИКИ ПЕРИФЕРИЧНОЇ КРОВІ ОКУНЯ ЗВИЧАЙНОГО (<i>PERCA FLUVIATILIS L.</i>) У ЗАЛИШКОВИХ ОЗЕРАХ КОЛИШНЬОЇ АКВАТОРІЇ ВОДОЙМИ- ОХОЛОДЖУВАЧА ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС	73
Поморцева Н. А., Гудков Д. І., Каглян О. Є., Беляєв В. В. ОСОБЛИВОСТІ ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНОГО СТАНУ РИБ В УМОВАХ ТРИВАЛОГО РАДІОНУКЛІДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ	76
Потрохов О. С., Гудков Д. І., Худіяш Ю. М., Беляєв В. В., Гупало О. О. РОЛЬ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У ФОРМУВАННІ БЕЗПЕЧНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО МАЙБУТНЬОГО	80
Похилий О. І., Барна Л. С.	

ЗМІСТ

ВНУТРІШНЄ ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ: ЧИННИКИ, ЗАКОНОМІРНОСТІ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ	83
Райчук Л. А.	
ПОТОЧНИЙ ПРАВОВИЙ ТА БЕЗПЕКОВИЙ СТАТУС ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ: ВИКЛИКИ ВОЄННОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВІДНОВЛЕННЯ.....	85
Рахмаїл М. О., Онопрієнко В. П.	
РАДІОАКТИВНІСТЬ МОЛОКА БІЛЯ ЗОНИ БОЙОВИХ ДІЙ	87
Самілик М. М.	
ІННОВАЦІЙНІ СОРБЕНТИ ДЛЯ КОНЦЕНТРУВАННЯ РАДІОНУКЛІДІВ	88
Свідерська Х. М., Симчак Р. В.	
ТРАНСФОРМАЦІЯ РАДІОНУКЛІДНОГО СКЛАДУ ПРІСНОВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ ЧЕРЕЗ 40 РОКІВ ПІСЛЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ	90
Скиба В. В.	
ТЕХНОГЕННІ ЗАГРОЗИ В КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ ...	93
Сокотов Ю. В., Сорока Т. П., Уруський А. В.	
ЦИФРОВІЗАЦІЯ ТА БЕЗПЕКОВИЙ МЕНЕДЖМЕНТ: РОЛЬ ДП «ЦОТІЗ» У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА МІЖНАРОДНОГО СПІВРОБІТНИЦТВА В ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ.....	96
Солодка Є. О., Коваленко О. В.	
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КУЛЬТУР <i>IN VITRO</i> ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ МУТАГЕННИХ ЕФЕКТІВ У РОСЛИННИХ СИСТЕМАХ.....	97
Сорока О. В., Дробик Н. М.	

ЗМІСТ

РАДІОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ НАКОПИЧЕННЯ ¹³⁷Cs У ЛИШАЙНИКАХ ЯК БІОІНДИКАТОРАХ РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ	99
Стрильбичка В. В., Яворівський Р. Л. ЧОРНОБИЛЬСЬКА КАТАСТРОФА ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ТЕРИТОРІЮ ЧОРТКІВСЬКОГО РАЙОНУ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ	102
Таранова Н. Б. ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА РАДІАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ В ТЕХНОГЕННИХ ВПЛИВІВ: ХІМІЧНИЙ ТА РАДІОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБ	105
Тулайдан Г. М., Барановський В. С. МОНІТОРИНГ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ НА ТЕРИТОРІЇ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ	108
Фурик Ю. І. ЦИТОГЕНЕТИЧНІ МАРКЕРИ ТРИВАЛОГО НИЗЬКОІНТЕНСИВНОГО ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ У ВИЩИХ ВОДНИХ РОСЛИН	111
Шевцова Н. Л., Гудков Д. І.	
 РОЗДІЛ 2	
БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА ЗАПОВІДНА СПРАВА В УМОВАХ КРИЗ, ВПЛИВ РАДІАЦІЇ ТА КСЕНОБІОТИКІВ НА ЖИВІ СИСТЕМИ ТА СТРАТЕГІЇ АДАПТАЦІЇ. МЕДИКО- ПСИХОЛОГІЧНІ, СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ ТА ОСВІТНІ АСПЕКТИ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ.....	115
АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПОБУТОВИХ ВОДОНАГРІВАЧАХ НА ЯКІСТЬ ВОДИ ТА РИЗИКИ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ В УМОВАХ ПОСТЧОРНОБИЛЬСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА	115
Біжко К. М., Волотовська Н. В.	

ЗМІСТ

ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ОСНОВ ДОМЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ МАЙБУТНІМИ ФАХІВЦЯМИ НА ЗАНЯТТЯХ З БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ	116
Бочар І. Й., Монько Р. М.	
НЕЙРОФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РАДІАЦІЙНО-ІНДУКОВАНИХ ПОРУШЕНЬ.....	120
Волошин О. С., Вільгоцька М. В.	
ПСИХОСОМАТИЧНІ ПРОЯВИ ТА ФЕНОМЕН «ПРИСКОРЕНОГО СТАРІННЯ» ЯК НАСЛІДКИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ ДЛЯ ЛЮДИНИ	123
Гребенікова А. В.	
ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ В ПІСЛЯЧОРНОБИЛЬСЬКИЙ ПЕРІОД	125
Грубінко В. В., Грубінко А. В.	
АДАПТАЦІЯ ЕВРИТОПНОЇ ФЛОРИ У ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ ВІДЧУЖЕННЯ.....	127
Гевко О. В., Герц Н. В.	
ВАСІЛЛАРІОРНУТА МІКРОФІТОБЕНТОСУ ПЕЛАГІАЛІ КИЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ПОБЛИЗУ С. СТРАХОЛІССЯ (УКРАЇНА)	129
Давидов О. А., Козійчук Е. Ш., Железняк Н. І.	
БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ РАДІАЦІЙНОЇ ГРАМОТНОСТІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ	131
Даніліна Є. А., Барна Л. С.	
ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ СПРИЙНЯТТЯ ТЕХНОГЕННИХ КАТАСТРОФ (НА ПРИКЛАДІ ЧОРНОБИЛЯ).....	133
Борсук В. В., Савелюк Н. М.	
ВПЛИВ РЕКУЛЬТИВАНТУ КОМПОЗИЦІЙНОГО TREVITAN® ПОЛІКОМПЛЕКС НА НАКОПИЧЕННЯ КАРОТИНОЇДІВ У ЛИСТКАХ <i>TRITICUM AESTIVUM</i> L. ..	136
Дзендзель А. Ю., Пида С. В., Данилюк В. О.	

ЗМІСТ

РОЛЬ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ ТА ХРОНІЧНОГО СТРЕСУ В РОЗВИТКУ ПАТОЛОГІЇ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ.....	139
Долгополов Д. Р. Балашова К.О. Волотовська Н. В. ФІТОРЕМЕДІАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ <i>MISCANTHUS</i> × <i>GIGANTEUS</i> J.M. GREEF & DEUTER EX HODK & RENVOIZE У ВІДНОВЛЕННІ ТЕХНОГЕННО ТА РАДІАЦІЙНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ....	141
Дуберчак Д. В., Герц Н. В. УРОКИ ЧОРНОБИЛЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО МИСЛЕННЯ СТУДЕНТІВ.....	144
Жак О. В., Шпирка З. М., Яремко З. М. РАДІАЦІЙНА ТРИВОЖНІСТЬ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ПСИХІЧНЕ ЗДОРОВ'Я ОСОБИСТОСТІ.....	146
Залівська С. Р., Савелюк Н. М. ДЕПРЕСИВНІ ПОРУШЕННЯ У ЛІКВІДАТОРІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ	149
Ковальчук М. О., Москалюк Н. В. ТАКСОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІКРОФІТОБЕНТОСУ ПЕЛАГІАЛІ КИЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ПОБЛИЗУ с. СТРАХОЛІССЯ (УКРАЇНА)	151
Козійчук Е. Ш., Давидов О. А., Железняк Н. І. ВПЛИВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ НА ХВОЙНІ ЛІСИ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ УКРАЇНИ.....	153
Колісник М. В., Мацюк О. Б. МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ ФЛОРИ ТА ФАУНИ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ДО ТРИВАЛОГО РАДІАЦІЙНОГО ВПЛИВУ	155
Корзун Н. М. НАКОПИЧЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ (¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr) ТА АДАПТАЦІЙНІ РЕАКЦІЇ КАВУНА ЗВИЧАЙНОГО (<i>CITRULLUS LANATUS</i> L.) В УМОВАХ ІОНІЗУЮЧОГО ОПРОМІНЕННЯ	157
Кравець М. Я., Грицак Л. Р.	

ЗМІСТ

ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ В УМОВАХ ЕКОЛОГІЧНИХ КРИЗ: УРОКИ ЧОРНОБИЛЯ	160
Крицька Т. П.	
АДАПТАЦІЯ ОЧЕРЕТУ ЗВИЧАЙНОГО (PHRAGMITES AUSTRALIS) ДО ХРОНІЧНОГО ВПЛИВУ ⁹⁰Sr У ЗАПЛАВАХ ПРИП'ЯТІ.....	162
Кучер О. І., Мацюк О. Б.	
РАДІОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ НАКОПИЧЕННЯ ¹³⁷Cs У СОСНОВИХ ФІТОЦЕНОЗАХ «РУДОГО ЛІСУ»	165
Кучер А. І., Мацюк О. Б.	
ЕПІГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ РОСЛИН ДО ХРОНІЧНОГО РАДІАЦІЙНОГО ВПЛИВУ	167
Лесишин А. А., Янцо В. В.	
ПАРАДИГМА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ У ЗМІСТІ БАЗОВОЇ ОСВІТИ: ВІД РЕТРОСПЕКТИВИ ЧОРНОБИЛЯ ДО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОПТИМІЗМУ	169
Лось А. С., Блищак С. І., Жирська Г. Я.	
МЕДИЧНІ НАСЛІДКИ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ	173
Лотоцька О. В., Данчишин М. В., Крицька Г. А., Сопель О. М.	
ХАРЧУВАННЯ ПРИ РАДІАЦІЙНОМУ ВПЛИВІ ЯК ЧИННИК ПРОФІЛАКТИКИ НЕГАТИВНИХ НАСЛІДКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я	177
Лотоцька О. В., Данчишин М. В., Сопель О. М., Крицька Г. А., Кашуба М. О., Пашко К. О., Копач О. Є., Федорів О. Є., Флекей Н. В., Смачило О. М.	
ВПЛИВ РАДІАЦІЇ НА БІОРІЗНОМАНІТТЯ ПІДЛІСКУ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ПОЛІССЯ	180
Лотоцька С. Б., Герц Н. В.	
ВПЛИВ КУПРУМУ НА ФОТОСИНТЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ <i>CARLINA OMPORDIFOLIA</i> BESSER EX SZAFER, KULCZ. ET PAWL	183
Метельська І. С., Тарасенко У. П., Прокоп'як М. З., Дробик Н. М.	

ЗМІСТ

СТІЙКІСТЬ <i>CERCIS CANADENSIS</i> ДО ЗАБРУДНЕННЯ СВИНЦЕМ	186
Нужина Н. В.	
ГЕНЕТИЧНІ НАСЛІДКИ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ: АНАЛІЗ ТРАНСГЕНЕРАЦІЙНИХ МУТАЦІЙНИХ ЗМІН У ЛЮДИНИ.....	188
Пашко К. О., Кашуба М. О., Лотоцька О. В., Данчишин М. В., Сопель О. М., Крицька Г. А., Копач О. Є., Федорів О. Є., Флекей Н. В., Смачило О. М.	
ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ НА УРОКАХ ІСТОРІЇ: ФОРМУВАННЯ ГРОМАДЯНСЬКОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ УЧНІВ	191
Петренко Н. М.	
ВПЛИВ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН НА НАКОПИЧЕННЯ РАДІОПРОТЕКТОРІВ У ЛИСТКАХ ЛЮПИНУ БІЛОГО (<i>LUPINUS ALBUS L.</i>).....	192
Пида С. В., Тригуба О. В., Дзендзель А. Ю.	
ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ТЕМИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ	196
Полянська Х. Ф., Кіндзеревич Д. П., Москалюк Н. В., Прокопів І. Б.	
ІНТЕГРАЦІЯ ДОКУМЕНТАЛЬНИХ ТА ХУДОЖНІХ ДЖЕРЕЛ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ РАДІОЕКОЛОГІЧНОЇ ГРАМОТНОСТІ УЧНІВ	199
Романюк Д. О., Москалюк Н. В.	
ЧОРНОБИЛЬСЬКА ТРАГЕДІЯ ЯК КОЛЕКТИВНА ПСИХОЛОГІЧНА ТРАВМА УКРАЇНЦІВ.....	201
Свідерська Г. М.	

ЗМІСТ

ОСВІТНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ В КОНТЕКСТІ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ.	203
Сірант О. В.	
ДЕЗАДАПТАЦІЯ ІНТЕГРАТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ІМУННОЇ СИСТЕМИ В ОСІБ, КОТРІ ЗАЗНАЛИ ПРОЛОНГОВАНОГО ВПЛИВУ МАЛИХ ДОЗ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ	205
Соколенко В. Л., Соколенко С. В.	
МЕХАНІЗМИ РАДІОАДАПТАЦІЇ БІОТИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ	206
Стасів А. В.	
УРОКИ ЧОРНОБИЛЯ ЯК ЗАСІБ ГРОМАДЯНСЬКОГО ВИХОВАННЯ ШКОЛЯРІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ.....	208
Степанюк А. В., Міщук Н. Й.	
ВПЛИВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ НА ПСИХІЧНЕ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНЦІВ	212
Трисирюка Н., Савелюк Н. М.	
ВПЛИВ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ CARLINA OMPORDIFOLIA BESSER EX SZA FER, KULCZ. ET PAWL. В УМОВАХ IN VITRO	215
Федорчук В. Ю., Прокоп'як М. З., Сташків І. П., Голіней Г. М., Дробик Н. М.	
ЙОДНА ПРОФІЛАКТИКА ЯК ЗАСІБ ЗАХИСТУ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ ПРИ РАДІАЦІЙНИХ АВАРІЯХ.....	218
Целінь Я.М., Чень І.Б.	
ДОННІ БЕЗХРЕБЕТНІ ОЗЕРА ДАЛЕКЕ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ	222
Цибульська А.А.	

ЗМІСТ

РОЛЬ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (PINUS SYLVESTRIS L.) У ВІДНОВЛЕННІ ПОРУШЕНИХ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ У БАСЕЙНІ ПРИП'ЯТІ.....	223
Чіпак Д. Т., Мацюк О. Б. ВИКЛИКИ ВПЛИВУ ВІЙНИ НА ОРНІТОФАУНУ УКРАЇНИ.....	226
Шевчик Л. О., Фрицька Л. М. ПОРІВНЯЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ СОНЯШНИКА ОДНОРІЧНОГО (HELIANTHUS ANNUUS L.) В ВОДНИХ І ГРУНТОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ПІСЛЯ ЯДЕРНИХ АВАРІЙ	228
Шлянта Т. Б., Сокіл Б.Б., Гуменюк Г. Б., Сверстюк А. С. ОСВІТНІ АСПЕКТИ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ	230
Шурин О. І. ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАЛИШКОВИХ ОЗЕР КОЛИШНЬОЇ ВОДОЙМИ- ОХОЛОДЖУВАЧА ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС ЗА САПРОБІОЛОГІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ФІТОПЛАНКТОНУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ.....	233
Щербак В. І., Михайлюк О. В., Гудков Д. І., Беляєв В. В. ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ КРІЗЬ ПРИЗМУ ВИВЧЕННЯ ПРИЧИН ТА НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ.....	235
Явна В. В., Михайлишин Н. Т., Карпець Ю. А., Москалюк Н. В. ОСВІТНІ АСПЕКТИ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ	239
Янковська Л. В. АДАПТАЦІЯ МЕЛАНОГЕННИХ ГРИБІВ ДО РАДІАЦІЙНОГО ТА ХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ.....	243
Яворівський Р. Л., Партола К. І.	

ЗМІСТ

РОСЛИНИ-РАДІОПРОТЕКТОРИ: МОРФОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ МЕХАНІЗМИ ЗАХИСТУ ВІД ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	246
--	------------

Яворівський Р. Л., Семенюк К. Р.

РАДІОЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ ТА СУЧАСНІ МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ	250
--	------------

Яцюк В. М., Варик Г. С., Бойко М. П.

ПСИХОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ ДЛЯ ЛІКВІДАТОРІВ ТА ЕВАКУЙОВАНИХ: 40 РОКІВ ПІСЛЯ ТРАГЕДІЇ	253
--	------------

Юрчишин О. М., Федорів О. Є., Копач О. Є., Крицька Г. А., Пашко К. О.

РОЗДІЛ 3

ЧОРНОБИЛЬ У НАУКОВОМУ ДИСКУРСІ, КУЛЬТУРНИХ ТА ТУРИСТСЬКИХ ПРАКТИКАХ І СУСПІЛЬНІЙ ПАМ'ЯТІ	255
---	------------

ЕТНОКУЛЬТУРНИЙ ЛАНДШАФТ ЧОРНОБИЛЬСЬКОГО ПОЛІССЯ: ПОТЕНЦІАЛ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ ДЛЯ СУЧАСНОГО ТУРИЗМУ.....	255
--	------------

Алейнова П. Д., Єпик Л. І.

ЧОРНОБИЛЬСЬКА АТОМНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ В ЕКОЛОГІЧНОМУ ДИСКУРСІ ОНЛАЙН-МЕДІА «РУБРИКА»	256
---	------------

Барна С. С., Мединська О. Я.

ЕКОЛОГО-ТУРИСТИЧНА ЦІННІСТЬ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ.....	260
---	------------

Віленський В. О., Новікова А. В.

ЗОНА ВІДЧУЖЕННЯ ЯК АТРАКТИВНИЙ ОБ'ЄКТ РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ	261
---	------------

Гавришок Б. Б., Доліпикула Г. М.

ЗМІСТ

ТРАГЕДІЯ ЧОРНОБИЛЯ: ВІД ТЕХНОГЕННОГО КОЛАПСУ ДО ЗОНИ ВІДРОДЖЕННЯ	263
Герасим Я., Ласа С. І., Москалюк Н. В.	
ТРАНСФОРМАЦІЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ЯК ОБ'ЄКТА ТУРИЗМУ ТА ПАМ'ЯТІ: ЕТИЧНІ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ	267
Гетьман Х. С., Єпик Л. І.	
ЕТНОГЕОГРАФІЧНІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПОЛІССЯ: ВІД ТРАДИЦІЙНОГО РОЗСЕЛЕННЯ ДО ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ.....	268
Гончаренко С. О., Єпик Л. І.	
КУЛЬТУРОЛОГІЧНА РЕФЛЕКСІЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ: ТРАНСФОРМАЦІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІДЕНТИЧНОСТІ ТА ІСТОРИЧНОЇ ПАМ'ЯТІ.....	270
Єпик Л. І.	
ІНДУСТРІЯ ГОСТИННОСТІ ТА ТУРИСТИЧНІ ДЕСТИНАЦІЇ ЗОН ТЕХНОГЕННИХ КАТАСТРОФ	271
Задворний С. І.	
ОРГАНІЗАЦІЯ ТУРИЗМУ В ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ У ДОВОЄННИЙ ПЕРІОД ТА ПОВОЄННІ ПЕРСПЕКТИВИ.....	273
ЧОРНОБИЛЬСЬКА ТРАГЕДІЯ:	
ІСТОРІЯ КАТАСТРОФИ.....	275
Зілецький В. М., Москалюк М. М.....	
ЧОРНОБИЛЬСЬКА ЗОНА ВІДЧУЖЕННЯ: ВІД ТЕХНОГЕННОЇ ТРАГЕДІЇ ДО МУЛЬТИДИСЦИПЛІНАРНОГО ПРОСТОРУ ПАМ'ЯТІ... 	279
Зінченко К. Є., Новікова А. В	
ТЕМНИЙ ТУРИЗМ У ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ: ЕТИЧНІ ВИКЛИКИ ТА РОЛЬ У ЗБЕРЕЖЕННІ СУСПІЛЬНОЇ ПАМ'ЯТІ.	280
Іщенко Ю. Ю., Єпик Л. І.	
ЕКСКУРСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ.....	282
Коваленко О. В.	

ЗМІСТ

РЕВІТАЛІЗАЦІЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ЯК УНІКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТА ІНДУСТРІАЛЬНОЇ ТА ПРИРОДНОЇ СПАДЩИНИ В ТУРИСТИЧНИХ ПРАКТИКАХ	283
Кожушко А. О., Єпик Л. І. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОГО ТА НАУКОВОГО ТУРИЗМУ В ЧОРНОБИЛЬСЬКОМУ РАДІАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНОМУ БІОСФЕРНОМУ ЗАПОВІДНИКУ	285
Лагуткіна М. В., Єпик Л. І. ЧОРНОБИЛЬСЬКА ЗОНА ВІДЧУЖЕННЯ ЯК ФЕНОМЕН «ТЕМНОГО ТУРИЗМУ»: ТРАНСФОРМАЦІЯ ТРАГЕДІЇ У ТУРИСТИЧНИЙ РЕСУРС	286
Новікова А. В. ЧОРНОБИЛЬСЬКА КАТАСТРОФА ЯК ФАКТОР ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ УКРАЇНСЬКОГО СУСПІЛЬСТВА: ВІД ХХ ДО ХХІ СТОЛІТТЯ	288
Петрушка С. Б. ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ АВАРІЙ НА АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ СВІТУ	290
Постна В. В., Дяченко Л. А. РОЗРОБКА ТРАНСКОРДОННИХ ЕТНОГРАФІЧНИХ МАРШРУТІВ «ШЛЯХАМИ ПОЛІСЬКОЇ ДОЛІ»: ІНТЕГРАЦІЯ АУТЕНТИЧНИХ ТРАДИЦІЙ У СУЧАСНИЙ ТУРИСТИЧНИЙ ПРОСТІР	291
Пташніченко С. О., Єпик Л. І. ПРИМУСОВЕ ПЕРЕСЕЛЕННЯ ЯК ЕТНОГЕОГРАФІЧНИЙ ФЕНОМЕН: ДОСВІД ЧОРНОБИЛЯ	293
Ростока В. С., Єпик Л. І.	

ЗМІСТ

СУЧАСНЕ ПЕРЕОСМИСЛЕННЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ТРАГЕДІЇ В КОНТЕКСТІ ВІЙНИ ТА МИСТЕЦТВА (НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЗАХОДІВ ОСВІТНЬОГО ВОЛОНТЕРСЬКОГО ПРОЄКТУ «ПАТРІОТИЧНІ Й НЕБАЙДУЖІ»)	294
Сеньовська Н. Л., Скуратко Т. М.	
«НЕСЕ СИВА ЧОРНОБИЛЬСЬКА МАТИ ЦЮ ПЛАНЕТУ...»: ХУДОЖНЄ ОСМИСЛЕННЯ ТРАГЕДІЇ ЧОРНОБИЛЯ У МОЗАІЧНІЙ ПОЕМІ ІВАНА ДРАЧА «ЧОРНОБИЛЬСЬКА МАДОННА»	298
Скуратко Т. М.	
ЧОРНОБИЛЬСЬКА ТРАГЕДІЯ НА ПОШТОВИХ МАРКАХ УКРАЇНИ.....	303
Стеценко А. Р., Орихівська О. М.	
НЕЗАБУТНІ МИТИ (тези підготовлено учасником ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС)	305
Тарара А. М.	
ЧОРНОБИЛЬСЬКА КАТАСТРОФА У СВІТОВІЙ ЛІТЕРАТУРІ.....	310
Козій О. Б.	
УРОКИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ ТА РИЗИКИ СЬОГОДЕННЯ	313
Чарторинський В.Ю.	
ЧОРНОБИЛЬСЬКА ЗОНА ЯК ПРОСТІР ТРАНСФОРМАЦІЇ СВІДОМОСТІ ТУРИСТА.....	315
Щука Г. П., Безрученков Ю. В.	
ПОСТТРАВМАТИЧНА ІДЕНТИЧНІСТЬ: ДОСВІД НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕРЕОСМИСЛЕННЯ АВАРІЇ НА ЧАЕС	319
Яковлєва Я. О.	
СПОГАДИ ЛІКВІДАТОРІВ АВАРІЇ НА ЧАЕС.....	322
СВІДЧЕННЯ ЕПОХИ: АРХІВНІ ФОТОМАТЕРІАЛИ.....	334
ПІСЛЯСЛАСЛОВО РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ.....	352

РОЗДІЛ 1

**ЯДЕРНА ТА РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА В УМОВАХ
ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТІВ І РОЛЬ МІЖНАРОДНИХ
ОРГАНІЗАЦІЙ У ЗАПОБІГАННІ ТА ПОДОЛАННІ
ГЛОБАЛЬНИХ ЗАГРОЗ. РАДІОЕКОЛОГІЧНІ ТА
РАДІОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ, МОНІТОРИНГ
ДОВКІЛЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ
ПРИРОДООХОРОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПІДХОДІВ**

УДК 504.064.3:546.79:614.876

**РАДІОГЕОХІМІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ
ОЦІНКИ РАДІАЦІЙНИХ РИЗИКІВ ДОВКІЛЛЯ**

Баб'як М. А., Гуменюк Г. Б.

Тернопільський національний педагогічний університет імені
Володимира Гнатюка

E-mail: babiiak@chem-bio.com.ua

Радіогеохімічний моніторинг є основним джерелом регулярної та системно-організованої інформації про просторовий розподіл радіоактивних і техногенних елементів або їх ізотопів, а також закономірності їх мобілізації, транзиту, локалізації та фіксації у компонентах природного середовища [3]. Він реалізується на трьох ієрархічних рівнях: національному (масштаб 1:1 000 000–1:500 000), регіональному (1:200 000–1:100 000) та локальному (1:50 000–1:25 000), що дозволяє охоплювати як загальну радіоекологічну ситуацію в країні, так і деталізовану картину забруднення окремих природно-територіальних комплексів.

У зарубіжній науковій практиці активно розвиваються методи управління радіоактивними відходами та дезактивації забруднених природних середовищ. Міжнародний огляд засвідчує, що у країнах Європи та Азії зафіксовано перевищення допустимих концентрацій радіонуклідів у водах понад рівень 1 Бк/л, а найпоширенішим методом дезактивації забруднених ділянок визнано адсорбційні технології, хоча наголошується на необхідності розроблення інтегрованих підходів, орієнтованих на сталий розвиток [5].

Ключовим методологічним підходом у радіогеохімічному

моніторингу є гамма-знімання території, яке поєднується з відбором проб ґрунту, рослинності та природних вод для подальшого радіохімічного аналізу. Комплексний характер методу забезпечує можливість ідентифікації джерел забруднення, оцінки масштабів і динаміки міграції радіонуклідів, а також прогнозування їх поведінки у природних геосистемах [1]. Результати радіоекологічних досліджень, проведених через 37 років після аварії на ЧАЕС, підтверджують актуальність безперервного радіогеохімічного моніторингу. Аналіз сірого лісового ґрунту природних лук Лісостепу Правобережного засвідчив, що вміст ^{137}Cs та ^{90}Sr перевищує фонові значення і зосереджується переважно у верхніх горизонтах ґрунту, що суттєво підвищує ризики надходження радіонуклідів до рослинних організмів і, як наслідок, їх потрапляння до харчових ланцюгів [2]. Дослідження дерново-опідзоленого піщаного ґрунту присадибних ділянок зафіксувало більш активну вертикальну міграцію радіонуклідів у легких за гранулометричним складом ґрунтах, що становить реальну загрозу забруднення підземних вод і вимагає особливої уваги при плануванні землекористування [2].

Важливим аспектом оцінки радіаційних ризиків є також індивідуальний радіологічний моніторинг населення, яке проживає на забруднених радіонуклідами територіях. Як показує практика ліквідації наслідків значних викидів радіонуклідів, дані індивідуального моніторингу є незамінними для верифікації результатів геохімічних досліджень і адекватного планування захисних заходів [4]. Поєднання методів радіогеохімічного та індивідуального моніторингу формує комплексну основу для оцінки реального дозового навантаження на людину.

Таким чином, радіогеохімічний моніторинг забезпечує системне відстеження розподілу та міграції радіонуклідів у природному середовищі на різних ієрархічних рівнях. Збереження підвищених концентрацій ^{137}Cs та ^{90}Sr у ґрунтах постчорнобильських територій підтверджує необхідність його безперервного проведення. Поєднання геохімічних методів із зарубіжними технологіями дезактивації та індивідуальним моніторингом населення формує комплексну основу для оцінки дозового навантаження і мінімізації радіаційних ризиків.

Перспективним напрямом є впровадження геоінформаційних технологій і дистанційного зондування для підвищення оперативності виявлення зон забруднення. Актуальним залишається також розроблення адаптованих методів ремедіації забруднених ґрунтів на основі адсорбційних і біологічних технологій з урахуванням критеріїв економічної ефективності та екологічної безпеки.

Список літератури:

1. Адеола А. О. та ін. Досягнення в управлінні радіоактивними відходами та радіонуклідним забрудненням у складських приміщеннях навколишнього середовища: огляд. *Навколишнє середовище та здоров'я*. 2023. Т. 45, № 6. С. 2663–2689.
2. Берковський В., Ратія Г., Бончук Ю. Індивідуальний радіологічний моніторинг після значних викидів радіонуклідів у навколишнє середовище. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2018. № 23. С. 41–42.
3. Дідур І. М. та ін. Радіологічна оцінка дерново-опідзоленого піщаного обґрунтування присадибних територій після 37-річного періоду аварії на Чорнобильській АЕС. *Таврійський науковий вісник*. 2024. Т. 1, № 139. С. 251–257.
4. Клименко М. О., Прищепа А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля : підручник. Рівне : НУВГП, 2023. С. 278–280.
5. Хомутинін Ю., Левчук С., Кашпаров В. Експрес-оцінка щільності забруднення обґрунтована посадкою ізотопів чорнобильського походження. *Наукові звіти Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2022. Т. 18, № 4. URL: <https://doi.org/dopovidi2022.04.001>.

УДК 502:504

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА АЕС ЯК СКЛADOVA ЯКОСТІ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Барна І. М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: birine21@gmail.com

Екологічна безпека об'єктів атомної енергетики є критично важливою через масштабність потенційних наслідків для населення та довкілля, а також специфіку ядерного палива, що обумовлює превентивний характер заходів безпеки [1]. Основні причини важливості забезпечення такої безпеки включають: масштабність можливого забруднення, специфіка енергоносія, неконтрольоване вивільнення енергії якого створює загрозу техногенної катастрофи, ризики для здоров'я сучасних і майбутніх поколінь, проблема утилізації відходів невідпрацьованого ядерного палива, надійність та оперативність безперервного контролю радіаційного стану та прогнозування руху радіоактивної хмари у разі аварії для вчасного впровадження захисних заходів для населення та ін [4]. У випадку АЕС екологічна безпека повинна базуватися на принципах виправданості та оптимізації (ALARA), щоб залишатись інструментом запобігання незворотним змінам в екосистемах та забезпечувати права громадян на безпечне довкілля в умовах використання атомної енергії.

Функціонування атомної електростанції як об'єкта підвищеної небезпеки базується на суворому дотриманні законодавства України, зокрема Законів «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» та «Про поводження з радіоактивними відходами». Радіаційна безпека персоналу та населення вважається забезпеченою за умови виконання трьох ключових принципів: виправданості, неперевищення встановлених доз та оптимізації (принцип ALARA) [2, 3]. Останній передбачає підтримання рівнів опромінення на максимально низькому рівні, який є розумно досяжним з урахуванням економічних факторів.

На атомних електростанціях у нашій країні впроваджено

специфічні управлінські рішення для мінімізації ризиків, такі як принцип «STAR» (зупинись, подумай, виконуй, перевір) для попередження помилок персоналу та система постійного обміну інформацією між змінами. Також проводиться регулярне оновлення обладнання: на станції встановлені сучасні стаціонарні прилади для ідентифікації осіб та вимірювання радіації при виході із зони суворого режиму, які мають мінімальний вплив на організм людини [2, 3].

Центральним елементом забезпечення екологічної безпеки українських атомних електростанцій є Автоматизована система контролю радіаційного стану (АСКРС), яка вважається однією з найкращих у світовій практиці. Система наприклад Рівненської АЕС здійснює безперервний контроль на території площею 3 тисячі квадратних кілометрів, охоплюючи 109 населених пунктів, де проживає близько 143 тисяч осіб [2].

До структури АСКРС входять: 16 постів на промисловому майданчику та 13 постів у санітарно-захисній зоні та зоні спостереження (30-кілометрова зона); два пересувних пости на автомобілях високої прохідності, оснащені обладнанням для відбору проб, метеорологічних вимірів та передачі даних через супутник; центральний пост контролю, що включає метеорологічні комплекси для зондування атмосфери на висоті до 3000 м та прогнозування розповсюдження радіоактивних речовин у разі аварії. Лабораторний контроль, що проводиться у 42 населених пунктах зони спостереження з 1979 року, доповнює автоматизовані дані високою чутливістю аналізування. За допомогою автоматичних метеорологічних комплексів, що входять до складу центрального поста контролю АСКРС на Рівненській АЕС, визначається більш як 30 метеорологічних параметрів. До переліку цих параметрів входять: щільність потоку сонячного випромінювання; баланс випромінювання, що йде від поверхні Землі; дальність видимості; стан погоди за кодами Всесвітньої метеорологічної організації [2].

Окрім наземних вимірювань, комплекси здійснюють дистанційне зондування атмосфери на висоті до 3000 метрів, визначаючи наступні показники: швидкість і напрямок горизонтального вітру; швидкість вертикальних рухів повітря; температура повітря за шарами; категорія стійкості атмосфери.

Уся отримана метеорологічна інформація разом із радіаційними параметрами використовується для оперативного прогнозування радіаційної обстановки у 30-кілометровій зоні спостереження РАЕС та підтримки ухвалення рішень щодо захисту персоналу й населення у разі виникнення аварійних ситуацій

З очевидних та вказаних вище причин функціонування АЕС супроводжується постійним аналізом екологічного впливу. До прикладу, згідно з даними моніторингу, реальні рівні викидів та скидів радіоактивних речовин на РАЕС залишаються значно нижчими за допустимі норми. У 2017 та 2018 роках активність газо-аерозольних викидів та рідких скидів у річку Стир не перевищувала одиниць відсотків від установлених лімітів. Зокрема, показники потужності дози в населених пунктах зони спостереження коливалися в межах 0,06–0,18 мкЗв/год, що відповідає значенням природного фону. Найвищі показники викидів зазвичай фіксувалися у грудні (0,35% у 2017 р.) або травні (0,734% у 2018 р.), проте вони все одно залишалися в десятки разів меншими за критичні межі [2].

Важливим аспектом безпеки є функціонування санітарно-захисної зони, де заборонено будівництво житла та громадських споруд. Для зниження ризику потрапляння радіонуклідів у харчовий ланцюг застосовуються методи агрохімічної меліорації: внесення калійних добрив для заміщення цезію та вапнування ґрунтів для конкуренції з кальцієм проти стронцію.

Окрім радіаційного аспекту, РАЕС здійснює контроль за нерадіоактивними викидами в атмосферу через моніторинг стаціонарних джерел, перевірку автотранспорту та використання спеціалізованого обладнання. Згідно з офіційними даними, контроль реалізується за такими напрямками: моніторинг стаціонарних джерел оскільки на балансі підприємства зареєстровано 261 стаціонарне джерело викидів в атмосферу (контролюється 40 найменувань забруднюючих нерадіоактивних речовин; контроль викидів від автотранспорту, завдяки 2 атестованих контрольно-регулюючих постан для діагностики автомобілів та вимірювання токсичності й задимленості відпрацьованих газів; хімічний контроль через пересувні пости завдяки дії у складі системи АСКРС двох пересувних постів на

автомобілях високої прохідності. Окрім радіаційних та метеорологічних параметрів, ці пости оснащені устаткуванням для контролю хімічних параметрів безпосередньо у польових умовах у будь-якій точці 30-кілометрової зони.

Таким чином, екологічна безпека АЕС є критично важливою детермінантою якості навколишнього середовища, оскільки вона охоплює комплекс заходів, спрямованих на запобігання радіаційному та хімічному забрудненню екосистем.

Список літератури:

1. Барна І. ОВД як механізм забезпечення екологічної безпеки. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія*. Тернопіль: СМП «Тайп». №1 (випуск 46). 2019. С. 215–224. <https://doi.org/10.25128/2519-4577.19.2.27>

2. Результати роботи РАЕС. URL : http://eco.com.ua/content/radiatsiinii-monitoring-gazo-aerazolnikh-vikidiv-rivnenskoj-aes_ (дата звернення 02.04.2026).

3. Сайт з питань ядерної безпеки, радіаційного захисту та нерозповсюдження ядерної зброї. URL: <https://uatom.org/index.php/zagalni-vidomosti/> (дата звернення 02.04.2026).

4. Щаслива Л., Пашков А., Стецько І. Міфи про дешеву та екологічно безпечну атомну енергію. *Екологічний вісник*. 2018. №1. С. 5–7.

УДК 577.34:581.526.3

НАКОПИЧЕННЯ ^{90}Sr та ^{137}Cs У НАДЗЕМНИХ ТА ПІДЗЕМНИХ ОРГАНАХ ГЕЛОФІТІВ ВОДОЙМ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

Беляєв В. В., Волкова О. М., Гудков Д. І. Пришляк С. П.

Інститут гідробіології НАН України

E-mail: 2volkovaen@gmail.com

Дослідження, які були виконані у водних екосистемах поза межами зони відчуження, показали суттєві розбіжності величин питомої активності ^{137}Cs у надземних та підземних органів гелофітів. Тому метою роботи було визначення закономірностей формування рівнів накопичення ^{90}Sr та ^{137}Cs у надземних органів

(листя+стебла+генеративні органи), кореневищ та ґрунтових коренів очерету звичайного та рогузу вузьколистого, що дозволить коректно розрахувати дозу внутрішнього опромінення зазначених видів та встановити їхню роль у процесах перерозподілу радіонуклідів в екосистемах водойм.

Проби гелофітів відбирали упродовж 2021–2025 рр. в екосистемах оз. Азбучин та залишкових водойм водойми-охолоджувача ЧАЕС (ВО ЧАЕС).

Питома активність ^{90}Sr у надземних органів очерету звичайного з екосистеми оз. Азбучин зареєстрована у діапазоні величин 5,4–24,0, кореневищ – 1,6–3,5, ґрунтових коренів – 19,0–121,0 кБк/кг повітряно сухої маси, рогузу вузьколистого – відповідно 24,2–76,7, 11,3–49,2, та 32,5–92,8 кБк/кг. Вміст ^{137}Cs у надземних органів очерету звичайного становив 0,1–16,2, кореневищ – 0,5–5,6, ґрунтових коренів – 14,3–87,3, рогузу вузьколистого – відповідно 0,2–3,0, 0,4–5,9 та 4,3–108,0 кБк/кг. Питома активність ^{90}Sr у надземних органів, кореневищ і коренів очерету звичайного та рогузу вузьколистого з екосистем залишкових водойм ВО ЧАЕС відповідно складала 0,03–2,1, 0,03–0,5 і 0,5–20,0 та 0,06–3,0, 0,2–2,1 і 0,4–2,1, ^{137}Cs – 0,2–3,2, 0,2–9,1 і 0,8–13,1 та 0,06–3,0, 0,06–6,0 і 0,8–10,7 кБк/кг.

У середньому питома активність ^{90}Sr ґрунтових коренів очерету звичайного з екосистеми оз. Азбучин перевищувала його вміст у надземних органах у 3,7, рогузу вузьколистого – у 1,5 разів, з екосистем залишкових водойм ВО ЧАЕС – приблизно в 1,5 разів у обох видів. Питома активність ^{137}Cs ґрунтових коренів очерету звичайного з екосистеми оз. Азбучин перевищувала його вміст у надземних органах у 15 рогузу вузьколистого – у 27 разів. В екосистемах залишкових водойм ВО ЧАЕС співвідношення величин питомої активності коренів та надземних органів у досліджуваних видів у середньому дорівнювало 6.

Величини питомої активності ^{90}Sr у кореневищ очерету звичайного та рогузу вузьколистого з екосистем досліджених водойм в основному були меншими, ніж у надземних органах, ^{137}Cs – в основному вірогідно не відрізнялися від рівнів забруднення надземних органів.

Роботу виконано за підтримки НФДУ (проект № 2023.03/0156), НАН України, у співробітництві з ДСП

УДК [577.34:597]

**ПРОГНОЗНА ОЦІНКА ВМІСТУ ШТУЧНИХ РАДІОНУКЛІД
В ІХТІОФАУНІ ЗАЛИШКОВИХ ВОДОЙМ ВОДОЙМИ
ОХОЛОДЖУВАЧА ЧАЕС**

**Беляєв В. В., Волкова О. М., Гудков Д. І. Пришляк С. П.,
Каглян О. Е., Юрчук Л. П.**

Інститут гідробіології НАН України

E-mail: belyaev-vv@ukr.net

У більшості водойм іхтіофауна є кінцевою ланкою трофічних ланцюгів і, відповідно, відображує радіоекологічну ситуацію в екосистемі. Упродовж 30–35 років після Чорнобильської аварії у представників іхтіофауни з водойми охолоджувача Чорнобильської АЕС (ВО ЧАЕС) спостерігали зменшення питомої активності радіонуклідів. Останнім часом зазначені процеси уповільнилися, а у деяких випадках відзначено збільшення питомої активності радіонуклідів в організмі. Тому метою роботи була прогнозна оцінка вмісту радіонуклідів у домінуючих видів риб залишкових водойм ВО ЧАЕС.

Передбачалось, що динаміка вмісту радіонукліда у риб відповідає рішенням диференційного рівняння 1-го порядку при сталому надходженні радіонукліда до організму. Розглядали варіант перевищення кількості надходження радіонукліда до організму над його біологічним виведенням та варіант переважання біологічного виведення. Вважалося, що величина надходження радіонукліда до організму приблизно однакова для періоду визначення параметрів та періоду прогнозу. Параметри моделі накопичення радіонукліда визначалися за часовими рядами питомої активності у окремих видів риб з найбільших залишкових водойм ВО ЧАЕС. Проби риб відібрали протягом 2021–2025 рр. 2–4 рази на рік, в основному у 2023–2025 рр. Вміст ^{90}Sr та ^{137}Cs визначали спектрометричними методами, зразки вимірювали в однаковій геометрії, статистична невизначеність не перевищувала 5 %. Коефіцієнт варіації у річний виборці риб одного виду складав для ^{90}Sr близько 25 %, для ^{137}Cs – 25–70 %.

Було встановлено, що за період 2023–2025 рр. у більшості видів риб ВО ЧАЕС не спостерігалось достовірної зміни вмісту радіонуклідів. Однак в деяких залишкових водоймах у карася сріблястого, верховодки, плоскирки, краснопірки, окуня та головеня зареєстровано збільшення питомої активності ^{90}Sr приблизно на 20 %, також у верховодки та окуня зареєстровано збільшення питомої активності ^{137}Cs . В зазначений період у водоймах не спостерігалось вірогідних змін об'ємної активності ^{90}S та ^{137}Cs .

До 2030 р. у риб залишкових водойм ВО ЧАЕС питома активність ^{90}Sr може збільшитися до 80 %, питома активність ^{137}Cs у хижих риб може збільшитися на 50–100 %, у середньоциклових мирних видів – залишиться на сучасному рівні, у короткоциклових – збільшиться. Роботу виконано за підтримки НФДУ (проект № 2023.03/0156), НАН України, у співробітництві з ДСП «Екоцентр» Державного агентства України з управління зоною відчуження.

УДК 004.75:502.5

**АРХІТЕКТУРНІ ПІДХОДИ ДО АВТОНОМНОГО
МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ НА ТЕРИТОРІЯХ ІЗ
ПІДВИЩЕНИМ ТЕХНОГЕННИМ РИЗИКОМ**

Бородій І. І., Осухівська Г. М.

Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

E-mail: ivanborodii@tntu.edu.ua, osukhivska@tntu.edu.ua

Чорнобильська катастрофа продемонструвала, що для територій із підвищеним техногенним ризиком критично важливими є безперервність екологічного моніторингу, надійність фіксації даних і можливість їх збереження за умов нестабільного зв'язку або перебоїв живлення. Необхідність розробки автономних систем екологічного моніторингу для таких територій підтверджується тим, що система радіаційно-екологічного моніторингу зони відчуження охоплює близько 400 пунктів, створів і точок спостереження різного призначення, 145 спостережних свердловин, 7 колишніх населених пунктів і 39 постів автоматизованої системи контролю радіаційного стану [1].

У цих умовах особливої ваги набуває створення розподілених цифрових вузлів, здатних функціонувати автономно та забезпечувати локальний контроль параметрів середовища.

Вибір архітектури збереження даних є ключовим для автономних екологічних вузлів. Порівняльний аналіз сучасних систем зберігання даних Data Lakehouse свідчить, що різні формати мають різну ефективність залежно від цільового сценарію використання. Формат Delta Lake доцільно застосовувати у випадках, коли пріоритетом є швидкість завантаження даних, тоді як Apache Iceberg є більш виправданим для систем, де критичними є стабільність і економія дискового простору [2]. У сфері екологічного моніторингу це означає, що локальний рівень системи повинен поєднувати швидке первинне накопичення даних із механізмами, які забезпечують цілісність, контрольоване оновлення та подальшу синхронізацію з центральним аналітичним середовищем.

Практична цінність цього підходу полягає у створенні багаторівневої системи моніторингу для територій із підвищеним екологічним навантаженням. Нижній рівень забезпечує безперервний збір параметрів мікроклімату, газового складу повітря та інших показників середовища, тоді як верхній рівень формує централізоване аналітичне сховище для довгострокового аналізу та підтримки управлінських рішень. Після інтеграції радіаційних модулів така архітектура також придатна для задач радіаційно-екологічного контролю.

Список літератури:

1. Державне агентство України з управління зоною відчуження. Публічний звіт про результати діяльності ДАЗВ у 2024 році. Київ, 2025. 56 с.
2. Бородій І., Осухівська Г. Дослідження ефективності завантаження та зберігання даних у архітектурах Data Lakehouse для формування аналітичних систем даних. Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security. 2025. Вип. 4. С. 28-36. DOI: 10.32782/IT/2025-4-4.

УДК 574.24:504.5:574.2(045)

**БІОІНДИКАЦІЙНА ОЦІНКА РАДІОЕКОЛОГІЧНОГО
СТАНУ ЕКОСИСТЕМ В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО
НАВАНТАЖЕННЯ**

Грицак Л. Р.¹, Колісник Х. М.¹, Бойко Д. А.²

¹Тернопільський національний педагогічний університет імені
Володимира Гнатюка

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій імені С. З. Гжицького

E-mail: kolisnikhristina32@gmail.com

Біоіндикація в умовах поєднаних екологічних ризиків виступає одним із базових елементів системи просторово-часового скринінгу (ПЧС) та біосурвейлансу, оскільки дає змогу здійснювати цілісну оцінку сукупного впливу різнотипних стресорів – радіонуклідних, хімічних і антропогенно трансформованих ландшафтів – на функціонування екосистем і стан живих організмів. Застосування біоіндикаційних підходів у межах ПЧС забезпечує можливість оперативного моніторингу довкілля на різних просторових рівнях, що набуває особливого значення за умов одночасної дії кількох екологічних чинників. Для адекватної оцінки стану біоти за комбінованого антропогенного навантаження, зокрема радіаційного та хімічного забруднення, доцільно використовувати комплексні тест-системи, які поєднують фізіолого-біохімічні, цитогенетичні та морфологічні показники. Такі підходи дозволяють із високою чутливістю фіксувати реакції організмів на стресові впливи. Перспективним напрямом є використання рослин як біоіндикаторів радіаційного забруднення [1]. Оцінювання морфофізіологічних змін асиміляційного апарату, зокрема скорочення довжини хвої та проявів хлорозу чи некрозу, дає змогу визначати не лише інтенсивність радіаційного впливу, а й тривалість його дії. Висока чутливість рослин до іонізуючого випромінювання зумовлює їхню ефективність як індикаторів порушення екологічної рівноваги [3].

У системі біосурвейлансу, що доповнює ПЧС, важливе місце посідають інтегровані підходи, які об'єднують фізіолого-біохімічні, цитогенетичні та хімічні показники. Зокрема, аналіз

вмісту фотосинтетичних пігментів, сполук нітрогену та інших метаболітів відображає реакцію рослин на стрес, тоді як цитогенетичні дослідження (мітотичні аберації, мікроядра) дозволяють оцінити рівень геномної нестабільності під дією мутагенних чинників. Хімічний аналіз ґрунтів і рослин дає змогу виявляти накопичення радіонуклідів і токсикантів [4]. Урахування взаємодії стресорів на різних рівнях організації екосистем є ключовим для об'єктивної оцінки екологічних ризиків. Дослідження в Північній Буковині показали, що поєднання радіаційного та хімічного забруднення призводить до зниження біорізноманіття та змін у функціонуванні екосистем. Підвищені рівні радіоактивності у ґрунтах і рослинах підтверджують комплексний характер впливу. Застосування інтегрованого біоіндикаційного підходу в системі ПЧС забезпечує як кількісну оцінку екологічних ризиків, так і своєчасне виявлення негативних змін у довкіллі, формуючи основу для прийняття ефективних природоохоронних рішень і відновлення порушених екосистем [2].

У наукових дослідженнях показано, що просторовий розподіл радіаційного навантаження має виражений неоднорідний характер і може ефективно оцінюватися за допомогою біомоніторингових підходів. Рівні β - та γ -фону використовуються як інформативні індикатори антропогенного впливу на біоту. Зокрема, мінімальні значення радіаційного фону характерні для гірських територій (6–9 мкР/год), тоді як у зонах спалювання біомаси фіксуються локальні підвищення, пов'язані з накопиченням радіонуклідів у попелі. У межах населених пунктів середні показники γ -фону становлять близько 15–16 мкР/год із окремими перевищеннями нормативів, що відображає мозаїчність забруднення, особливо в районах техногенного навантаження [2].

Аналітичний огляд літературних джерел [1, 2] свідчить про те, що багаторічні трави здатні акумулювати радіонукліди в підземних органах із подальшою їх транслокацією у надземну частину, формуючи локальні ділянки підвищеного радіаційного фону. У межах урбоекосистем середні рівні випромінювання, як правило, не перевищують допустимих значень, однак на дорожніх покриттях можуть виникати локальні аномалії,

ймовірно пов'язані з продуктами згоряння паливно-мастильних матеріалів. Донні відклади відіграють роль депо радіонуклідів, де рівні γ -фону суттєво перевищують ґрунтові показники. Використання дикорослих трав і листя дерев підтверджено як ефективний підхід для біоіндикації радіоактивного забруднення.

Біоіндикаційний аналіз хвойних порід дозволяє виявляти морфологічні зміни, зокрема зменшення довжини хвої та зростання частоти хлорозів і некрозів у зонах антропогенного впливу. Такі зміни тісно пов'язані з дією комплексу стресових чинників, серед яких важливе місце займають радіаційне забруднення та едафічні умови, включно з дефіцитом мінерального живлення. Порушення співвідношення білкових і небілкових форм нітрогену розглядається як показник дестабілізації метаболічних процесів. Водночас підстилка виконує акумулюючу функцію, сприяючи затриманню радіонуклідів у ґрунтовому профілі [2].

Узагальнення цих підходів свідчить, що комплексний біомоніторинг із залученням морфологічних і біохімічних показників є ефективним інструментом ранньої діагностики екологічних змін і дозволяє виявляти локальні осередки техногенного забруднення.

Отже, комплексне застосування біоіндикаційних і радіоекологічних методів забезпечує цілісну оцінку стану екосистем за умов техногенного навантаження. Виявлена мозаїчність забруднення та здатність біоти до акумуляції радіонуклідів свідчать про необхідність інтегрованого підходу до моніторингу довкілля. Біоіндикація є ефективним інструментом ранньої діагностики деградаційних процесів, що створює наукову основу для прогнозування екологічних ризиків і розроблення стратегій збереження біорізноманіття.

Список літератури:

1. Міхєєв О. М., Гуца М. І., Шиліна Ю. В., Овсяннікова Л. Г. Застосування рослинних тест-систем для оцінки комбінованої дії стресорів різної природи на екосистеми. *Наукові праці. Екологія*. 2006. Т. 53, № 40. С. 56–64. URL: <https://lib.chmnu.edu.ua/pdf/naukpraci/ecology/2006/53-40-10.pdf>
2. Morozova T. V., Pushkar N. M. Use of antheriferous method for bioindication in the voluntarily settling out areas of the

Chernonivtsy region. *Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution*: IV International Young Scientists Conference : materials. 2009. P. 48–49.

3. Murshed H. Fundamentals of radiation oncology: physical, biological, and clinical aspects. 3rd ed. 2019. P. 57–87. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814128-1.00003-9>

4. Turkyilmaz, A., Sevik, H., Isinkaralar, K. et al. Use of tree rings as a bioindicator to observe atmospheric heavy metal deposition. *Environ Sci Pollut Res*. 2019. № 26. P. 5122–5130. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3962-2>

УДК 504.5:628.3:519.6.338

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ЗАБРУДНЕННЯ ВОД ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Гуменюк Г. Б.¹, Гарматій Н. М.²

¹Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

²Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

E-mail: gumenjuk@chem-bio.com.ua

Важкі метали, що переносяться водою, становлять значну загрозу як для навколишнього середовища, так і для здоров'я населення. Вкрай важливо вирішити проблему забруднення різних водойм цими небезпечними речовинами через їхню стійку природу та відсутність біорозкладності.

У роботі зібрано і узагальнено інформацію про вміст важких металів у воді річки Саксагань, яка протікає через м. Кривий Ріг та визначено рівень забрудненості ставів, утворених від р. Саксагань у м. Кривий Ріг.

Важливим напрямом є також зменшення антропогенного навантаження шляхом контролю промислових і шахтних стоків. Для інтегральної оцінки якості води застосовано індекс WQI (Water Quality Index), розрахований методом зваженого середнього [1].

Значення WQI визначали на основі узагальнення комплексу гідрохімічних показників з урахуванням їх відповідності гранично допустимим концентраціям (ГДК) для водойм

рибогосподарського призначення. Інтерпретацію отриманих результатів здійснювали за стандартною шкалою класифікації якості води, що широко використовується для методу зваженого середнього. Відповідно до цієї шкали виділяють такі класи якості: відмінна – ≤ 50 ; добра – 51–100; задовільна – 101–200; погана – 201–300; дуже погана – > 300 .

Основними забруднювачами поверхневих вод є важкі метали (нікель, кобальт, свинець), концентрації яких перевищують гранично допустимі значення. Для зниження їх вмісту доцільно застосовувати комплекс заходів, зокрема іонообмінні та сорбційні методи очищення, хімічне осадження металів, а також аерацію води для видалення заліза і марганцю.

В час військової інтервенції російського агресора іде значне забруднення екологічної системи регіонів України важкими металами та іншими шкідливими елементами як для життєзабезпечення рослинного, тваринного світу так і якості життя людей.

Актуальним завданням науковців є дослідити чинники, як екологічного, технологічного так і соціально-економічного характеру, які здатні покращити якість водних ресурсів України. Для таких досліджень краще використовувати теорії нечітких множин та нейромодельовання, яка дозволяє аналізувати вхідні параметри моделювання не тільки кількісні але і якісні, такі наприклад як: екологічна освіта населення (бережливе ставлення до води); інформування про цінність чистих водних ресурсів; залучення громад до моніторингу (громадські ініціативи); запобігання несанкціонованим скидам.

Пропонуємо розроблену нами модель на основі нечітких множин, з подальшою реалізацією моделі в програмному середовищі MATLAB, яке дозволяє апроксимувати нейрозв'язки між вхідними, проміжними і кінцевими параметрами моделі. У таблиці 1 представимо пропоновані параметри моделі.

Таблиця 1.

Терми для лінгвістичної оцінки відібраних чинників та діапазони їх зміни

Змінна	Назва змінної	Діапазон зміни	Терми (рівень впливу чинника)
y1	Заходи технічні:	0-100%	низький(0-30)(Н)

ДО 40-РІЧЧЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ

	-збереження природного стану водойм; -встановлення санітарно-захисних зон постійний моніторинг металів; -недопущення скиду шахтних і промислових вод		середній (-50-75) (C) високий(75-100) (B)
y2	Заходи соціальні: екологічна освіта населення (бережливе ставлення до води; інформування про цінність чистих водних ресурсів залучення громад до моніторингу (громадські ініціативи) запобігання несанкціонованим скидам.	0-100%	низький(0-30)(H) середній (-50-75) (C) високий(75-100) (B)
y3	Економічні:	0-100%	низький(0-30)(H)
	-рівень державного фінансування, державних програм на відновлення екологічної ситуації а регіоні; гранти європейських фінансових інституцій для громад;		середній (-50-75) (C) високий(75-100) (B)

ДО 40-РІЧЧЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ

	рівень залученості громадських організацій по захисту довкілля у місцевому самоврядуванні.		
F-	Рівень якості водних ресурсів в регіоні	0-100%	низький(0-30)(Н) середній (-50-75) (С) високий(75-100) (В)

Вхідні та вихідний параметр при реалізації в програмному середовищі Matlab будуть представлені в трапецевидній формі., як на рисунку 1.

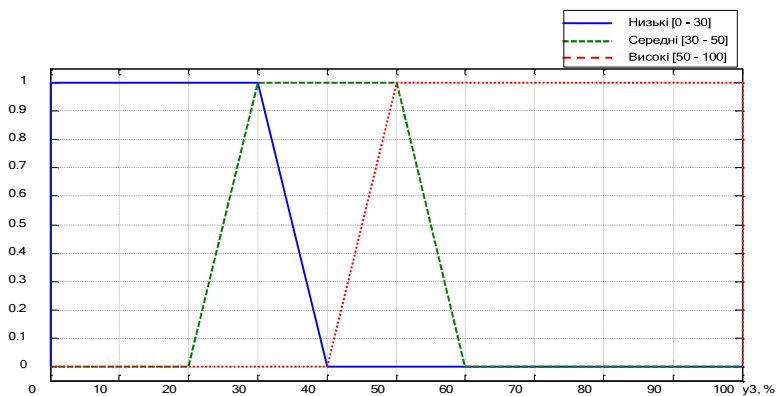


Рис.1. Трапецевидне представлення моделі на основі нечітких множин модуля fuzzy logic програмного середовища з елементами нейромодельовання Matlab.

Розроблена нами модель на основі нечітких множин дозволяє врахувати рівень покращення водних ресурсів в регіонах не тільки технічні чинники, але і соціальні та економічні, що є надзвичайно актуальним для вирішення цих завдань. Моделі на основі нечітких множин та нейромодельовання мають властивість «самонавчатись» та є можливість адаптувати під конкретні параметри наприклад водойми і регіону.

Список літератури:

1. Ali, S. Y.; Sunar, S.; Saha, P.; Mukherjee, P.; Saha, S.; Dutta, S. Drinking Water Quality Assessment of River Ganga in West Bengal, India through Integrated Statistical and GIS Techniques. *Water Sci. Technol.* 2021, 84 (10–11), 2997–3017. URL: <https://doi.org/10.2166/wst.2021.293>

2. Halyna B. Humeniuk/ Complex Assessment and Forecasting of Chemical Pollution of Small Rivers by EcoNomic and Mathematical Modelling Methods. B., Khomenchuk V. O., Harmatiy N. M., Chen I. B. *Journ. Geol. Geograph. Geology*, 30(3), 460–469. 2021. 460-469. URL: [geology-dnu.dp.ua doi: 10.15421/112142](https://doi.org/10.15421/112142)

УДК 574.64:597:539.16(477.41)

**АДАПТАЦІЯ РИБ В УМОВАХ ХРОНІЧНОГО
РАДІАЦІЙНОГО ОПРОМІНЕННЯ У ВОДОЙМАХ
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ (НА ПРИКЛАДІ
ПЛІТКИ *Rutilus rutilus* L.)**

**Гупало О. О., Гудков Д. І., Беляєв В. В, Пришляк С. П.,
Каглян О. Є.**

Інститут гідробіології НАН України

E-mail: al.gupalo@gmail.com

Біорізноманіття тварин в кризових умовах (техногенні аварії, наслідки військових дій, зміни клімату) зазнає значних змін, проявом яких є зменшення чисельності або зникнення і заміна одних видів іншими, зміна ареалів поширення тощо. В такому сенсі Чорнобильська зона відчуження (ЧЗВ) є зручним полігоном для вивчення тривалого впливу радіаційного навантаження на живі організми та їхньої стратегії адаптації, серед яких риби є достатньо зручним об'єктом. Знаходячись впродовж багатьох поколінь у забруднених радіонуклідами водоймах, риби отримують підвищені дози опромінення, що відбивається на різних рівнях організації біологічних систем. Наразі існують нечисленні дослідження щодо ефектів хронічної дії іонізуючого випромінювання для риб ЧЗВ на клітинному, тканинному і організменному рівнях [2, 4, 5 та ін.]. Проте майже не висвітленим залишається питання щодо впливу хронічного радіонуклідного забруднення на популяційні характеристики риб з огляду їх пристосувального характеру [3].

Дослідження механізмів адаптації риб на популяційному рівні до впливу хронічного дозового навантаження проводили у водоймах ЧЗВ на прикладі плітки (*Rutilus rutilus* L.). Матеріал відбирали протягом весни, літа та осені 2023–2026 рр. із залученням даних 2014–2021 рр. Для дослідження були обрані водойми з різними рівнями радіонуклідного забруднення: залишкові озера колишньої акваторії водойми охолоджувача ЧАЕС (ВО ЧАЕС), Янівський затон та оз. Глибоке.

Рибу ловили ставними та рамковими сітками у співробітництві з ДСП «Екоцентр» ДАЗВ України в рамках регламенту радіоекологічного моніторингу водних екосистем ЧЗВ. Загалом було виловлено та проаналізовано 575 екземплярів плітки. Загальний біологічний аналіз проводили за стандартними методиками [1].

Досліджені водні об'єкти характеризуються різними рівнями радіонуклідного забруднення біотичних і абіотичних компонентів екосистем, що відбивається на величинах накопичення радіонуклідів у тканинах риб та впливає на формування потужності поглиненої дози для риб за рахунок зовнішніх і внутрішніх джерел опромінення. Усереднена потужність поглиненої дози опромінення плітки упродовж 2014–2023 рр. становили: залишкові озера ВО ЧАЕС – $13,0 \pm 5,4$, Янівський затон – $8,7 \pm 3,1$, оз. Глибоке – $46,3 \pm 15,6$ мкГр/год. У ВО ЧАЕС частка чисельності плітки в уловах до 2018 р. становила до третини від загального видового складу. Динаміка уловів плітки за роками у залишкових озерах ВО показала зменшення чисельності плітки за показниками вилову на зусилля починаючи з 2018 р. за рахунок елімінації особин старших вікових груп, внаслідок різкої зміни складу кормової бази у водоймах. З уловів зникли особини, старше 7 років. Після 2023 р. спостерігали поступове відновлення чисельності плітки за рахунок молоді, віком 2–3 роки. В Янівському затоні останнім часом спостерігали поступове зростання частки плітки в уловах та збільшення її чисельності за показниками вилову на зусилля, а в оз. Глибокому – зменшення цих показників.

В усіх досліджених водоймах розмірно-вікова структура стада плітки виявилась неоднорідною, була представлена групами особин з різним темпом росту, і ця особливість

виявилась сталою і не змінювалась протягом років досліджень.

Плітка з ВО ЧАЕС у 2018 р. характеризувалася стандартною довжиною тіла від 13,9 до 31,0 см та була віком 3–9 років. Модальні вікові групи складали особини віком 3–4 роки з довжиною тіла переважно 10–16 см, проте у ловах траплялися 3–5 річні риби з довжиною тіла 9–14 см та 18–19 см, що свідчить про наявність у стаді плітки особин з різним темпом росту. Відсутність пресу від промислового та аматорського лову на популяцію плітки створила умови для збереження риб старшого віку: у ловах траплялися особини до 28–31 см довжиною, віком 7–9 років. Після розмежування ВО на окремі залишкові озера плітка з них характеризувалася меншими розмірами (7–22 см), порівняно із минулими роками, переважанням молодших вікових груп в уловах (віком 1–3 роки та довжиною тіла 1–12 см), а також наявністю особин з різним темпом росту.

В Янівському затоні стадо плітки було представлене особинами із довжиною тіла 7–26 см, віком 1–9 років. Модальні вікові групи були представлені особинами віком 5–6 років з розмірами тіла 17–19 см. В уловах зустрічали екземпляри з різним темпом росту: у вікових групах трьох- чотирирічників були знайдені особини із сповільненим ростом – 12–13 см довжини, так і з швидким – 16 і 18 см довжиною.

В оз. Глибокому плітка в уловах мала довжину тіла 7–22 см, віком 1–6 років. Основу угруповання складали екземпляри віком 4–5 років та довжиною тіла 15–20 см. Значущих відмінностей у довжині тіла між вибірками риб у різні роки досліджень не виявлено. Проте, розмірно-вікова структура плітки протягом усього періоду досліджень характеризувалася неоднорідністю, в стаді риб були знайдені екземпляри із різним темпом росту: 4–5 річні особини з довжиною тіла 14–15 см та 3–4 особини з довжиною тіла 16–19 см.

Статевий розподіл плітки в окремих водоймах характеризувався значним переважанням самиць у стаді плідників. У ВО у 2018 р. співвідношення статей (самиць до самців) наближалось 1:1. Стандартна довжина тіла самиць становила 14–31 см. Довжина тіла самців коливалась в межах 14–19 см. У 2025 р. співвідношення статей становило 1,5:1, довжина тіла самиць коливалась в межах 11–22 см, а самців – 10–14 см. У

Янівському затоні в уловах зустрічались самиці, довжиною 12–25 см, модальні групи 16–17 см, та самці з довжиною тіла 15–26 см, модальна група 19 см. Співвідношення самиць до самців наближалось до 5:1. В оз. Глибокому співвідношення статей становило 5:1 у 2018 р. та 4:1 у 2025 р. У досліджуваних самиць довжина тіла коливалась в межах 14–22 см, у самців – 13–20 см.

Таким чином, плітка у досліджених водоймах ЧЗВ складає істотну частку серед інших видів, коливання її чисельності у 2018–2025 рр. у залишкових озерах ВО ЧАЕС пов'язане із різким зниженням рівня води у ВО, відмиранням дрейсени та переходом плітки на інший тип живлення. Розмірно-вікова та статева структура стада плітки в усіх водоймах ЧЗВ виявилась неоднорідною. Припускається, що наявність груп з різним темпом росту та значне переважання самиць у нерестовому стаді плітки у водоймах ЧЗВ, можна розглядати як стратегію пристосування виду до дії хронічного радіонуклідного опромінення на популяційному рівні.

Роботу виконано за підтримки Національного фонду досліджень України (проект № 2023.03/0156), Національної академії наук України, а також у співробітництві з Державним спеціалізованим підприємством «Екоцентр» Державного агентства України з управління зоною відчуження.

Список літератури:

1. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. Київ, 2006. 408 с.
2. Ganzha C D., Gudkov D.I, Abramiuk I., Kaglyan O. E. Skeletal abnormalities in juvenile fish from the cooling pond of the Chornobyl nuclear power plant. *European Physical Journal: Special Topics*. 2023. Vol. 232, № 10. pp. 1607–1615.
3. Gudkov D.I., Shevtsova N.L., Pomortseva N.A., Dzyubenko E.V., Kaglyan A.E., Nazarov A.B. Radiation-induced cytogenetic and hematologic effects on aquatic biota within the Chernobyl exclusion zone. *J. Environmental Radioactivity*. 2016. Vol. 151. pp. 438–448.
4. Gupalo O.O., Gudkov D.I., Kaglyan O.Ye., Abram'yuk I.I., Belyaev V.V. Morphological and Biological Characteristics of the

Common Roach (*Rutilus rutilus* L.) in Water Bodies of the Chornobyl Exclusion Zone. *Hydrobiol. J.* 2025. Vol. 61, Iss. 5. pp. 86–102.

5. Pomortseva N.A., Rodionova N.K., Gudkov D.I., Kaglyan O.Ye. Quantitative and qualitative composition of the peripheral blood of fish in the gradient of long-term radiation exposure. *Hydrobiol. J.* 2024. Vol. 60, N 1. P. 84–100.

УДК 502:504(477)

ВПЛИВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ НА ФОРМУВАННЯ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ

Зайчишин В. В., Неїленко С. М.

Національного університету біоресурсів і природокористування
України

E-mail: s.neilenko@nubip.edu.ua

Чорнобильська катастрофа 1986 року стала однією з наймасштабніших техногенних аварій в історії людства, що мала значний вплив не лише на екологічний стан територій, але й на формування сучасної системи екологічної безпеки. Її наслідки виявили низку системних недоліків у сфері управління ризиками, моніторингу довкілля та реагування на надзвичайні ситуації [1, с. 45].

Після аварії в Україні було сформовано нові підходи до екологічного контролю, що базуються на принципах превентивності, системності та наукового обґрунтування. Важливим елементом стало створення системи радіаційного моніторингу, яка дозволяє здійснювати постійний контроль за рівнем забруднення навколишнього середовища. Крім того, було запроваджено спеціальні режими використання територій, зокрема зонування радіоактивно забруднених земель [2, с. 78].

Суттєвим результатом впливу катастрофи стало також удосконалення законодавчої бази у сфері екологічної безпеки. Україна інтегрувала міжнародні стандарти та підходи, зокрема принципи сталого розвитку, оцінки впливу на довкілля та екологічного менеджменту. Водночас активізувалася співпраця з міжнародними організаціями щодо забезпечення ядерної та радіаційної безпеки [3, с. 282].

У сучасних умовах особливого значення набуває розвиток інноваційних технологій моніторингу довкілля, включаючи дистанційні методи спостереження та цифрові системи обробки даних. Чорнобильська катастрофа стала каталізатором для впровадження ризик-орієнтованого підходу до управління екологічною безпекою, що передбачає ідентифікацію потенційних загроз і розробку ефективних заходів їх мінімізації [4, с. 177].

Отже, Чорнобильська катастрофа суттєво вплинула на формування сучасної екологічної політики України, сприяла розвитку системи державного контролю та підвищенню рівня екологічної свідомості суспільства. Її уроки залишаються актуальними й сьогодні, формуючи основу для забезпечення безпечного та сталого розвитку держави.

Список літератури:

1. European Atlas of Natural Radiation / Cinelli, G., De Cort, M. & Tollefsen, T. (Eds.) European Commission, Joint Research Centre. Publication Office of the European Union, Luxembourg. Printed by Bietlot in Belgium 2019. 190 p. DOI:10.2760/520053.

2. De Meutter, P., Gueibe, C., Tomas, J., Outer, P. den, Apituley, A., Bruggeman, M., Camps, J., Delcloo, A., Knetsch, G. J., Roobol, L., & Verheyen, L. (2021). The assessment of the April 2020 chernobyl wildfires and their impact on Cs-137 levels in Belgium and The Netherlands. *Journal of Environmental Radioactivity*, 237, 106688. <https://doi.org/10.1016/J.JENVRAD.2021.106688>

3. Zabulov Y., Popov O., Burtniak V., Iatsyshyn A., Kovach V., Iatsyshyn A. (2021). Innovative Developments to Solve Major Aspects of Environmental and Radiation Safety of Ukraine. In: Zaporozhets A., Artemchuk V. (eds) *Systems, Decision and Control in Energy II. Studies in Systems, Decision and Control*, vol. 346. pp. 273-292. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69189-9_16

4. Bogoslavskaya O., Stanytsina V., Artemchuk V., Garmata O., Lavrinenko V. Comparative Efficiency Assessment of Using Biofuels in Heat Supply Systems by Levelized Cost of Heat into Account Environmental Taxes. In: Zaporozhets A., Artemchuk V. (eds) *Systems, Decision and Control in Energy II. Studies in Systems, Decision and Control*. 2021. V 346. P. 167-185. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69189-9_10

УДК 502:323.2(477)

**ЯДЕРНІ ВИКЛИКИ ТА ЗАГРОЗИ РАДІАЦІЙНОГО
ЗАБРУДНЕННЯ В УМОВАХ ВІЙНИ**

Захарчук Л. В.

Андрушівський заклад загальної середньої освіти I-III ступенів
E-mail: lydazachartshuk@gmail.com

Сучасні воєнні дії на території України актуалізували проблему ядерної безпеки та ризиків радіаційного забруднення довкілля. Україна є державою з розвиненою атомною енергетикою, що включає низку атомних електростанцій, сховищ відпрацьованого ядерного палива та об'єктів, пов'язаних із радіоактивними матеріалами. У мирний час їх функціонування регламентується жорсткими нормами безпеки, однак в умовах війни ці гарантії суттєво послаблюються.

Однією з ключових загроз є можливість фізичного пошкодження ядерних об'єктів унаслідок обстрілів або диверсій. Порушення роботи систем охолодження реакторів чи сховищ відпрацьованого палива може призвести до аварійних ситуацій, що супроводжуються викидом радіонуклідів у навколишнє середовище. Подібні ризики вже неодноразово обговорювалися на міжнародному рівні як безпрецедентні в історії використання ядерної енергетики [1, с. 12].

Радіаційне забруднення є особливо небезпечним через свою приховану природу. Іонізуюче випромінювання не має органолептичних ознак, проте здатне викликати серйозні біологічні наслідки. На клітинному рівні воно пошкоджує ДНК, що може призводити до мутацій, онкологічних захворювань та інших патологій [2, с. 48]. Особливу небезпеку становлять довгоживучі ізотопи, які можуть зберігатися у ґрунтах і водних ресурсах протягом десятиліть.

У воєнних умовах значно підвищується ризик вторинного радіаційного забруднення. Вибухи, пожежі та переміщення техніки сприяють підняттю радіоактивного пилу, який може переноситися повітряними масами на великі відстані. Таким чином, навіть локальні інциденти здатні мати регіональні або транскордонні наслідки [3, с. 77].

З хімічної точки зору важливим є аналіз поведінки

радіонуклідів у природних системах. Наприклад, ізотопи цезію-137 та стронцію-90 активно включаються в біогеохімічні цикли, заміщуючи калій і кальцій відповідно. Це сприяє їх накопиченню в рослинах, тваринах і, зрештою, в організмі людини, що підсилює їх шкідливий вплив [4, с. 103].

Важливим аспектом є також освітній компонент. Формування радіаційної грамотності населення є необхідною умовою зниження ризиків. Учні повинні знати основи радіаційної безпеки, принципи дії захисних заходів та алгоритми поведінки у випадку надзвичайних ситуацій. У цьому контексті роль учителя хімії значно зростає, оскільки саме він забезпечує базове розуміння процесів, пов'язаних із радіацією.

Міжнародна співпраця також відіграє важливу роль у забезпеченні ядерної безпеки. Моніторинг стану ядерних об'єктів, обмін інформацією та залучення міжнародних експертів дозволяють оперативно реагувати на потенційні загрози та мінімізувати їх наслідки [5, с. 56].

Отже, війна в Україні створює серйозні виклики у сфері ядерної безпеки. Радіаційне забруднення є реальною загрозою, що потребує комплексного підходу, який включає технічні, екологічні та освітні заходи. Усвідомлення цих ризиків і підвищення рівня обізнаності населення є ключовими факторами у збереженні здоров'я людей і довкілля.

Український досвід у цій сфері вже сьогодні стає важливим уроком для світу. Він демонструє, що навіть у найскладніших умовах необхідно зберігати контроль над критичною інфраструктурою та дотримуватися міжнародних стандартів безпеки. Водночас ця ситуація підкреслює потребу в оновленні глобальної системи реагування на ядерні загрози в умовах збройних конфліктів.

Список літератури:

1. Коваленко О. Ядерна безпека в умовах глобальних викликів. Київ: Наукова думка, 2021. 120 с.
2. Мельник В. Основи радіаційної хімії. Львів: ЛНУ, 2020. 200 с.
3. Іванов С. Екологічні наслідки техногенних катастроф. Харків: Фоліо, 2019. 150 с.

4. Петренко Л. Радіонукліди в біосфері. Одеса: Астропринт, 2018. 180 с.

5. Smith J. Nuclear Safety and War Risks. London: Springer, 2022. 210 p.

УДК [577.34:597](285.2/3)

**РАДІОНУКЛІДНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ТА ДОЗИ
ОПРОМІНЕННЯ ПРЕДСТАВНИКІВ ІХТІОФАУНИ
ВОДОЙМ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ НА
СУЧАСНОМУ ЕТАПІ**

**Каглян О. Є.¹, Гудков Д. І.¹, Беляєв В. В.¹, Кіреєв С. І.²,
Пришляк С. П.¹, Юрчук Л. П.¹, Поморцева Н. А.¹,
Гупало О. О.¹**

¹Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна

²ДСП «Екоцентр» ДАЗВ України, Чорнобиль, Україна

E-mail: alex_kt983@ukr.net

Дослідження, які включають аналіз рівнів радіонуклідного забруднення і оцінку потужності поглиненої дози опромінення представників іхтіофауни у водоймах, що зазнали впливу аварії на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС) є важливою складовою стратегії збереження риб, як одного з найбільш радіочутливих компонентів водних екосистем, та забезпечення безпеки для здоров'я людини при споживанні забрудненої радіонуклідами риби. Внаслідок аварії у 1986 р. значні території України зазнали радіонуклідного забруднення, серед яких найбільше – територія Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ), де продовжують зберігатись високі рівні дозового навантаження на природні екосистеми. При проведенні радіоекологічних досліджень водойм значний інтерес викликають риби, які займають верхні трофічні рівні у прісноводних екосистемах і є об'єктами харчування людини. Міністерством охорони здоров'я України були затверджені Державні гігієнічні нормативи, згідно яких допустима питома активність ^{90}Sr і ^{137}Cs в рибі була встановлена, відповідно, на рівні 35 і 150 Бк/кг. Крім того, Науковим комітетом з дії атомної радіації ООН (UNSCEAR) та незалежною неурядовою організацією Міжнародною комісією з

радіоекологічного захисту (ICRP) в якості безпечного рівня радіаційного впливу на біоту пропонується використовувати значення потужності поглиненої дози (ППД) в межах 40–400 мкГр/год, але при цьому безпечним пороговим рівнем для хребетних тварин прийнята величина дозового навантаження 40 мкГр/год. Водночас у рамках проекту Європейської комісії PROTECT (Protection of the Environment from Ionising Radiation in a Regulatory Context) величина нижньої межі безпечного хронічного опромінення біоти становить 10 мкГр/год., а в якості скринінгової ППД для хребетних тварин була рекомендована величина 2 мкГр/год [1]. Отже, якщо ППД для риб не перевищує скринінгового рівня в 2 мкГр/год, то радіаційна ситуація є безпечною і не потребує подальшого розгляду. Особливий інтерес для наших досліджень становлять представники іхтіофауни найбільш забруднених ^{90}Sr та ^{137}Cs водойм ЧЗВ – озера Вершина і Азбучин, а також гідравлічно-пов'язана з останнім водойма-охолоджувач (ВО) ЧАЕС, на місці якої після пониження рівня води з 2014 р. утворилися окремі водойми, зокрема найбільш досліджена нами північно-західна частина (ПЗЧ). Серед представників іхтіофауни були обрані найбільш поширені у водоймах ЧЗВ види: фітофаг – краснопірка звичайна *Scardinius erythrophthalmus* L. (2–9 років), бентофаги – плітка звичайна *Rutilus rutilus* L. (2–9 років), карась сріблястий *Carassius gibelio* Bloch. (2–12 років), зоопланктофаг – верховодка звичайна *Alburnus alburnus* L. (2–4 роки), планктофаг – верховка звичайна *Leucaspis delineates* Heckel (1–3 роки), а також представники двох хижих видів – окунь звичайний *Perca fluviatilis* L. (2–9 років) і щука звичайна *Esox lucius* L. (2–9 років). Середня кількість риб в річний вибірці для кожного виду у водоймі становила 10–15 екземплярів. Вимірювання питомої активності ^{137}Cs у воді, донних відкладах і рибі виконували на базі γ -спектрометричного комплексу у складі напівпровідникового коаксіального детектора GC4018-DET. Визначення вмісту ^{90}Sr виконували радіохімічним методом із застосуванням оксалатної методики з вимірюванням дочірнього продукту ^{90}Y з використанням установки малого фону (УМФ-2000), а також на спектрометрі енергії бета-випромінювання (СБФ-01-70). Базові розрахунки потужності поглиненої дози для риб

виконували з допомогою програмного забезпечення ERICA Assessment Tool 2.0 [2]. Аналіз результатів досліджень свідчить, що найвищими значеннями питомої активності ^{90}Sr та ^{137}Cs характеризуються риби непроточних водойм, що розташовані на території західного та південно-західного слідів аварійних викидів ЧАЕС, а саме оз. Вершина, що розташоване в межах одамбованої ділянки Красненської заплави, в якому зареєстровані найвищі рівні питомої активності ^{90}Sr (36530–213300 Бк/кг) та ^{137}Cs (1470 – 6230 Бк/кг) у риб серед досліджених нами водойм. Дещо меншими рівнями забруднення ^{90}Sr (9230–33400 Бк/кг) та подібними значеннями середніх величин забруднення ^{137}Cs (1430–11015) характеризуються риби оз. Азбучин, що знаходиться на правому березі р. Прип'ять поруч з ЧАЕС. Далі за ступенем радіонуклідного забруднення ^{90}Sr і ^{137}Cs риб слідує ПЗЧ ВО, відповідно, 330–2500 і 230–1600 Бк/кг. Межа величини співвідношення питомої активності $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ в рибі досліджуваних водойм була найбільшою для представників «мирних видів» і становила 4,1–72,8, а для риб-хижаків – 1,4–23,6. Найменші значення були відмічені у ПЗЧ ВО – відповідно 0,5–6,4 та 0,5–1,6. Слід зазначити, що досить низькі значення величин співвідношення активності $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ у рибах з ПЗЧ можна пояснити тим, що до 2014 р. (до пониження рівня води) це співвідношення у всіх представниках іхтіофауни водойми було у межах 0,03–0,08.

Отже слід зробити висновок, що вміст радіонуклідів в рибі озер Азбучин і Вершина впродовж 2020–2025 рр. у всіх випадках багаторазово перевищувала допустимі рівні, згідно прийнятих в Україні нормативів для рибної продукції – в 196–6094 разів для ^{90}Sr і в 7–73 разів для ^{137}Cs . Найвищі значення питомої активності ^{90}Sr відмічені для краснопірки і карася оз. Вершина, відповідно, 105800–213300 і 83000–139290 Бк/кг.

Дозове навантаження на представників іхтіофауни формується за рахунок зовнішнього (від радіонуклідів, що містяться переважно у донних відкладах та воді) та внутрішнього опромінення (від радіонуклідів, інкорпорованих у тканинах). Як показали наші розрахунки, зовнішня ППД для риб за рахунок ^{90}Sr у воді та донних відкладах досліджених водойм становить 0,18–4,28, а за рахунок ^{137}Cs – 2,19–26,73 мкГр/год.

Таким чином, внесок ^{137}Cs у зовнішню дозу опромінення для риб становив 63–97%, а ^{90}Sr – 3–37%. Отже, основним радіонуклідом, що обумовлює зовнішнє опромінення представників іхтіофауни у водоймах ЧЗВ упродовж 2020–2025 рр. був ^{137}Cs . Проте внесок інкорпорованого ^{90}Sr у величину ППД внутрішньої опромінення для досліджуваних риб становив 72–99%. Загальна ППД для риб на протязі періоду досліджень була у межах 3,2–92,7 мкГр/год.

Таким чином, сучасні рівні потужності поглиненої дози для риб озер Вершина та Азбучин багаторазово перевищують безпечні порогові 10 мкГр/год, а для риб ПЗЧ скрінгові рівні у 2 мкГр/год для хребетних тварин, які запропоновані в рамках проекту Європейської комісії PROTECT.

Роботу виконано за підтримки Національного фонду досліджень України (проект № 2023.03/0156), Національної академії наук України, а також у співробітництві з державними спеціалізованими підприємствами «Екоцентр», «Чорнобильська АЕС» Державного агентства України з управління зоною відчуження, а також Чорнобильським радіаційно-екологічним біосферним заповідником.

Список літератури:

1. Andersson P. et al. Protection of the environment from ionising radiation in a regulatory context (PROTECT): proposed numerical benchmark values. *Journal of Environmental Radioactivity* 100 (2009) 1100.
2. ERICA Assessment Tool 2.0. The integrated approach seeks to combine exposure/dose/effect assessment with risk characterization and managerial considerations (<http://www.ERICA-tool.com>).

УДК 502:323.2(477)

ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ ЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ ЦЕЗІЄМ-137 НА ПРИКЛАДІ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

Кам'янецька Д. С., Герц Н. В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: dkamanecka@gmail.com

Аварія на Чорнобильській АЕС спричинила масштабне забруднення ґрунтів радіонуклідами, серед яких одним із найнебезпечніших є цезій-137 (^{137}Cs). У ґрунтах Чорнобильської зони ^{137}Cs має низьку біодоступність, оскільки міцно зв'язується з колоїдними частинками та входить до кристалічної структури мінералів, тому його практично неможливо вилучити стандартними способами рекультивациі. [2] Період напіврозпаду цезію становить близько 30 років, тому він може тривалий час залишатися в верхніх шарах ґрунту [1].

Через хімічну схожість цезію з калієм, кореневі системи рослини часто поглинають ^{137}Cs і переносять його до надземних органів. [3] Одним із перспективних підходів вилучення радіоцезію є застосування фіторемедіації - використання рослин для вилучення, акумуляції та видалення радіонуклідів із ґрунту.

Дослідження показали, що підвищити біодоступність ^{137}Cs можливо шляхом внесення солей амонію, які стимулюють десорбцію радіонукліда з ґрунтових частинок. Встановлено, що деякі культури здатні накопичувати ^{137}Cs у своїй вегетативній масі. Серед досліджених культур найбільшу здатність до накопичення продемонстрували сорти амаранту (*Amaranthus L.*) і гірчиця індійська (*Brassica juncea (L.) Czern.*) при багаторазовому висіванні протягом одного вегетаційного періоду [2].

Водночас ефективність зменшення питомої активності радіонукліда у верхньому шарі ґрунту залишалася відносно низькою. Серед польових культур ефективність вилучення ^{137}Cs показали розторопша плямиста (*Silybum marianum (L.) Gaertn.*), осот великий (*Sonchus arvensis L.*) та буркун білий (*Melilotus albus Medik.*). За результатами дворічних досліджень встановлено, що буркун білий характеризувався найвищими показниками питомої активності та коефіцієнта накопичення

¹³⁷Cs. [3] Після збору рослин, які накопичили цезій їх утилізують або контрольовано спалюють. Видалення радіонукліда з урожаєм зазначених культур забезпечило зниження його вмісту в ґрунті на 3,4–8% за два роки, що підтверджує доцільність використання фіторе mediaції як допоміжного методу очищення [1].

Таким чином, фіторе mediaція є перспективним, екологічно безпечним, проте допоміжним методом очищення ґрунтів Чорнобильської зони від Цезію-137. Попри низьку природну біодоступність радіонукліда, використання солей амонію та підбір специфічних культур (зокрема буркуну білого, амаранту та гірчиці індійської) дозволяє досягти вилучення 3,4–8% цезію за два роки. Це дає підстави рекомендувати згадані види рослин для використання у складі комплексних програм рекультивації забруднених територій як найбільш дієвий та економічно вигідний біологічний інструмент. Повне очищення ґрунтів лише біологічним методом є тривалим процесом, однак, фіторе mediaція забезпечує поступове зниження радіаційного навантаження на екосистеми без порушення структури ґрунту.

Список літератури:

1. Fukushima and Chernobyl: Similarities and Differences of Radiocesium Behavior in the Soil–Water Environment / S. Fesenko et al. *Toxics*. 2022. Vol. 10, №10. P. 578. URL: <https://doi.org/10.3390/toxics10100578>
2. Accumulation Radiocesium (¹³⁷Cs) by Plants of the Dnipro River's Floodplain Ecosystems after Chernobyl Contamination / O. Lukash et al. *Global Journal of Ecology*. 2024. Vol. 9, Iss. 1. P. 020–027. URL: <https://www.agriscigroup.us/articles/GJE-9-204.pdf>
3. Assessment of Phytoremediation of ¹³⁷Cs Contaminated Soils during the Cultivation of Nectar-Pollinating Plants / S. Razanov et al. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. Vol. 24, Iss. 5. P. 154–163. URL: <https://www.jeeng.net/Assessment-of-Phytoremediation-of-137-CS-Contaminated-Soils-during-the-Cultivation,161767,0,1.html>

**РОЛЬ ТУРНА LATIFOLIA У ТРАНСФОРМАЦІЇ
БІОГЕОХІМІЧНИХ ЦИКЛІВ ТЕХНОГЕННО
НАВАНТАЖЕНИХ ВОДОЙМ**

Корнієнко А. Ю., Грубінко В. В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: arkorniienko@gmail.com

Порушення біогеохімічних циклів як наслідок аварії на Чорнобильській АЕС проявляється зміною потоків речовин між водною товщею, донними відкладами та гідробіонтами. Включення радіонуклідів ^{137}Cs , ^{90}Sr та ^{241}Am до колообігу зумовило формування радіонуклідних потоків і дисбаланс між продукційними та деструкційними процесами.

Вищі водні рослини (макрофіти), зокрема представники родини *Typhaceae*, здатні інтенсивно акумулювати радіонукліди. Донні відклади, збагачені трансурановими елементами, виступають джерелом вторинного забруднення, підтримуючи циркуляцію радіонуклідів [1, с. 61–62].

У макрофітів функціонує комплекс універсальних фізіолого-біохімічних механізмів поглинання і детоксикації мікроелементів та радіонуклідів, зумовлений їх хімічною подібністю. Основні механізми включають мембранний транспорт, внутрішньоклітинне хелатування, антиоксидантний захист і компартментацію токсикантів [2, с. 212–213].

Дослідження рогозу широколистого (*Typha latifolia*) у Тернопільському водосховищі виявили помірну здатність до біоаккумуляції мікроелементів із переважним накопиченням у кореневій системі. Найбільш інтенсивно акумулюються Fe, Mn, Zn та Al. Відносно рівномірний розподіл свідчить про ефективний внутрішній транспорт, а низькі концентрації токсичних металів – про придатність виду як біоіндикатора.

Вищі водні рослини характеризуються спільними фізіолого-біохімічними механізмами поглинання, транспорту та детоксикації мікроелементів і радіонуклідів, що зумовлює їх здатність до біоаккумуляції та значення як біоіндикаторів і агентів фітореMediaції.

Список літератури:

1. Makhinko R. Long-term consequences of the Chornobyl disaster for aquatic ecosystems: a retrospective analysis and prognosis. Ecological safety and balanced use of resources. 2024. Т. 10, № 4. С. 58–67. URL: <https://doi.org/10.69628/esbur/2.2024.58>

2. Phytoremediation of some heavy metals and radionuclides from a polluted area located on the middle jiu river. case study: Typha latifolia L / M. Corneanu та ін. Muzeul Olteniei Craiova. Oltenia. Studii și comunicări. Științele Naturii. 2014. Т. 30, № 2. С. 209–221. URL:

https://www.researchgate.net/publication/301621451_Phytoremediation_of_some_heavy_metals_and_radionuclides_from_a_polluted_area_located_on_the_middle_jiu_river_case_study_typha_latifolia_L

УДК: 504.054:519.876.5

**КІНЕТИКА НАКОПИЧЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ ЖИВИМИ
ОРГАНІЗМАМИ: БАГАТОКАМЕРНІ МАТЕМАТИЧНІ
МОДЕЛІ**

Крицька А. М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: krytska_am@fizmat.tnpu.edu.ua

Проблема накопичення радіонуклідів у живих організмах є однією з ключових у сучасній радіоекології та екологічній безпеці. Радіонукліди, що надходять у навколишнє середовище внаслідок природних і антропогенних чинників, залучаються до біогеохімічних циклів та мігрують через трофічні ланцюги, створюючи потенційну загрозу для екосистем і здоров'я людини. Особливу небезпеку становлять довгоживучі ізотопи, зокрема ^{137}Cs та ^{90}Sr , які характеризуються високою біодоступністю та здатністю до тривалого біоакмулювання [1, с. 112].

Традиційні підходи до оцінювання міграції радіонуклідів ґрунтувалися на використанні статичних коефіцієнтів переходу між компонентами системи «ґрунт – рослина – тварина – людина». Проте такі моделі не враховують часову динаміку процесів надходження, внутрішнього перерозподілу та виведення радіонуклідів з організму, що суттєво обмежує їх прогностичні можливості [2, с. 47]. У зв'язку з цим значного поширення набули

динамічні багатокамерні математичні моделі, у межах яких живий організм розглядається як система взаємопов'язаних зон, що відповідають окремим органам або тканинам. Кожен з них, характеризується власною кінетикою накопичення та виведення радіонукліда, а процеси обміну між ними описуються системою лінійних диференціальних рівнянь першого порядку [3, с. 2593].

Багатокамерні моделі дозволяють адекватно відобразити неоднорідність внутрішнього розподілу радіонуклідів, зокрема їх зберігання у м'язовій або кістковій тканинах, а також врахувати фізіологічні особливості організмів. Важливою перевагою таких моделей є можливість врахування нерівномірних залежностей, що пов'язують швидкості обміну речовин з масою тіла, що забезпечує універсальність моделей для різних видів живих організмів [4, с. 88].

Застосування багатокамерних моделей є особливо актуальним для аналізу радіоекологічних наслідків аварій на ядерних об'єктах та для прогнозування довгострокових змін радіаційного навантаження на організми. Вони дають змогу оцінювати як перехідні, так і квазістаціонарні режими накопичення, а також формувати науково обґрунтовані рекомендації щодо екологічного моніторингу та радіаційного захисту населення [5, с. 214].

Список літератури:

1. Вітковський В. М. Радіоекологія : навч. посіб. Київ : Либідь, 2012. 256 с.
2. Шевченко О. М. Міграція радіонуклідів у трофічних ланцюгах екосистем. *Екологічні науки*. 2018. № 3. С. 45–52.
3. Bezhenar R., Kim K. O., Vives i Batlle J. Multi-compartment kinetic modelling of radionuclide bioaccumulation in aquatic organisms. *Biogeosciences*. 2021. Vol. 18. P. 2591–2610.
4. Whicker F. W., Schultz V. Radioecology: Nuclear Energy and the Environment. Boca Raton : CRC Press, 1982. 320 p.
5. IAEA. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer. Vienna : IAEA, 2010. 194 p.

РАДІАЦІЙНИЙ СТАН ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Кузик І. Р., Чеболда І. Ю.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: geoeco@ukr.net

В умовах підвищеної уваги до радіоекологічного стану територій України, систематичний моніторинг вмісту радіонуклідів у водних об'єктах набуває особливої актуальності. Тернопільська область, маючи розгалужену гідрографічну мережу, що використовується для господарсько-питного водопостачання та рекреації, потребує регулярної оцінки радіаційного фону поверхневих вод.

Радіаційний стан водних об'єктів Тернопільської області сформувався під впливом гідрометеорологічних умов та викидів радіонуклідів внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. З метою контролю стану рівнів радіонуклідного забруднення здійснюється аналіз вод річок Серет, Золота Липа, Збруч, Іква, Горинь, Коропець, Нічлава та Циганка на визначення показників поверхневої активності ізотопів цезію-137.

Лабораторією моніторингу вод та ґрунтів Регіонального офісу водних ресурсів у Тернопільській області у 2024 році проводились роботи по дослідженню поверхневих вод згідно програми державного моніторингу довкілля у частині контролю якості вод за радіологічними показниками.

Середньорічна концентрація цезію-137 по річках і водосховищах Тернопільської області зазначені у таблиці 1.

Таблиця 1

Середньорічна концентрація цезію-137 у річках і водосховищах
Тернопільської області [2]

Водний об'єкт (створ спостереження)	Радіаційний фон по цезію-137 (БК/дм3)
Річка Збруч (с. Скала-Подільська)	0,054

ДО 40-РІЧЧЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ

Річка Збруч (с. Підволочиськ)	0,059
Річка Золота Липа (м. Бережани)	0,066
Річка Стрипа (м. Бучач)	0,071
Річка Іква (м. Кременець)	0,068
Річка Горинь (с. Вишнівець)	0,071
Річка Горинь (м. Ланівці)	0,070
Водосховища	
Верхньоівачівське	0,071
Тернопільське	0,063
Касперівське	0,078
Мушкатівське	0,068
Борщівське	0,072
Козівське	0,065

Результати радіологічних досліджень по одиниці виміру БК/дм³ не перевищують гранично допустимих концентрацій.

Список літератури:

1. Вітенко І. Тенденції та напрямки розвитку інтегральної еколого-географічної ситуації на Тернопільщині. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія.* №1 (29). 2011. С.166-177.

2. Екологічний паспорт Тернопільської області (2024). URL: <https://bit.ly/3L4t4pC>

УДК: 66.01: 66.011

МЕХАНІЧНИЙ ФІЛЬТР ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ВІД ДРІБНОДИСПЕРСНОГО ПИЛУ

Кузнєцов С. І.¹, Брезгун В. В.²

¹Херсонський національний технічний університет

²Одеський ліцей № 24

E-mail: ksieko1@gmail.com; victoriabrezgun@gmail.com

На даний час світові викиди пилу в атмосферу становлять десятки мільйонів тонн на рік. Пил адсорбує з повітря всі шкідливі речовини в тому числі і радіоактивні, що погіршує екологічний стан у локальному і глобальному масштабах. Маючи різні фізичні та хімічні властивості, пилові частинки, потрапляючи в організм людини, завдають шкоди його здоров'ю. Частинки пилу з розмірами менш 1 мкм не затримуються у верхніх дихальних шляхах, накопичуються в легенях і перешкоджають газовому обміну організму із зовнішнім середовищем. Їхня рахункова кількість величезна, при мізерно малій масовій частці в атмосфері. Тому, проектуючи пиловловлююче обладнання і аналізуючи його технічні характеристики, слід звертати увагу на якість очищення повітря від дрібних (аерозольних) частинок. Довготривале перебування людини у запиленому середовищі викликає професійні захворювання легень, а вдихання радіоактивного пилу призводить до розвитку онкологічних захворювань. Від рівня запиленості виробничих приміщень залежить не тільки здоров'я людей, а й продуктивність праці, якість продукції. Тому очищення повітря від пилу на підприємствах є першорядним та важливим завданням.

У виробничих цехах запиленість повітря часто перевищує гранично допустимі концентрації. Метою роботи було створення нових технологій та обладнання для очищення повітря від пилу [1-3]. Розробити високоефективний автономний пиловловлюючий апарат здатний затримувати дрібнодисперсний пил, з низькими експлуатаційними витратами.

У роботі викладено результати досліджень з очищення вентиляційного повітря від пилу за допомогою розробленого механічного пиловловлювача. Запропоновано та випробувано механічний пиловловлювач, який має функцію самоочищення. У

порівнянні з аналогами він краще вловлює дрібний (аерозольний) пил з повітря за допомогою фільтруючого елемента, який зроблений у вигляді диска, що обертається. При роботі пиловловлювача запилене повітря проходить через апарат і частинки пилу затримуються на поверхні фільтруючого елемента. Вони утворюють шар пилу, товщина якого з часом збільшується. При цьому зростає аеродинамічний опір фільтра та його пропускна спроможність зменшується. З часом настає такий момент, коли опір фільтра зростає настільки, що рух повітря практично припиняється.

Шар пилу, що утворюється на поверхні фільтра, грає двояку роль. З одного боку він є фільтруючим елементом, що збільшує ступінь очищення газу, з іншого – збільшує опір фільтра і знижує продуктивність вентилятора. Тому оптимальним варіантом була б постійна наявність на диску шару пилу певної товщини. Для регулювання цієї товщини, в пиловловлювачі передбачений спеціальний ніж, який періодично знімає зайвий шар пилу.

Були досліджені різні параметри роботи пиловловлювача. Такі, як час регенерації фільтра, абсолютна і питома кількість вловленого пилу, вплив часу роботи пиловловлювача на товщину фільтруючого шару, вплив товщини фільтруючого шару на опір фільтра, вплив аеродинамічного опору фільтра на його продуктивність і т.д. Були застосовані теоретичні і експериментальні методи дослідження процесів і техніки газоочищення. Використано двопараметрову математичну модель комп'ютерного моделювання процесів для аналізу ефективності сепарації пилу із замкнутим контуром. Хімічні складові газів визначалися об'ємним, ваговим і спектральним методами. Дисперсний склад пилу – кондуктометричним методом. Запиленість газових потоків розраховувалася або визначалася методом зовнішньої фільтрації. Ефективність пиловловлення визначалася однозначно критеріями уловлювання та виносу пилу відповідно.

Дані досліджень свідчить про те, що зі зростанням гідродинамічного опору, пропускна спроможність фільтра різко знижується, особливо після першої години роботи. Без шару пилу на фільтрі, його опір становить 80 мм водяного стовпа, що

відповідає середній швидкості повітря 4,8 м/с та продуктивності (пропускній здатності) 1000 м³/год. Через годину, коли на фільтрі утворюється шар пилу біля одного міліметра - опір його зростає до 120 мм вод. ст. Відповідно зменшуються швидкість повітря, яке проходить крізь апарат, з 4,8 м/с до 2,2 м/с, і пропускна здатність – до 450 м³/ч. Через 4 години роботи товщина шару пилу на фільтрі досягла 2,9 мм, що збільшило його опір до 135 мм вод. ст. Середня швидкість повітря знизилася до 1,85 м/с, а пропускна здатність до 350 м³/год. Тобто, майже втричі. Приріст товщини шару на фільтрі не однаковий у часі. Так за першу годину він становив 1 мм; за другий 0,75; за третій – 0,65; четвертий – 0,5 і т.д. Зменшення приросту товщини пилу пов'язане зі зниженням пропускної спроможності фільтра через зростання його опору.

У першій серії дослідів при безперервній регенерації фільтра, очищення повітря було недостатнім. Це пояснюється тим, що за відсутності шару пилу на сітці спостерігається «проскок» дрібних частинок через фільтр. При збільшенні товщини пилового шару, кількість пилу, що уловлюється, збільшується і досягає максимуму за одну годину. При цьому за цей час на фільтрі формується шар товщиною 1мм. Цього достатньо, щоб досягти майже повного уловлювання пилу. При подальшому збільшенні часу регенерації ступінь очищення газу збільшується, але одночасно зростає опір і знижується пропускна здатність установки, завдяки чому загальна кількість пилу, що уловлюється, знижується.

З цього слід зробити висновок, що не можна дозволяти пилу утворювати шар на поверхні фільтра, більше одного міліметра. Регенерація фільтра повинна відбуватися автоматично через визначений період часу.

Апарат може працювати за безперервним циклом, що вигідно відрізняє його від існуючих рукавних фільтрів, роботу яких потрібно зупиняти для чищення або заміни фільтруючого елементу.

Запропонована конструкція фільтра, з функцією самоочищення, яка сприяє створенню стабільного аеродинамічного режиму роботи системи для очищення повітря від пилу. Вона дозволяє знизити запиленість виробничих

приміщень у 9 – 10 разів, при ступені очищення повітря 90%. Крім того, фільтр дозволяє вловлювати дрібнодисперсний пил, який становить найбільшу небезпеку для здоров'я людини. Фільтр може бути використаний для очищення повітря, як виробничих, так і побутових приміщень від частинок, що знаходяться у зваженому стані.

Список літератури:

1. Кузнєцов С.І. Трибоелектростатичний пиловловлювач Патент №120641 Україна, МПК А47L 9/10, (2006.01), В04С 3/04 (2006.01). Заявл.22.04.11; Опубл. 11.11.17, Бюл. №21, 2017.
2. Патент на корисну модель №62802 Україна, МПК В04С3/04(2006.01), В04С5/24(2006.01), В04С5/30(2006.01). Циклонно-ротаційний пиловловлювач / Кузнєцов С.І. (Україна); Заявл.22.04.11; Опубл. 12.09.11, Бюл. №17, 2011.
3. Патент на винахід України UA 62855A Україна, МПК 7 В01D47/00, С10К1/00. Спосіб очищення відхідних газів котельних від оксиду вуглецю та пристрій для його реалізації / Кузнєцов С.І. (Україна); Заявл.04.09.03; Опубл. 15.12.03, Бюл. №12, 2003.

УДК 581.1:575.224:539.16(477.41)

**ВПЛИВ ХРОНІЧНОГО ІОНІЗУЮЧОГО
ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ФЕРТИЛЬНІСТЬ ПИЛКОВИХ
ЗЕРЕН ВИЩИХ ВОДНИХ РОСЛИН У ВОДОЙМАХ
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ**

Марущак І. В., Гудков Д. І.

Інститут гідробіології НАН України

E-mail: irunamarushchak29@ukr.net

Чорнобильська катастрофа 1986 року спричинила масштабне радіонуклідне забруднення водних і наземних екосистем, унаслідок чого живі організми на значних територіях зазнали тривалого впливу іонізуючого випромінювання. У водоймах Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) основними дозоутворювальними радіонуклідами є ^{137}Cs , ^{90}Sr , а також трансуранові елементи, які залучені до біогеохімічних циклів у

водних екосистемах, продовжують визначати вкрай високі рівні питомої активності всіх компонентів непроточних водних об'єктів і, відповідно, обумовлювати підвищені дозові навантаження на гідробіонтів різної таксономії [2].

Одним із чутливих індикаторів впливу мутагенних факторів середовища є стан генеративної системи рослин, зокрема пилкових зерен. Фертильність пилку відображає перебіг процесів мікроспорогенезу та мікрогаметогенезу, які є високочутливими до генетичних і цитологічних порушень [1]. У зв'язку з цим дослідження фертильності пилкових зерен вищих водних рослин у ЧЗВ є важливим для оцінки впливу хронічного іонізуючого випромінювання на репродуктивні процеси макрофітів, які можуть безпосередньо впливати на загальний стан рослинних популяцій у водоймах.

Дослідження виконували упродовж вегетаційного періоду 2025 р. у найбільш забруднених радіонуклідами водоймах ЧЗВ: озерах Глибоке, Азбучин, Янівському затоні, а також у залишкових озерах колишньої акваторії водойми-охолоджувача (ВО) Чорнобильської АЕС (ЧАЕС) – північно-східній (ПчСЧ), північно-західній (ПчЗЧ), південно-східній (ПдСЧ), південно-західній (ПдЗЧ) частинах, які відзначаються певним градієнтом потужності поглиненої дози для біоти. На даному етапі досліджень у мажах ЧЗВ контрольними водними об'єктами слугували оз. Плютовище та р. Прип'ять (поблизу м. Чорнобиль), які характеризувалися порівняно невисокими рівнями радіонуклідного забруднення. Рослинними об'єктами досліджень були глечики жовті (*Nuphar lutea*), водяний горіх (*Trapa natans*), водопериця колосиста (*Myriophyllum spicatum*), сусак звичайний (*Butomus umbellatus*), ламаття біла (*Nymphaea alba*) жабурник звичайний (*Hydrocharis morsus-ranae*), їжача голівка пряма (*Sparganium erectum*), водяний різак звичайний (*Stratiotes aloides*) та гірчак земноводний (*Persicaria amphibia*).

Попередніми дослідженнями встановлено, що макрофіти р. Прип'ять характеризуються досить високим рівнем фертильності пилкових зерен для більшості досліджених видів, що свідчить про відносну стабільність репродуктивних процесів. *Nuphar lutea* та *Trapa natans* демонструють високу фертильність пилку – 95,8% та 84,9%, відповідно. Водночас у

Butomus umbellatus встановлено виражені відмінності генеративної функції, зокрема частка стерильного пилку досягала 72,98%, тоді як фертильність становила лише 27,02%, що є свідченням підвищеної чутливості виду до дії мутагенних факторів середовища.

У ВО ЧАЕС, більшість досліджених видів також характеризувалася порівняно високими показниками фертильності пилкових зерен. У *Myriophyllum spicatum* (ПчЗЧ, ПчСЧ, ПдЗЧ, ПдСЧ) фертильність пилку коливалася в межах 90,2–94,6%, тоді як стерильність становила 5,4–10,7%, що свідчить про відносну стабільність функціонування репродуктивної системи рослин у цих водоймах. Разом з тим у водяного горіха на ділянці ПдСЧ відзначено підвищення частки стерильного пилку до 16,6%.

Найбільш виражені порушення генеративних процесів встановлено у рослин оз. Глибоке, яке характеризується високим рівнем радіонуклідного забруднення. Для більшості досліджених видів тут зафіксовано різке зниження фертильності пилку та значне зростання частки стерильних пилкових зерен. Зокрема, у *Nymphaea alba* фертильність становила лише 1,27%, тоді як стерильність досягала 98,72%. Подібні тенденції виявлено у *Hydrocharis morsus-ranae*, *Sparganium emersum* та *Stratiotes aloides*. Схожі закономірності спостерігалися у оз. Азбучин, де для більшості видів характерні високі показники стерильності пилкових зерен. Водночас у *Persicaria amphibia* фертильність пилку залишалася відносно високою (75,4%).

Натомість у контрольному оз. Плютовище більшість досліджених макрофітів характеризувалася високими показниками фертильності пилку (94,4–99,39%), що вказує на більш сприятливі умови формування генеративних структур. Аналіз життєздатності пилкових зерен підтверджує встановлені закономірності: у водоймах із відносно низьким радіаційним фоном цей показник перевищував 95–99%, тоді як у озерах Глибоке та Азбучин він знижувався до 28–40%, що свідчить про негативний вплив тривалого радіаційного навантаження на процеси формування та функціонування пилкових зерен макрофітів.

Виявлені порушення у рослин, забруднених радіонуклідами

водойм, можуть бути зумовлені порівняно високими рівнями потужності поглиненої дози, обумовленої зовнішніми (від води та донних відкладів) та внутрішніми (від інкорпорованих у тканинах радіонуклідів) джерелами іонізуючого випромінювання, що призводить до генотоксичного впливу на клітини, порушення мейотичних процесів та формування морфологічно і функціонально дефектного пилку.

На більшості досліджених ділянок встановлено наявність дуже сильного негативного кореляційного зв'язку між показниками фертильності та стерильності пилку ($r = -0,98 \dots -1,00$), що демонструє значну функціонально взаємопов'язану залежність. Між фертильністю та життєздатністю пилку виявлено помірний або помірно сильний позитивний кореляційний зв'язок ($r = 0,52 \dots 0,74$), що вказує на тенденцію до підвищення життєздатності зі зростанням рівня фертильності. При цьому встановлено, що між стерильністю та життєздатністю пилку існує помірний негативний кореляційний зв'язок ($r = -0,51 \dots -0,73$), що відображає зниження життєздатності при збільшенні частки стерильного пилку. Найбільш достовірні результати отримано для локацій із більшою вибіркою (озера Глибоке, Азбучин та Плотовище).

Дослідження показників фертильності та життєздатності пилкових зерен вищих водних рослин можна розглядати як перспективний і науково-обґрунтований напрям біоіндикації тривалого радіаційного впливу. Аналіз цих параметрів надасть змогу виявляти сублетальні ефекти опромінення на репродуктивну систему рослин, що є чутливим маркером змін у довкіллі. Використання таких підходів дозволить не лише оцінювати ступінь радіаційного навантаження, але й здійснювати комплексний моніторинг екологічного стану водних екосистем ЧЗВ, зокрема виявляти довготривалі наслідки опромінення, а також прогнозувати подальші зміни їх функціонування.

Список літератури:

1. Does long-term radiation exposure in Chornobyl impact the reproductive structures of *Nuphar lutea* (Linné) Smith? / L. Zub et al. Environmental pollution. 2024. P. 125067. URL:

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.125067> (date of access: 10.03.2026).

2. Radiation-induced cytogenetic and hematologic effects on aquatic biota within the Chernobyl exclusion zone / D. I. Gudkov et al. Journal of environmental radioactivity. 2016. Vol. 151. P. 438–448. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2015.09.004> (date of access: 15.03.2026).

УДК 539.16:504.064

СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОГЕННИХ РАДІОНУКЛІДІВ У ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТАХ

Моргунова Г. І., Симчак Р. В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: symchak@tnpu.edu.ua

Розвиток ядерної енергетики, проведення ядерних випробувань й аварії на ядерних об'єктах призвели до появи в навколишньому середовищі значної кількості техногенних радіонуклідів. До найпоширеніших належать Cs^{137} , Sr^{90} , Pu^{239} , I^{131} та Am^{241} . Вони можуть накопичуватися у ґрунтах, воді, рослинах і живих організмах, що становить потенційну небезпеку для екосистем і здоров'я людини [2].

Сучасні аналітичні методи дозволяють визначати надзвичайно малі концентрації радіоактивних ізотопів, що забезпечує ефективний контроль радіаційного стану довкілля.

Одним із найефективніших методів визначення γ -випромінюючих радіонуклідів є гамма-спектрометрія. Метод ґрунтується на реєстрації енергетичного спектра гамма-випромінювання, яке виникає під час радіоактивного розпаду. Гамма-спектрометрія широко застосовується для аналізу Cs^{137} , Co^{60} та інших радіонуклідів у ґрунтах, воді та донних відкладах [2].

Для визначення β -випромінюючих радіонуклідів, зокрема Sr^{90} , застосовують методи бета-спектрометрії та рідинної сцинтиляційної спектрометрії. Ці методи характеризуються високою чутливістю та дозволяють визначати низькі рівні радіоактивності після проведення попередньої радіохімічної

підготовки зразків [1].

Альфа-спектрометрія використовується для аналізу α -випромінюючих радіонуклідів. Метод відзначається високою точністю визначення ізотопного складу, проте потребує складної радіохімічної підготовки зразків, що включає стадії екстракції, іонного обміну або хроматографічного розділення.

Серед сучасних високочутливих методів особливе місце займає мас-спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою, яка дозволяє визначати ізотопний склад елементів з надзвичайно низькими межами виявлення. Цей метод широко застосовується для аналізу трансуранових елементів та інших довгоживучих радіонуклідів у природних зразках [1, 2].

Крім того, для дослідження елементного складу природних об'єктів використовується нейтронно-активаційний аналіз, який базується на опроміненні зразків потоком нейтронів із подальшим визначенням утворених радіоактивних ізотопів методом гамма-спектрометрії [2].

Сучасні методи визначення техногенних радіонуклідів ґрунтуються на використанні комплексу спектрометричних, радіохімічних та мас-спектрометричних технологій. Саме їх поєднання забезпечує високу точність і чутливість аналізу, що є необхідною умовою для проведення ефективного радіоекологічного моніторингу та оцінки стану довкілля.

Список літератури:

1. Левчук С. Довідник по основних методах визначання активності радіонуклідів. Київ, 2016. 119 с. URL: <http://uiar.org.ua/Dovidnyk.pdf>.

2. Barba-Lobo A., Gázquez M. J., Bolívar J. P. A Practical Procedure to Determine Natural Radionuclides in Solid Materials from Mining. *Minerals*. 2022. Vol. 12, №. 5. P. 611. URL: <https://doi.org/10.3390/min12050611>.

УДК 504.064.36:539.16

**МЕТОДИ ВІДБОРУ ЗРАЗКІВ ТА АНАЛІЗУ
РАДІОНУКЛІДІВ У ВОДІ ТА ҐРУНТІ**

Палюх К. О., Хоменчук В. О., Дух Р. М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: paliukh.kate@gmail.com

На сьогоднішній день перед світовою спільнотою гостро стоїть проблема негативної екологічної дії радіації на довкілля. Причина цього є зростання кількості радіоактивних речовин, яке в свою чергу зумовлене розвитком атомних електростанцій. Радіоактивне забруднення довкілля досягло жахливих масштабів, особливо після техногенної катастрофи на Чорнобильській атомній електростанції [3].

Сучасна радіоекологічна ситуація вимагає перехід від епізодичних вимірювань до безперервних систем моніторингу. Основним завданням зараз є не просто встановлення датчиків, а інтеграція їх у єдину державну систему ГІС-моніторингу, яка б поєднувала радіаційні показники з метеорологічними даними. Основна причина цього переходу є міграція радіонуклідів ^{137}Cs , ^{90}Sr та ізотопів $^{239,240}\text{Pu}$ у воді та ґрунті, що посилюється кліматичними змінами. Також дистанційна система моніторингу дозволяє зменшити екологічні ризики та виключити необхідність присутності фахівців у зонах з високим рівнем потужності експозиційної дози [2].

Проблема репрезентативності проб води та ґрунту є критично важливою для комплексного радіоекологічного моніторингу. Саме на його основі створюють карти радіонуклідного забруднення, ухвалюють адміністративні рішення та розраховують дози опромінення населення. Особливого значення це питання набуває в контексті ймовірних ядерних аварій, що супроводжуються викидами радіоактивних речовин у різних фізико-хімічних формах [1].

Зразки води для аналізу відбирають із спеціалізованих моніторингових свердловин, оснащених системами інтервального відбору, що дозволяє отримувати проби з різних глибин водоносних горизонтів. За низьких концентрацій радіонуклідів

використовують сорбційні колонки, через які прокачують великі об'єми води (до сотень літрів), що робить можливим концентрувати наднизькі концентрації радіоактивних елементів.

Відбір проб ґрунту здійснюють у п'яти локаціях на ділянках розміром 5 м × 5 м з кроком заглиблення 5 см. Для аналізу швидкості заглиблення радіоактивних речовин зразки відбирають з фіксованих горизонтів (наприклад, 0–5 см, 5–10 см, 10–20 см). Ґрунт відбирають за допомогою циліндричного пробовідбірника діаметром 50 мм, після чого зразки об'єднують для формування репрезентативної змішаної (композитної) проби [4].

Частота відбору проб варіюється від 1 разу на квартал до 1 разу на рік. Загальна кількість проб підземних вод, зібраних на рік, становить 720. Всі зібрані проби аналізуються на ^{90}Sr і приблизно 60% проб аналізуються на ^{137}Cs [4].

Вибір методу аналізу радіонуклідів залежить від типу випромінювання, енергії частинок та активності зразка. У сучасній радіоекології та ядерній фізиці використовують низку методів. Найчастіше використовують радіохімічні методи аналізу радіонуклідів.

Для визначення ^{137}Cs метал екстрагують з розчину фільтруванням зразка води через іонообмінну смолу з подальшим визначенням на іонообмінному матеріалі за допомогою гамма-спектрометра. Хімічний вихід оцінюють шляхом аналізу «модельних зразків». Зразки ґрунту висушуються на повітрі, подрібнюють на частинки розміром менше 2 мм, вимірювання відбувається за допомогою гамма-спектрометра. Визначення ^{90}Sr базується на селективному радіохімічному виділенні за допомогою метода осадження металу (використовують карбонат натрію та гідроксид натрію). Визначення проводиться на бета-спектрометрі. У зібраних зразках ґрунту відбувається безпосереднє вимірювання на активність ізотопу ^{90}Sr , за допомогою сцинтиляційного бета-спектрометра [4].

При визначенні $^{239,240}\text{Pu}$ ізоотоп концентрується на аніонообмінній смолі, сорбується у вигляді нітратних комплексів та висушуються. Для визначення на альфа-спектрометрі зразок осаджують на пластині з нержавіючої сталі [4].

Для комплексного аналізу радіоекологічного стану та поведінки ізотопів плутонію в об'єктах довкілля застосовують наступні методи фізико-хімічного контролю:

- іонізаційний метод ґрунтується на здатності радіоактивних частинок рухатись з великою швидкістю, спричиняючи іонізацію газів;

- напівпровідниковий метод оснований на зміні електропровідності чутливого елемента під впливом іонізуючого випромінювання; він забезпечує високу роздільну здатність при ідентифікації енергетичних спектрів випромінювання радіонуклідів;

- сцинтиляційний метод використовує властивість певних матеріалів (сцинтиляторів) випромінювати світлові спалахи при поглинанні іонізуючих часток, що дозволяє з високою чутливістю реєструвати рівні забруднення;

- нейтронний метод застосовується переважно для оцінки вологості ґрунту або донних відкладів. Метод ґрунтується на розсіянні та уповільненні швидких нейтронів ядрами водню, що є критично важливим для моделювання швидкості вертикальної міграції плутонію;

- гаммаскопічний метод базується на поглинанні або розсіянні гамма-випромінювання і використовується для пошарового визначення щільності ґрунту. Це дозволяє точно розрахувати запас радіонуклідів у певних горизонтах та оцінити їхню геохімічну рухливість [1].

Отже, сучасна радіоекологія є перспективною високотехнологічною галуззю, де сучасні методи фізико-хімічного контролю поєднуються з цифровою аналітикою геоінформаційної системи.

Список літератури:

1. Іванов Є.А. Радіоекологічні дослідження: Навч. посібник. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. с. 31

2. Гудков І.М., Кашпаров В.О., Паренюк О.Ю. Радіоекологічний моніторинг : навчальний посібник. Київ, 2019. 188 с.

3. Long-term study (1987–2023) on the distribution of ^{137}Cs in soil following the Chernobyl nuclear accident: a comparison of

temporal migration measurements and compartment model predictions. URL:

<https://academic.oup.com/rpd/article/199/19/2366/7267612>

4. Natural attenuation processes control groundwater contamination in the Chernobyl exclusion zone: evidence from 35 years of radiological monitoring - Scientific Reports. Nature. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-22842-5>.

УДК 621.039:502.171(477):339.92:327(438+474.5)

УЧАСТЬ РЕСПУБЛІКИ ПОЛЬЩА У ФІНАНСУВАННІ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ «CHERNOBYL SHELTER FUND» ЯК ІНСТРУМЕНТУ МІЖНАРОДНОЇ ЯДЕРНОЇ БЕЗПЕКИ

Петрик Ю. Б.¹, Петрик Т. В.²

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» /

Тернопільський ліцей №21 – спеціалізована мистецька школа імені Ігоря Герети

²Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка / Тернопільський академічний ліцей «Генезис»

E-mail: yuriipetryk1994@gmail.com

Катастрофа на Чорнобильській атомній електростанції, окрім того, що стала великою техногенною катастрофою, продовжує залишатися довготривалим безпековим викликом для України та світу. Старе укриття (старий саркофаг), зведене після катастрофи потребувало заміни, а це вимагало значних капіталовкладень [4]. Зважаючи на це, за ініціативи Європейського банку реконструкції та розвитку у 1997 р. було створено фонд під назвою «Chernobyl Shelter Fund» («Фонд Чорнобильського Укриття», далі – «CSF»). Метою цього проєкту була допомога Україні у сфері стабілізації та екологічного убезпечення укриття над зруйнованим четвертим енергоблоком Чорнобильської АЕС [2].

Для досягнення цих цілей «CSF» фінансував реалізацію «Плану здійснення заходів» проєкту («Shelter Implementation Plan», далі – «SIP»), який був розроблений для підготовки до подальшого демонтажу та виведення з експлуатації забрудненої

конструкції в межах національної довгострокової стратегії. Ініціатива створення «CSF» була започаткована урядами країн «Великої сімки», Європейської Комісії та Україною й оголошена під час саміту «Великої сімки» у Денвері у 1997 р. [2].

Подальшу підтримку висловили інші держави на конференціях донорів у Нью-Йорку (1997 р.), Берліні (2000 р.), Лондоні (2005 р.), Києві (квітень 2011 р.) та Лондоні (2015 р.). Основною метою «SIP» було перетворення післяаварійного укриття на стабільний та екологічно безпечний стан. Ключовим компонентом «SIP» стало будівництво «New Safe Confinement» («Нового безпечного конфайнменту», далі – «NSC»), призначеного для ізоляції зруйнованого реактора та старого укриття, що уможливлювало подальший демонтаж і виведення з експлуатації конструкцій. Серед донорів «CSF» були численні держави, серед яких і Республіка Польща. Зазначимо також, що внески зробили 17 держав, до яких належала також Литовська Республіка [2].

Щодо Республіки Польща, то у 1997 році було виділено суму понад 3,5 млн польських злотих (еквівалент понад 1 млн доларів США). Ці кошти були перераховані Постійним представництвом Польщі при ООН у Нью-Йорку. Фінансування зазначеної мети здійснювалося за рахунок загального державного резерву бюджету, переданого до Міністерства закордонних справ (Постанова Ради Міністрів Республіки Польща № 98/97 від 23 грудня 1997 року).

Посол Польщі при ООН, виступаючи на конференції ООН 20 листопада 1997 року в Нью-Йорку, висловив підтримку плану «CSF» для захисту ядерного реактора Чорнобильської АЕС, заявивши про фінансову підтримку з боку Польщі.

У 1999 році було перераховано суму в розмірі понад 7 млн польських злотих (еквівалент понад 1,5 млн євро) на рахунок «CSF» через Посольство Польщі в Брюсселі. Кошти надійшли зі спеціальних видатків державного бюджету Польщі, а саме, з «Фондів Міністерства закордонних справ для фінансування нових внесків до міжнародних організацій та участі у програмах міжнародного співробітництва в межах організаційних систем ООН та Організації економічного співробітництва та розвитку, включаючи тимчасові програми та польові операції» [1].

Безпосередньо будівництво нової захисної оболонки розпочалося у 2012 р. на незабрудненій ділянці поблизу четвертого реактора Чорнобильської АЕС консорціумом «Novarka», створеним компаніями «VINCI Construction» та «Bouygues Construction». Спорудження т. зв. Арки здійснювалося у два етапи: перший передбачав монтаж 20 000 тонн аркової конструкції, тоді як другий включав встановлення інфраструктури (зокрема кранів) для демонтажу зруйнованої конструкції 4-го енергоблоку та вилучення палива. Через великі розміри Арку збудували з двох половин, які були з'єднані між собою у липні 2015 р. Польща у 2011 р. в рамках будівництва, за даними порталу «Wiadomości», перерахувала 1,5 млн євро до фонду Chernobyl Shelter Fund [5].

У 2016 році Арку успішно встановили на 4-й енергоблок, а вже в 2019 р. «NSC» було офіційно передано українській стороні. Ця подія стала важливою віхою у сфері глобальної ядерної безпеки та міжнародної інженерної співпраці [3].

На сьогодні діяльність «CSF» завершено. На офіційній вебсторінці Європейського банку реконструкції та розвитку містяться дані про те, що станом на кінець 2023 р. фонд отримав понад 1,6 млрд євро від 45 донорів. Сам банк додатково виділив 480 млн євро власних ресурсів для підтримки реалізації контракту зі спорудження «Нового безпечного конфайнменту» на Чорнобильській АЕС [2].

Зазначимо також, що у 2025 р. в ході російської агресії проти України російський безпілотною пошкодив NSC, що поставило під загрозу його функції ізоляції та демонтажу. Європейський банк реконструкції та розвитку спільно з Чорнобильською АЕС розпочав оцінку варіантів аварійного ремонту. Орієнтовна вартість відновлення може сягати кількох сотень мільйонів євро [3].

Таким чином, реалізація проєкту «Chernobyl Shelter Fund» стала масштабним дійством і прикладом міжнародної співпраці у контексті ядерної безпеки у Європі та світі. Участь Республіки Польща у фінансуванні та реалізації «CSF» має важливе значення, оскільки продемонструвала зацікавлення Варшави до співпраці у сфері міжнародної безпеки не як отримувача, а як донора та активного партнера, починаючи іще з тих часів, коли

Польща не була ні членом НАТО, ні членом Європейського Союзу. У цьому вияві її позиція демонструвала «відповідальне сусідство» та європейську солідарність. Більше того, участь Польщі у цьому проєкті засвідчила готовність держави до творення архітектури міжнародної безпеки, що доволі актуально в XXI ст. у контексті російської загрози.

Список літератури:

1. Міжнародний координований аудит Чорнобильського фонду «Укриття» (International Co-ordinated Audit of Chernobyl Shelter Fund). *Рахункова палата*. URL: https://rp.gov.ua/upload-files/IntCooperation/IntAudits/31-12-2008%2009-00-00/Zvit_Chernobyl_Shelter.pdf

2. Chernobyl Shelter Fund. *European Bank for Reconstruction and Development*. URL: <https://www.ebrd.com/home/what-we-do/focus-areas/nuclear-safety/chernobyl-shelter-fund.html>.

3. Making Chornobyl safe. *European Bank for Reconstruction and Development*. URL: <https://www.ebrd.com/home/what-we-do/focus-areas/nuclear-safety/making-chornobyl-safe.html>.

4. Polityuk P. Giant arch slides over Chernobyl site to block radiation for a century. *Reuters*. URL: <https://www.reuters.com/article/us-ukraine-chernobyl-arch-idUSKBN13O1IE/>.

5. Uroczyste zakończenie nasuwania arki nad blok 4 Czarnobylskiej EJ. *Portal nuclear.pl*. URL: <https://nuclear.pl/wiadomosci,news,16113001,0,0.html>

УДК 597.551.2:612.11:574.64:621.039.58

**ПОКАЗНИКИ ПЕРИФЕРИЧНОЇ КРОВІ ОКУНЯ
ЗВИЧАЙНОГО (*PERCA FLUVIATILIS L.*) У ЗАЛИШКОВИХ
ОЗЕРАХ КОЛИШНЬОЇ АКВАТОРІЇ ВОДОЙМИ-
ОХОЛОДЖУВАЧА ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС**

Поморцева Н. А., Гудков Д. І., Каглян О. Є., Беляєв В. В.

Інститут гідробіології НАН України

E-mail: natapomorceva@gmail.com

Впродовж активної фази аварії на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС) 1986 р. водойма-охолоджувач (ВО), яка використовувалася для водозабезпечення систем охолодження станції на протязі її експлуатації, зазнала інтенсивного радіонуклідного забруднення.

Після припинення експлуатації останнього діючого енергоблоку ЧАЕС у 2000 р. існування ВО, рівень води в якій штучно підтримували на 6,5–7 м вищим за рівень р. Прип'ять, було визнано недоцільним. Наприкінці 2014 р. постачання води до ВО було зупинено і відбулося поступове (впродовж 2015–2017 рр.) зниження її рівня переважно за рахунок фільтрації води крізь тіло огорожувальної дамби. Зниження рівня води призвело до кардинальних змін морфометрії ВО та екосистемних перетворень у залишкових озерах, що утворились у межах колишньої акваторії. Такі суттєві гідрологічні та екологічні трансформації супроводжувалися змінами гідрохімічного режиму залишкових озер та перерозподілом радіонуклідів у донних відкладах і на осушених прибережних ділянках, що призвело до зростання питомої активності радіонуклідів у воді (передусім ^{90}Sr), їх накопичення біотою і, відповідно, до збільшення потужності поглиненої дози (ППД) для водних організмів, зокрема риб. Таким чином, припускається, що тривале радіаційне опромінення могло поєднатися з потужним екологічним стресом та відобразитися на функціонуванні кровотворної системи риб з відповідними якісними та кількісними змінами складу клітин периферичної крові. Дослідження таких процесів є важливими для розуміння механізмів адаптації гідробіонтів до тривалого радіаційного впливу, який міг посилитися значними екологічними перетвореннями.

Досліджували риб, що населяють північно-західну (ПЗЧ) та північно-східну частини (ПСЧ) колишньої акваторії ВО. Аналізували лейкоцитарну формулу та абсолютну кількість лейкоцитів у окуня за різних рівнів ППД. У контрольній групі цей показник становив 0,05 мкГр/год, у риб з ВО до зниження рівня води – близько 7,4 мкГр/год. У вибірках 2019–2025 рр. з ПСЧ після зниження рівня води ППД зросла до 18,7 мкГр/год. У 2009–2014 рр. у лейкограмі окуня відзначено підвищений вміст нейтрофілів і бластних клітин із максимальними значеннями у 2009 р. – 10,4% і 2,5% відповідно. Зростання частки бластних форм із низькою функціональною активністю може свідчити про порушення функціонального стану крові за умов тривалого радіонуклідного забруднення [1]. Абсолютна кількість лейкоцитів досягала $86,0 \times 10^9/\text{л}$, що у 1,3 рази перевищувало контрольні значення ($68,9 \times 10^9/\text{л}$). У 2016–2025 рр. у риб ПЗЧ за зростання ППД з 10,9 до 11,4 мкГр/год загальна кількість лейкоцитів варіювала в межах $52,0\text{--}75,5 \times 10^9/\text{л}$. Незважаючи на загальне зниження лейкоцитів, рівень гранулоцитів залишався підвищеним відносно контролю ($5,3 \times 10^9/\text{л}$ проти $4,0 \times 10^9/\text{л}$), що свідчить про реалізацію компенсаторно-адаптивних реакцій гемопоезу. Перерозподіл лейкоцитарних популяцій клітин характеризувався зниженням частки лімфоцитів до 74,9–90,0% (у середньому 85,4%) та збільшенням гранулоцитарної фракції, насамперед нейтрофілів (12,6–22,1%) у 2016–2017 рр., що відображає дисрегуляцію мієлопоезу за дії радіаційного чинника [2].

У новоутвореній ПСЧ (ППД 18,7 мкГр/год) у 2016–2025 рр. відзначено поступове зниження загальної кількості лейкоцитів з 76,5 до $52,7 \times 10^9/\text{л}$; мінімальне значення зареєстровано у 2024 р., що у 1,3 рази нижче за контрольний рівень. Водночас кількість гранулоцитів у 2017–2025 рр. перевищувала показники попереднього періоду у 1,3 рази і була утричі вищою за контроль. У лейкограмі окуня відзначено зниження частки лімфоцитів з 91,0% до 79,8% за рахунок зростання гранулоцитарних клітин, зокрема нейтрофілів – до 17,7%. Також у 2017 і 2024 рр. реєстрували поодинокі піністі клітини (0,9–2 %).

Іонізуюче випромінювання розглядається як важливий фактор, здатний впливати на процеси еритропоезу у риб.

Хронічне радіаційне навантаження може порушувати проліферацію та диференціацію еритроїдних клітин у кровотворних органах, що відображається у змінах морфологічного і функціонального стану еритроцитів периферичної крові. У риб еритроцити є ядромісними клітинами з відносно тривалим терміном циркуляції у кровотоці, тому вони здатні акумулювати наслідки хронічного радіаційного впливу. У результаті можуть виникати різні морфологічні аномалії, що відображають порушення процесів еритропоезу та геномної стабільності клітин. У 2009–2014 рр. дослідження морфології еритроцитів окуня ВО показало, що середня частка клітин із морфологічними порушеннями становила 20,1%, тоді як порушення мітозу реєструвалися рідко – до 0,3%. У 2016–2025 рр. у риб ПЗЧ загальна частка порушень зменшилася у 1,4 рази порівняно з попереднім періодом (у середньому до 14,1%). Водночас зросла частка еритроцитів із мікроядрами (0,9–2,5%, у середньому 1,4%). У 2023–2025 рр. зареєстроване повторне збільшення сумарної частки порушень до 22,5%, що супроводжувалося підвищенням частоти цитолізу (5,8%), вакуолізації цитоплазми (4,8%) та деформації ядер клітин (2,7%). У риб ПСЧ у 2016–2024 рр., за умов підвищення ППД до 18,7 мкГр/год, частка морфологічних порушень еритроцитів становила 13,1–19,4% (у середньому 15,4%). Це у 1,3 раза менше, ніж у 2009–2014 рр., але приблизно у 1,8 рази перевищувало контрольний рівень. Частота клітин із мікроядрами була дещо вищою, ніж у ПЗЧ, і становила 1,7–1,9% (у середньому 1,8%). Найчастіше реєстрували пікноз, цитоліз, пристінкові ядра та вакуолізацію цитоплазми. Загалом у 2016–2025 рр. в обох частинах водойми спостерігалось зниження загальної частки морфологічних порушень еритроцитів у 1,4 раза (на 30,3%) порівняно з 2009–2014 рр., однак їх рівень залишався підвищеним відносно контролю (8,4%) приблизно у 1,7 раза.

Виявлені зміни у клітинному складі периферичної крові можуть мати функціональні наслідки для окуня як активного хижака. Перерозподіл клітин лейкоцитарної популяції і підвищення частоти морфологічних порушень еритроцитів можуть супроводжуватися зниженням ефективності кисневого транспорту, напруженням імунних реакцій та загальним

підвищенням енергетичних витрат на підтримання гомеостазу. Для хижих видів, зокрема *Perca fluviatilis*, це може проявлятися у зменшенні фізіологічної витривалості, зниженні темпів росту і репродуктивного потенціалу. У довготривалій перспективі такі зміни можуть впливати на трофічну роль окуня у водних екосистемах, структуру іхтіоценозів та угруповань гідробіонтів у межах Чорнобильської зони відчуження.

Роботу виконано за підтримки Національного фонду досліджень України (проект № 2023.03/0156), Національної академії наук України, а також у співробітництві з Державним спеціалізованим підприємством «Екоцентр» Державного агентства України з управління зоною відчуження.

Список літератури:

1. Pomortseva N.A., Rodionova N.K., Gudkov D.I., Kaglyan O.Ye. Quantitative and Qualitative Composition of the Peripheral Blood of Fish in the Gradient of Long-Term Radiation Exposure. *Hydrobiological Journal*. 2024; 60 (1):84–100.

2. Renčko M, Rybníkář A, Siroká Z, Jurajda P. Effect of gamma irradiation on differential leukocyte counts in fish (*Poecilia reticulata*). *Acta Vet Brno*. 2014; 83 (3):209–214.

УДК 597.551.2:577.1/5:539.1

ОСОБЛИВОСТІ ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНОГО СТАНУ РИБ В УМОВАХ ТРИВАЛОГО РАДІОНУКЛІДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ

**Потрохов О. С., Гудков Д. І., Худіяш Ю. М., Беляєв В. В.,
Гупало О. О.**

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

Email: apotrokhov@gmail.com; digudkov@gmail.com

Біологічні наслідки забруднення радіонуклідами водних екосистем проявляються на біохімічних, фізіологічних та морфологічних показниках живих організмів. Використання саме біохімічних методів досліджень надає можливості щодо визначення меж адаптивних здатностей організму внаслідок тривалого впливу іонізуючого випромінювання.

Метою роботи було встановити зміни біохімічного стану риб з різних водойм Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) та їх

порівняння з рибами з незабруднених радіонуклідами водойм для з'ясування адаптаційних процесів, які відбуваються в організмі в умовах хронічного радіаційного навантаження.

Дослідження проводили у водоймах ЧЗВ – оз. Глибоке, оз. Азбучин, Янівський затон, залишкових ділянках водойми-охолоджувача ЧАЕС (ВО ЧАЕС). Як контроль використовували риб з Київського та Канівського водосховищ. Об'єктами дослідження були щука, карась сріблястий, плітка, краснопірка та окунь.

Як показали гідрохімічні дослідження водойми ЧЗВ переважно не мають істотного біогенного забруднення. Але спостерігаються вкрай малі величини концентрацій неорганічного азоту та фосфору у ВО ЧАЕС, а у воді оз. Азбучин іноді відмічене перевищення концентрації амонійного азоту, в оз. Глибоке - нітритів. Концентрація провідних іонів у воді відповідає контрольним водоймам.

Найвищі дози опромінення відмічені для риб оз. Глибоке – 46,3–84,5 мкГр/год, що у 900–1700 разів перевищує контрольні показники. Серед досліджених видів найвищі дози отримує карась, а найменші – плітка і окунь. За потужності поглиненої дози інші досліджені водойми розташовані наступним чином: оз. Азбучин > ВО ЧАЕС > Янівський затон. У контрольних водоймах доза опромінення риб становила в середньому 0,05 мкГр/год.

У переднерестовий період у плітки кількість ікринок в 1 г була меншою у водоймах ЧЗВ порівняно до контролю. При чому вміст енергетичних субстратів (ліпідів та глікогену) в ікринках плітки перевищувала норму. Це свідчить, що в умовах радіаційного забруднення риби задля покращення розмноження в складних умовах виробили такі адаптаційні механізми, які б сприяли процесам ембріонального розвитку, забезпечуючи зародок достатньою кількістю енергетичних ресурсів.

Для краснопірки та окуня характерне істотне підвищення вмісту білків у плазмі крові риб з водойм ЧЗВ порівняно до контролю. Відомо, що найбільш значима частина від загального білку у крові належить до транспортних білків. Риби намагаються вивести з організму надмірну кількість метаболітів за дії радіаційного опромінення. Вірогідно, що білки також

залучаються до енергетичного забезпечення метаболічних процесів. Для плітки та щуки більш характерним є зниження вмісту білків у крові по мірі зростання дози опромінення.

Найбільш помітний вплив радіаційного навантаження помітний у облігатного хижака – щуки. Вміст малонового діальдегіду (МДА) у печінці цього виду істотно підвищується. У риба з оз. Глибоке вміст МДА перевищує контрольні величини майже у сім разів. Також для цього виду спостерігається істотне підвищення вмісту МДА у Янівському затоні та залишкових ділянках ВО ЧАЕС. Активність ферментів антиоксидантного захисту відбувається на доволі низькому рівні, що призводить до істотного накопичення продуктів перекісного окиснення ліпідів (ПОЛ) у печінці.

У іншого хижого виду – окуня, який живиться рибою та бентосними організмами протягом всього року, в задовільних умовах середовища вміст МДА залишається на високому рівні через продовження активного живлення. В забруднених водоймах активність метаболізму навпаки – знижується, в силу чого вміст МДА є меншим за контроль. Але антиоксидантна активність (АОА) в печінці окуня з оз. Глибоке та колишньої «теплої» частини ВО теж є меншою за контроль. Лише у риба Янівського затону та колишньої «холодної» частині ВО ЧАЕС антиоксидантна система активно задіяна.

Карась сріблястий доволі адаптований вид риба до різних умов середовища, в силу чого восени в умовах водойм ЧЗВ має менший вміст МДА у печінці за більшої АОА порівняно до контролю.

Плітка та краснопірка восени виявляли меншу адаптованість до існуючих умов водойм ЧЗВ. Вміст МДА значно перевищує контрольні показники у риба з водойм ЧЗВ. Найбільш забрудненим було оз. Глибоке за цим показником риба. При чому для риба, особливо плітки, спостерігається посилення АОА у печінці.

Відомо, що одним з головних шляхів виведення МДА з організму риба є зябра. Тому найбільший інтерес представляє визначення вмісту МДА у зябрових тканинах, особливо за дії малих доз іонізуючого випромінювання.

В оз. Азбучин, залишкових ділянках ВО ЧАЕС вміст МДА

в зябрових пелюстках шуки переважає контрольні показники. Це може бути пов'язано як з негативною дією опромінення, так і з посиленням транспортом МДА в зябри задля подальшого виведення з організму. Переважно в усіх водоймах ЧЗВ антиоксидантна активність в зябрах шуки дещо нижча за контроль. Звертає увагу той факт, що у найбільш забрудненій водоймі (оз. Глибоке) вміст МДА у зябрах шуки дорівнює контрольним величинам на фоні істотно меншої антиоксидантної активності. Ймовірно, накопичений МДА у печінці недостатньо активно транспортується до зябер і риби не справляються з порівняно потужними дозами опромінення.

Карась виявляє значну адаптованість до тривалого впливу опромінення. У зябрах риб з водойм ЧЗВ суттєво менший вміст МДА порівняно до контролю. Плітка виявляє достатню адаптованість до умов помірного впливу радіаційного забруднення. Вміст МДА у зябрових пелюстках дорівнює контрольним величинам в осінній період за підвищеної антиоксидантної активності в них. Краснопірка також здатна адаптуватися до радіаційного чинника в силу екологічної ніші, яку вона займає – поверхневі та середні шари води, часткове живлення рослинними організмами. Вміст МДА в зябрах риб з водойм ЧЗВ дещо перевищує контрольні величини, але антиоксидантна активність теж була більшою.

Висновки.

1. У плітки формується адаптивна стратегія спрямована на збільшення енергетичних ресурсів в ікринки, що потенційно підвищує шанси ембріонального розвитку в умовах хронічного радіаційного навантаження

2. У краснопірки та окуня з водойм ЧЗВ виявлено істотне підвищення вмісту загального білка плазми, особливо навесні, що відображає зростання ролі транспортних білків у виведенні токсичних метаболітів і радіонуклідів. Для плітки та шуки в ряді водойм (особливо більш забруднених) характерне зниження білка, що може свідчити про виснаження білкових резервів.

3. Показники МДА та АОА мають чітку видову й тканинну специфіку. Краснопірка та окунь демонструють підвищення МДА при активізації АОА (ефективна, хоч і напружена адаптація), карась сріблястий – зниження МДА на фоні високої АОА

(високий адаптаційний потенціал). У щуки, особливо в оз. Глибоке, накопичення МДА поєднується з низькою АОА, що свідчить про виснаження антиоксидантного захисту та високу чутливість до радіаційного навантаження. Зябровий апарат (особливо в окуня) відіграє ключову роль у виведенні МДА та інших продуктів ПОЛ.

Роботу виконано за підтримки Національного фонду досліджень України (проект № 2023.03/0156), Національної академії наук України, а також у співробітництві з Державним спеціалізованим підприємством «Екоцентр» ДАЗВ України.

УДК 346.9:620.9(477)

**РОЛЬ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У
ФОРМУВАННІ БЕЗПЕЧНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО
МАЙБУТНЬОГО**

Похилій О. І.¹, Барна Л. С.²

¹Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

²Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

Е-mail: oleksandr.pokhylyy@gmail.com barna@chem-bio.com.ua

Енергетика є наріжним каменем поступального розвитку людської цивілізації. Електрична енергія забезпечує розвиток різноманітних галузей промисловості, транспорту, житлово-комунального господарства та соціальної інфраструктури. Частка атомної енергетики у світовому виробництві електроенергії є невисокою (близько 10%). Тоді як в Україні ця частка є значно більшою і становить 45 – 50 %. В Україні функціонують чотири атомні електростанції – Запорізька, Рівненська, Південноукраїнська, Хмельницька.

Атомна енергетика, яка майже не викидає парникових газів під час своєї роботи, на всіх інших етапах експлуатації негативно впливає на довкілля. Зокрема, це стосується безпечного поводження з радіоактивними відходами та відпрацьованим ядерним паливом, які потребують тривалого зберігання, захоронення або переробки, теплове забруднення водойм,

негативний вплив на здоров'я працівників тощо. Окрім того, об'єкти атомної енергетики є потенційно небезпечними. Навіть незначні прорахунки у їх проектуванні, будівництві, експлуатації, екстремальні природні явища можуть призвести до екологічної катастрофи, якою у 1986 році стала аварія на Чорнобильській АЕС. Внаслідок цієї катастрофи постраждали сотні тисяч людей, значна частина з них втратила домівки. Радіоактивного забруднення зазнала територія, яка за площею втричі перевищує площу Києва.

Чорнобильська аварія змусила світову спільноту переосмислити існуючі на той час підходи до виробництва електроенергії та енергоспоживання. Саме тому чимало держав у сфері енергетики обрали для себе відновлювальні джерела, або, так звану «зелену енергетику».

Сучасна українська енергосистема характеризується використанням старого і малоефективного обладнання. Також має місце дефіцит енергетичних ресурсів, зростання їх вартості на світовому ринку, недостатня диверсифікація джерел електрогенерації, що створює серйозну загрозу енергетичній безпеці України [1]. Ускладнює ситуацію з енергетикою в Україні руйнування значної енергогенеруючих об'єктів внаслідок військових дій та їх окупація.

Основними видами відновлюваної енергетики є сонячна, вітрова, гідроенергетика, геотермальна енергетика та біоенергетика. Їх використання ґрунтується на природних відновлювальних процесах і не призводить до виснаження природних ресурсів. Україна має значний потенціал для використання відновлюваних джерел енергії.

Розвиток в Україні відновлювальної енергетики є важливим інструментом забезпечення сталого розвитку. «Стратегією розвитку світової енергетики визначено, що у 2020 р. 20 % електроенергії буде вироблятися за рахунок використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) та альтернативних видів палива (АВП), у 2040 р. – 50 %, а наприкінці ХХІ століття частка електроенергії, виробленої з ВДЕ та АВП може перевищити 85 %. До 2050 року планується довести частку ВДЕ та АВП в загальному паливно-енергетичному балансі Євросоюзу до 50 %» [1, с. 13]. Енергетичною стратегією України до 2035 р.

передбачено зростання частки «зеленої» енергії до 25 % у енергетичному балансі країни, зниження залежності від імпорту електроенергії з 51 % у 2015 р. до 33 % у 2035 р. Окрім того, планується повноцінна інтеграція з енергетичною системою ЄС.

Вітроенергетика стала першою з галузей відновлювальної енергетики, яка увійшла до складу «великої» електроенергетики. У Європі 10 % електроенергії, що споживається генерується вітровими електростанціями. В Данії, Іспанії, Португалії, Ірландії частка електроенергії, що виробляється вітровими електростанціями (ВЕС) становить 20 % [2].

Світовий досвід використання вітрової енергетики підтверджує її незаперечні переваги. Зокрема:

- екологічність енергії (вітрові установки не забруднюють навколишнє середовище);

- вітер є відновлювальним джерело енергії і його використання сприяє збереженню природних ресурсів;

- незалежність встановлення і використання вітрогенераційних установок від інших джерел енергії;

- вітрогенератори займають невелику площу і можуть встановлюватись у віддалених місцях.

Недоліками ВЕС є:

- нестабільність роботи, пов'язана із змінами погодних умов і невисокий вихід електроенергії порівняно з АЕС, ТЕС;

- необхідність дотримання геологічних та метеорологічних вимог до місця встановлення вітрових електростанцій та їх висока вартість;

- потенційна небезпека для деяких видів тварин (птахів, кажанів) [3].

За даними Української вітроенергетичної асоціації у 2025 році частка відновлюваних джерел енергії у структурі генерації збереглась на рівні 10,7 %, хоча загальний обсяг виробництва скоротився на 1,8 %. Суттєво зріс обсяг побудованих в Україні установок збереження енергії (УЗЕ). Протягом року в Україні побудовано 342, 4 МВт вітроелектростанцій, що більше, ніж за попередні роки повномасштабної війни. Сукупна встановлена потужність вітроенергетики досягла 2,2 ГВт (з урахуванням 1,3 ГВт потужностей, що лишаються на тимчасово окупованих територіях) [4].

Отже, уроки Чорнобильської катастрофи нагадують людству про необхідність відповідального ставлення до використання енергетичних ресурсів і розвитку технологій. Перехід до відновлюваних джерел енергії дозволяє мінімізувати ризики для навколишнього середовища та людини і є важливим кроком у формуванні безпечної, ефективної та екологічно збалансованої енергетичної системи. Розвиток відновлювальної енергетики в Україні, впровадження інноваційних технологій та міжнародна співпраця сприятимуть створенню стійкої енергетичної моделі майбутнього, що відповідає концепції сталого розвитку.

Список літератури:

1. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. 392 с.
2. Кудря С.О., Тучинський Б.Г., Іванченко І.А. Аналітичний огляд оновлених оцінок щодо перспектив розвитку вітроенергетики. *Вітроенергетика*, 2019. № 3. С. 42 – 47.
3. Повханич А. Ю. Вітроенергетика як ключовий елемент енергетичної стратегії. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2017. Вип. 13, част. 2. С. 81 – 86.
4. Вітроенергетичний сектор України. 2025. Огляд ринку. URL: <https://uwea.com.ua/ua/news/entry/uvea-vipustila-oglyad-vtroenergetichnogo-sektoru-ukrani-za-2025-rk/>

УДК 614.876:312.6(477.19)

**ВНУТРІШНЄ ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ
УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ: ЧИННИКИ,
ЗАКОНОМІРНОСТІ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ
Райчук Л. А.**

Інститут агроєкології і природокористування НААН
E-mail: edelvice@ukr.net

Доза внутрішнього опромінення населення є інтегральною характеристикою радіоекологічного стану агроландшафтів – вона відображає не лише рівень забруднення ґрунтів, а й сукупну дію ланцюга «ґрунт–рослина–продукція–людина» в конкретних соціально-економічних умовах. У віддаленому поставарійному

періоді, коли щільність забруднення стабілізувалася, саме структура дозоформуючих чинників стає ключовим об'єктом дослідження.

Емпіричну базу роботи становлять результати ЛВЛ-вимірювань («Скринер-3М»), виконаних у 2005–2014 рр. у 174 населених пунктах 17 районів Київської, Житомирської та Чернігівської областей – загалом близько 15 800 індивідуальних вимірів. Просторово-часовий масштаб вибірки дозволив виявити закономірності, недосяжні при локальних дослідженнях.

Ключовим результатом є зафіксована трансформація статистичного розподілу індивідуальних доз: від Гаусового на початку спостережень – через логнормальний – до експоненційного. Така еволюція свідчить про появу одного переважаючого незалежного чинника, що визначає дозу, тоді як у ранній поставарійний період внески численних чинників були більш рівномірними і деколи взаємозалежними. Зміна типу розподілу є принциповою для методології прогнозування радіологічних ризиків.

Кластерний аналіз масиву доз дозволив виокремити 5 типів населених пунктів за характером формування дози. Ієрархія дозоформуючих чинників, встановлена за коефіцієнтами кореляції: питома площа лісу на одну особу ($r = 0,60$) → рівень забруднення ^{137}Cs ($r = 0,51$) → рік вимірювання ($r = 0,49$) → вік особи ($r = -0,32$) → переважаючий тип ґрунту ($r = 0,30$).

На основі отриманих закономірностей розроблено нейромережеву модель прогнозування індивідуальної дози (Python) з точністю 89% [1]. Модель реалізована у вигляді програмного забезпечення з відкритим інтерфейсом, що передбачає як перенавчання на нових даних, так і оперативне прогнозування для нових населених пунктів.

Отримані результати засвідчують: у віддалений період після аварії формування дози внутрішнього опромінення населення Полісся набуло складної соціально-екологічної природи і перестало бути функцією переважно радіологічного чинника. Це принципово змінює логіку радіаційного моніторингу

– від суцільного дозиметричного контролю до адресного, орієнтованого на соціально-ландшафтні групи ризику.

Список літератури:

1. Чоботько Г., Райчук Л., Швиденко І., Уманський М., Чернявський А., Любашенко Н. Модель формування дози внутрішнього опромінення населення українського Полісся у віддалений період після аварії на ЧАЕС. *Zenodo*. 2023. URL:<https://doi.org/10.5281/zenodo.14367309>

УДК 342.9:351.86(477.41):621.039.58

**ПОТОЧНИЙ ПРАВОВИЙ ТА БЕЗПЕКОВИЙ СТАТУС
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ: ВИКЛИКИ
ВОЄННОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВІДНОВЛЕННЯ**

Рахмаїл М. О., Онопрієнко В. П.

Сумський національний аграрний університет

E-mail: kthznkk@gmail.com, onoprienko.v.p@ukr.net

З моменту введення воєнного стану в Україні правовий статус Чорнобильської зони зазнав суттєвих змін. Наразі пропускний режим контролюється жорстко, а доступ надається виключно персоналу, що забезпечує життєдіяльність об'єктів критичної інфраструктури (ЧАЕС, ДСП «Радон», об'єкти поводження з ВЯП), фахівцям наукових установ та офіційним міжнародним делегаціям під супроводом спецслужб. Будь-які спроби несанкціонованого проникнення (сталкеризму) наразі розглядаються не як адміністративне правопорушення, а як потенційна загроза держбезпеці в умовах війни [2].

Період окупації Зони відчуження (лютий–березень 2022 р.) фахівці ДАЗВ називають «другою катастрофою». За офіційними даними, зафіксованими у звітах агентства, збитки, завдані інфраструктурі, перевищують 135 мільйонів доларів США. Проте ця цифра відображає лише матеріальні втрати, не враховуючи довгострокових екологічних та безпекових наслідків. Окупантами було фактично знищено Центральну аналітичну лабораторію в м. Чорнобиль – унікальний комплекс вартістю 6

млн євро, профінансований ЄС, де зберігалися радіоактивні зразки та проводилися високоточні дослідження.

Крім того, було викрадено або знищено понад 1000 одиниць спеціалізованої техніки: від пожежних машин, необхідних для гасіння лісових пожеж у радіоактивно забруднених лісах, до високотехнологічного обладнання для радіаційного моніторингу. Розграбовані офісні приміщення ДП «ЦОТІЗ» та інших підприємств Зони унеможливили швидке повернення до звичного ритму адміністрування території. Одним із найскладніших наслідків окупації є масове замінування територій, особливо лісових масивів та узбіч доріг [1].

Для ДАЗВ на період 2024-2026 років визначено чіткі стратегічні пріоритети. По-перше, це відновлення системи радіаційного моніторингу та фізичного захисту ядерних установок. Завдяки підтримці МАГАТЕ та міжнародних партнерів частину обладнання вже вдалося замінити. По-друге, це зміцнення протипожежної безпеки. Зона відчуження є зоною постійного ризику масштабних лісових пожеж, а за відсутності належної техніки та через замінування лісових доріг боротьба з вогнем стає майже неможливою. По-третє, це ядерна безпека: забезпечення стабільної роботи персоналу ЧАЕС у складних умовах та моніторинг стану об'єкта «Укриття».

Список літератури:

1. Державне підприємство «ЦОТІЗ» : офіційний сайт. URL: <https://cotiz.org.ua>
2. Державне агентство України з управління зоною відчуження : офіційний сайт. URL: <https://dazv.gov.ua>

УДК 637.12.04/.07

РАДІОАКТИВНІСТЬ МОЛОКА БІЛЯ ЗОНИ БОЙОВИХ ДІЙ

Самілик М. М.

Сумський національний аграрний університет

E-mail: maryna.samilyk@snau.edu.ua

Рослини поглинають радіонукліди через коріння або через листя, а тварини накопичують їх шляхом безпосереднього споживання рослин [1, с. е30454]. Забруднення молока може статися навіть тоді, коли корови перебувають у приміщенні, через вдихання радіонуклідів або потрапляння радіонуклідів через питну воду та споживання забруднених кормів.

Молоко є важливим показником забруднення в харчовому ланцюзі, оскільки воно може бути значним транспортером радіонуклідів та важких металів з навколишнього середовища до людини [2, с. 161].

Дослідження, пов'язані з концентрацією активності в різних харчових продуктах, включаючи молоко, проводилися в багатьох країнах світу і показують про різний рівень радіоактивності.

Антропогенна діяльність впливає на розподіл природної радіоактивності. Застосування ядерної енергії, спалювання вугілля, виробництво та застосування фосфорних добрив, військові дії, гірничодобувна промисловість та утворення радіоактивних відвалів сприяють перерозподілу природної радіоактивності [3, с. 274].

Досліджено вплив російсько-української війни на радіоактивність молока. Польові дослідження проводилися у квітні, травні та липні 2025 року в с.Товста Сумської області (Україна), яке знаходиться на відстані 20 км від зони бойових [4, с. 50]. Радіологічні дослідження молока не виявили забруднення радіонуклідами. Питома активність Cs-137 знаходилася в межах $2,54 \pm 2,54 - 4,25 \pm 2,69$ Бк/кг, а питома активність Sr-90 становила $0,56 \pm 0,56 - 1,13 \pm 0,7$ Бк/кг.

Також, дослідження радіоактивності молока проводилися у квітні-жовтні 2025 року в с.Улянівка Сумської області (15 км від зони бойових дій). Перевищення рівня радіонуклідів не було зафіксовано. Найвищі рівні питомої активності радіонуклідів Cs-

137 (3,72 Бк/кг) та Sr-90 (1,46 Бк/кг) спостерігалися у квітні 2025 року.

Таким чином, молоко, вироблене на досліджуваних територіях можна вважати безпечним.

Список літератури:

1. Evaluation of radioactivity concentration in farm fresh milk and concomitant dose to consumer / S. Pervin et al. *Heliyon*. 2024. P. e30454. URL: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30454>.

2. Jemii E., Alharbi T. Measurements of natural radioactivity in infant formula and radiological risk assessment. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 2017. Vol. 315, №2. P. 157–161. URL: <https://doi.org/10.1007/s10967-017-5646-7>

3. Natural and anthropogenic radioactivity in the environment of Kopaonik mountain, Serbia / B. Mitrović et al. *Environmental Pollution*. 2016. Vol. 215. P. 273–279. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.05.031>

4. Revealing the impact of military activities on the safety of agricultural produce / M. Samilyk et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. Vol. 6, №11 (138). P. 47–53. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.343273>

УДК 544.723:539.16

**ІННОВАЦІЙНІ СОРБЕНТИ ДЛЯ КОНЦЕНТРУВАННЯ
РАДІОНУКЛІДІВ**

Свідерська Х. М., Симчак Р. В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: symchak@tnpu.edu.ua

Забруднення навколишнього середовища радіонуклідами техногенного походження становить одну з актуальних проблем сучасної екології та радіохімії. Надходження радіоактивних ізотопів у природні екосистеми може бути пов'язане з функціонуванням підприємств ядерної енергетики, переробкою ядерного палива, медичним використанням радіоізотопів, аваріями на ядерних об'єктах тощо. У зв'язку з цим важливим завданням є розроблення ефективних методів вилучення та концентрування радіонуклідів із природних і техногенних

середовищ.

Одним із найбільш ефективних підходів до вирішення цієї проблеми є використання сорбційних матеріалів, які характеризуються високою сорбційною ємністю, селективністю та здатністю до регенерації. Сорбційні методи широко застосовуються для концентрування радіонуклідів із водних розчинів, природних вод, ґрунтових екстрактів та інших об'єктів навколишнього середовища. Ефективність сорбційних процесів значною мірою визначається фізико-хімічними властивостями сорбентів, зокрема їхньою питомою поверхнею, пористістю, наявністю функціональних груп та іонообмінною здатністю [1, 2].

Традиційно для вилучення радіонуклідів використовують природні мінеральні сорбенти, зокрема цеоліти, глинисті мінерали та бентоніти, які характеризуються високою іонообмінною здатністю та доступністю. Вони ефективно поглинають радіонукліди цезію та стронцію, однак часто мають обмежену селективність, що зумовлює необхідність їх модифікації або застосування більш сучасних матеріалів.

Перспективним напрямом є використання синтетичних іонообмінних матеріалів та полімерних сорбентів, які містять функціональні групи, здатні утворювати стійкі комплекси з іонами радіоактивних елементів. Такі сорбенти забезпечують підвищену селективність щодо окремих радіонуклідів та можуть ефективно застосовуватися у складних багатокомпонентних системах [2].

Значного розвитку набули наноструктуровані сорбенти, що характеризуються високою питомою поверхнею та можливістю цілеспрямованої модифікації поверхні. До таких матеріалів належать вуглецеві наноструктури, графенові матеріали, магнітні наночастинки та різноманітні нанокомпозитні системи. Завдяки своїм структурним особливостям вони демонструють високу сорбційну ємність і можуть ефективно вилучати радіонукліди навіть за дуже низьких концентрацій [1].

Список літератури:

1. Ghazoui M., Elkacmi R., Aboubacar S. S., Anter N., Dabali S., Boudouch O. Innovative adsorbents and mechanisms for radionuclide removal from aqueous nuclear waste: A comprehensive

review of materials, performance, and future perspectives. *Total Environment Engineering*. 2025. Vol. 5. URL: <https://doi.org/10.1016/j.teengi.2025.100042>.

2. Khimchenko S. V. New effective sorbents for purification of aqueous media from technogenic contaminants. *Functional Materials*. 2017. Vol. 24, № 4. P. 706–713.

3. URL: <https://doi.org/10.15407/fm24.04.706>.

УДК 574.5:539.16(477)

**ТРАНСФОРМАЦІЯ РАДІОНУКЛІДНОГО СКЛАДУ
ПРІСНОВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ ЧЕРЕЗ 40 РОКІВ
ПІСЛЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ**

Скиба В. В.

Білоцерківський національний аграрний університет

E-mail: volly2005@ukr.net

Чорнобильська катастрофа 1986 року залишила незворотній слід у стані природних екосистем України. Через сорок років після аварії питання радіонуклідного забруднення прісноводних екосистем зберігає наукову та практичну актуальність, особливо в контексті воєнних загроз ядерній та радіаційній безпеці країни і зростаючої ролі внутрішніх рибогосподарських ресурсів у забезпеченні продовольчої безпеки населення [1, 2].

Метою роботи є комплексна радіоекологічна оцінка стану прісноводних екосистем двох природних зон – Полісся та Лісостепу України – на сучасному віддаленому після аварійному етапі з визначенням диференційованих референсних та скринінгових рівнів питомої активності радіонуклідів для об'єктів водних екосистем.

Дослідження охоплювали водні об'єкти різних гідрологічних типів: великі водосховища (Київське, Канівське), мале водосховище на р. Жерів (Повчанське), озера (Лісове, Біле, Луко), ставки рибогосподарського призначення та незарегульовані ділянки малих річок. Об'єктами дослідження слугували 25 видів вищих водних рослин (макрофітів) трьох екологічних груп – гелофітів, плейстофітів та гідатофітів – і 18

видів промислових риб (мирних та хижих). Питому активність стронцію-90 та цезію-137 визначали радіохімічними, бета- та гамма-спектрометричними методами спільно з Інститутом гідробіології НАН України [3].

У водоймах Полісся встановлено значний просторовий градієнт питомої активності радіонуклідів у макрофітах. Для стронцію-90 у гелофітів діапазон становив 1,8–145 Бк/кг сухої речовини, у гідатофітів – 7,5–265 Бк/кг; для цезію-137 – відповідно 2,5–8300 Бк/кг та 10–4200 Бк/кг сухої речовини. Виявлений тисячократний розкид значень відображає реальну радіоекологічну неоднорідність водойм, зумовлену відмінностями у гідрологічному режимі та ступені замкненості екосистем. Озеро Лісове демонструє рівні цезію-137 у рослинах, порівнянні з показниками деяких водойм у межах Чорнобильської зони відчуження, що пов'язано зі збігом трьох несприятливих чинників: високою щільністю первинного забруднення водозбору, замкненим типом водойми та відсутністю розбавлення незабрудненими водами.

У водоймах Лісостепу рівні забруднення макрофітів суттєво нижчі: стронцій-90 у гелофітів – 0,4–11 Бк/кг, цезій-137 – 0,8–20 Бк/кг. Проте принципова закономірність зберігається: найвищі рівні забруднення реєструються у замкнених водоймах із мінімальним водообміном. Тип водного об'єкта виявився більш значущим предиктором радіоекологічного статусу, ніж географічна відстань від ЧАЕС.

У промислових риб водойм Полісся питома активність цезію-137 у мирних видів (карась, лящ, плітка) становила 2,1–1200 Бк/кг, у хижих (окунь, судак, щука) – 1,1–305 Бк/кг. Для риб замкнених озер Лісове і Біле та Повчанського водосховища зафіксовано реальні перевищення допустимих рівнів вмісту цезію-137 відповідно до нормативу ДР-2006. У лісостепових водоймах рівні забруднення риб значно нижчі: цезій-137 у мирних видів – 0,15–3,8 Бк/кг, у хижих – 0,78–14,3 Бк/кг. Ефект біологічного накопичення в трофічному ланцюгу проявляється в обох зонах: хижі риби демонструють вищі рівні цезію-137 порівняно з мирними видами тієї ж водойми [4].

За результатами багаторічних досліджень розроблено диференційовані референсні та скринінгові рівні питомої

активності стронцію-90 і цезію-137 для основних екологічних груп макрофітів і промислових риб окремо для Полісся та Лісостепу. Ці рівні є практичним інструментом моніторингу, що дозволяє переходити від накопичення вимірювальних даних до прийняття управлінських рішень на основі об'єктивних порогових критеріїв [5].

Встановлено, що через 40 років після Чорнобильської катастрофи гідрологічний тип водойми та характер водообміну є головними чинниками, що визначають її радіоекологічний статус. Замкнені, слабопроточні водойми залишаються осередками підвищеного забруднення незалежно від відстані від ЧАЕС. Реальні перевищення допустимих рівнів у рибі окремих водойм обумовлюють необхідність адресного, диференційованого підходу до радіаційного контролю рибної продукції за схемою: водойма – вид – трофічна група – сезон вилову. Накопичений масив даних формує наукову основу для прогнозування поведінки радіонуклідів у разі нових аварійних або воєнних надходжень до водних екосистем України.

Список літератури:

1. Гудков Д. І., Назаров А. Б., Якушин Є. З. Радіоекологічні дослідження прісноводних екосистем Чорнобильської зони відчуження. Київ : Ін-т гідробіології НАН України, 2006. 132 с.
2. Забезпечення радіаційної безпеки харчових продуктів : ДР-2006. Чинний від 2006-05-03. Київ : МОЗ України, 2006. 8 с.
3. Романенко В. Д. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. Київ : Логос, 2006. 408 с.
4. Скиба В. В. Радіоекологічний стан водойм Полісся та Лісостепу України в сучасний пост-аварійний період. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 2. С. 45–54.
5. Бар'яхтар В. Г. (ред.) Чорнобиль: двадцять п'ять років потому: безпека майбутнього. Київ : Наукова думка, 2011. 368 с.

УДК 502.131.1:614.8

**ТЕХНОГЕННІ ЗАГРОЗИ В КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ**

Сокотов Ю. В., Сорока Т. П., Уруський А. В.

Тернопільський національний педагогічний університет

імені Володимира Гнатюка

E-mail: juriy2104@gmail.com, Linnar83@ukr.net,

URUSKYY@gmail.com

Розвиток сучасної промислової та енергетичної інфраструктури супроводжується зростанням ризиків виникнення техногенних аварій, що безпосередньо загрожують екологічній безпеці держави. Найбільш уразливими об'єктами є хімічні заводи, металургійні комплекси, нафтопереробні підприємства, гідроспоруди та атомні станції. Негативні наслідки таких подій нерідко охоплюють великі площі й зберігаються протягом тривалого часу, що вимагає вдосконалення підходів до управління екологічними ризиками як на державному, так і на регіональному рівнях.

Катастрофа на Чорнобильській атомній електростанції стала одним із найбільших техногенних лих в історії людства, наочно продемонструвавши транснаціональний масштаб радіоактивного забруднення. Радіонукліди, що були викинуті в атмосферу внаслідок вибуху реактора, спричинили довготривале радіоактивне забруднення значних площ як в Україні, так і на території ряду європейських країн [5]. Ця подія кардинально змінила підхід до організації екологічного моніторингу та сприяла формуванню механізмів оцінювання й управління ризиками.

У контексті воєнних дій загроза техногенних катастроф набуває принципово нового виміру – промислові об'єкти з небезпечними речовинами стають потенційними цілями ворожих ударів. Знищення хімічних складів, паливно-енергетичних підприємств або очисних станцій може спровокувати вторинне забруднення довкілля, яке матиме транскордонний характер. Такі загрози виходять за межі окремого регіону та становлять потенційну небезпеку для міжнародної екологічної безпеки, вимагаючи скоординованого реагування.

Серед типових техногенних інцидентів – аварії з викидом токсичних речовин: хлору або аміаку. При руйнуванні ємностей із хлором (унаслідок збройного впливу чи технічної відмови) відбувається стрімке виділення газу з утворенням токсичного аерозольного шлейфу в приземній атмосфері. Висока відносна щільність хлору зумовлює його накопичення у заглибленнях рельєфу, де формуються критичні концентрації. Потрапляння речовини до атмосферного повітря, водою та ґрунтового покриву викликає масову загибель живих організмів і суттєве погіршення біорізноманіття. Значний обсяг викиду здатний призвести до формування зони екологічного лиха.

Не менш небезпечними є витoki аміаку, що активно застосовується у сільськогосподарській промисловості та холодильному виробництві. Залежно від атмосферних умов хмара аміаку може поширюватися на значні відстані, завдаючи шкоди здоров'ю людей і порушуючи рівновагу природних екосистем. Під час бойових дій руйнування об'єктів зберігання або транспортування таких речовин може спричинити як локальні, так і регіональні екологічні наслідки, масштаб яких визначається кількістю викинутих речовин, кліматичними умовами та щільністю прилеглих населених пунктів.

Державна система екологічної безпеки охоплює правові, організаційні та технічні механізми, метою яких є попередження техногенних загроз і зменшення тяжкості їхніх наслідків. Відповідно до положень Кодексу цивільного захисту України, ключовим завданням органів влади є прогнозування потенційних ризиків та оперативне сповіщення населення [2]. Правові засади у цій сфері визначаються також Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища», що встановлює основи забезпечення екологічної безпеки на законодавчому рівні [4].

Невід'ємним елементом цієї системи є постійний моніторинг стану довкілля: відстеження якості атмосферного повітря, поверхневих і підземних водних ресурсів, ґрунтового покриву та радіаційного фону. Застосування геоінформаційних технологій, методів дистанційного зондування і автоматизованих моніторингових станцій дозволяє оперативно збирати й обробляти дані [3]. Це забезпечує своєчасне виявлення перевищень допустимих норм концентрацій шкідливих речовин

і прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо ліквідації осередків забруднення.

Актуальним джерелом оперативної інформації в питаннях ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій є офіційні матеріали Державної служби України з надзвичайних ситуацій, яка здійснює координацію рятувальних заходів і інформаційне забезпечення населення [1].

Отже, техногенні аварії являють собою комплексну загрозу, що потребує системного підходу до управління екологічними ризиками. Ефективна модель забезпечення екологічної безпеки повинна базуватися на поєднанні превентивних заходів, передових технологій моніторингу, розвиненої нормативно-правової бази та активної екологічної освіти. Лише взаємодія наукових установ, органів державного управління та громадянського суспільства здатна забезпечити мінімізацію шкоди від техногенних катастроф і досягнення сталого розвитку.

Список літератури:

1. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Офіційний вебсайт. URL: <https://dsns.gov.ua>

2. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>

3. Коваленко І. В. Моніторинг довкілля: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2020. 304 с.

4. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>

5. Яблоков О. В., Нестеренко А. В., Нестеренко В. Б. Чорнобиль: наслідки катастрофи для людини і природи. Київ: Києво-Могилянська академія, 2011. 592 с.

УДК 351.86:004.9:339.9(477.41)

**ЦИФРОВІЗАЦІЯ ТА БЕЗПЕКОВИЙ МЕНЕДЖМЕНТ: РОЛЬ
ДП «ЦОТІЗ» У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА
МІЖНАРОДНОГО СПІВРОБІТНИЦТВА В
ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ**

Солодка Є. О., Коваленко О. В.

Сумський національний аграрний університет

E-mail: solodka.yelizaveta@gmail.com, olexkovalenko@ukr.net

З 24.02.2022 р. діяльність Державного спеціалізованого підприємства «Центр організаційно-технічного і інформаційного забезпечення управління зоною відчуження» (ДП «ЦОТІЗ») як оператора туристичних візитів була миттєво зупинена. Проте підприємство не припинило своєї роботи, а переорієнтувалося на критично важливий сегмент – адміністрування візитів офіційних осіб, науковців та міжнародних технічних місій. В умовах, коли територія Зони стала об'єктом посиленого військового контролю, роль ЦОТІЗ як координатора стала ще вагомішою.

Сьогодні підприємство забезпечує повний цикл супроводу для делегацій МАГАТЕ, іноземних дипломатів та представників міжнародних донорів, які допомагають відновлювати ядерну безпеку України. Цей процес включає не лише перевірку документів, а й складну логістичну координацію з військовими адміністраціями та правоохоронними органами. Досвід, отриманий у супроводі місій високого рівня в умовах війни, стає основою для розробки нових, значно жорсткіших протоколів безпеки, які будуть застосовані після деокупації всього північного регіону та стабілізації ситуації [1].

Сьогодні цифрові інструменти ЦОТІЗ використовуються для обліку та контролю пересування осіб, задіяних у відновлювальних роботах, наукових дослідженнях та технічному обслуговуванні об'єктів ЧАЕС. В умовах мінної небезпеки та присутності військових, точна інформація про те, хто, де і в який час перебуває на території в 2600 кв. км, є критично важливою для збереження життів. Крім того, підтримка працездатності серверів та баз даних дозволяє зберегти накопичену статистичну інформацію, яка буде необхідна для економічного планування післявоєнного відновлення [2].

Фахівці ЦОТІЗ наголошують: база даних туристичних маршрутів потребує повної ревізії та верифікації з боку ДСНС та військових інженерів. Це величезний масив роботи, що включає перевірку кожного об'єкта показу (від Прип'яті до Чорнобиля-2).

Підприємство готує підґрунтя для маркування нових «коридорів безпеки», якими в майбутньому зможуть рухатися відвідувачі. Робота ЦОТІЗ у цьому напрямку є стратегічною: створення «чистих» від мін маршрутів дозволить уникнути хаотичного пересування територією, що є базовою умовою для відновлення будь-якої цивільної активності.

Список літератури:

1. Державне підприємство «ЦОТІЗ» : офіційний сайт. URL: <https://cotiz.org.ua> (дата звернення: 21.03.2026).
2. Офіційна сторінка ДП «ЦОТІЗ» у соціальній мережі Фейсбук URL: <https://www.facebook.com/cotiz.org.ua/>

УДК 581.5:58.085

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КУЛЬТУР *IN VITRO*
ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ МУТАГЕННИХ ЕФЕКТІВ У
РОСЛИННИХ СИСТЕМАХ**

Сорока О. В., Дробик Н. М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: soroka-o@tnpu.edu.ua

Моніторинг стану довкілля в умовах радіоактивного забруднення є актуальним напрямом сучасної екології та радіоекології. Експозиція рослин до радіаційних факторів може викликати мутації, що впливають на їхній ріст, розвиток та функціонування екосистем. У цьому контексті використання культур *in vitro* стає ефективним інструментом для моделювання мутагенних ефектів, спричинених радіаційним впливом, і для оцінки потенційного ризику для довкілля. В умовах контрольованих асептичних систем *in vitro* можна точно визначати дозу радіації, спостерігати зміни на клітинному та тканинному рівні та проводити експериментальні дослідження без прямого впливу зовнішніх факторів [1].

Культури рослин *in vitro* дозволяють створювати однорідний матеріал для вивчення впливу гамма- та рентгенівського випромінювання, ультрафіолетового опромінення та інших радіоактивних факторів на генетичний апарат рослин. Завдяки цьому підходу можливо моделювати механізми соматичного мутагенезу, визначати рівень генетичної мінливості та проводити селекцію мутантів із бажаними ознаками, такими як підвищена стійкість до радіаційного стресу.

Використання культур *in vitro* має низку переваг у радіоекологічних дослідженнях. Вони забезпечують контрольовані умови для точного дозування радіації та дозволяють проводити систематичні дослідження на різних типах рослинних тканин. Це дозволяє визначати порогові дози опромінення, оцінювати ризики для сільськогосподарських культур та дикорослих видів і прогнозувати можливі зміни в біорізноманітті. Разом із сучасними аналітичними методами і сенсорними технологіями *in vitro* підходи дозволяють інтегрувати біологічні та екологічні дані, що підвищує точність радіоекологічного моніторингу [1–3].

Застосування сучасних природоохоронних технологій у поєднанні з культурами *in vitro* забезпечує перспективи для комплексного моніторингу довкілля.

Список літератури:

1. Любченко І. О., Рябовол Л. О., Любченко А. І. Використання культури *in vitro* в адаптивній селекції рослин (огляд літератури). *Збірник наукових праць Уманського національного університету*. 2016. Вип. 88. С. 126–139.

2. Bekalu Z. E., Panting M., Holme I. B., Brinch-Pedersen H. Opportunities and Challenges of *In Vitro* Tissue Culture Systems in the Era of Crop Genome Editing. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. Vol. 24, № 5. P. 11920. URL: <https://doi.org/10.3390/ijms241511920>.

3. Mullins E., Bresson J.-L., Dalmay T., Dewhurst I. C., Epstein M. M., Firbank G. L., Guerche Ph., Hejatko J., Moreno F. J., Naegeli H., Nogué F., Serrano J. J. S., Savoini G., Veromann E., Veronesi F., Casacuberta J., Lenzi P., Guajardo I. M., Raffaello T., Rostoks N. *In vivo* and *in vitro* random mutagenesis techniques in

plants. *EFSA Journal*. 2021. Vol. 19, № 11. URL: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6611>.

УДК 574.2:582.29:539.16

**РАДІОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ НАКОПИЧЕННЯ
¹³⁷Cs У ЛИШАЙНИКАХ ЯК БІОІНДИКАТОРАХ
РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ**

Стрильбіцька В. В., Яворівський Р. Л.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: valiastrylbitska@gmail.com, forik-botan@i.ua

Радіоекологічний моніторинг є важливою складовою оцінки стану навколишнього природного середовища в умовах радіоактивного забруднення, оскільки дозволяє відстежувати міграцію радіонуклідів та їхній вплив на біоту. Серед довгоживучих радіонуклідів особливе значення має цезій-137 (¹³⁷Cs), який характеризується високою мобільністю в екосистемах і здатністю накопичуватися в компонентах біоти протягом тривалого часу після надходження у довкілля.

Ефективними біоіндикаторами радіаційного забруднення є лишайники – симбіотичні організми, що не мають кореневої системи та отримують воду і мінеральні речовини переважно шляхом поглинання всією поверхнею талому з атмосферних опадів, аерозолів і пилу. Органічні речовини при цьому синтезуються фотобіонтом (водорістю або ціанобактерією) у процесі фотосинтезу. Завдяки таким особливостям лишайники здатні акумулювати радіонукліди, зокрема ¹³⁷Cs, і слугувати надійним індикатором рівня радіоактивного забруднення територій, що обґрунтовує їх використання у радіоекологічному моніторингу.

Ліхеноіндикація аналізує покриви лишайників і їхні біологічні реакції на антропогенний вплив та відповідає вимогам, поставленим до індикаторних видів, що дозволяє зібрати великий обсяг даних завдяки тому, що лишайники широко розповсюджені, відіграють важливу роль у кругообігу речовин і утворюють значну біомасу в біогеоценозах. Виняткова чутливість лишайників до змін хімічного складу атмосферного повітря

зумовлена відсутністю кореневої системи й кутикулярного шару, що забезпечує поглинання хімічних сполук усією поверхнею слані [1, с. 28].

Науковці, котрі займаються дослідженнями у сфері ліхеноіндикації, проводять картування лишайникових покривів та розрахунок синтетичних індексів, зокрема індексу чистоти повітря та індексу полеотолерантності (загального показника стійкості лишайників до забруднення). Аналіз реакції на забруднення показує, що у кожного виду вона має свої біологічні особливості: наприклад, кущисті роди Рамаліна (*Ramalina*) й Уснея (*Usnea*) зникають першими, тоді як накипні види є значно стійкішими до дії забруднювальних чинників. Після аварії на Чорнобильській АЕС вміст радіонуклідів у сланях лишайників виявився значно більшим, ніж у вищих рослин на досліджуваній території [3].

Слані лишайників здатні накопичувати й утримувати радіонукліди, зокрема ^{137}Cs виводиться з їхніх таломів понад 17 років. Водночас, деякі види лишайників характеризуються тривалим життєвим циклом і можуть існувати сотні років. Порівняно з іншими рослинами, лишайники також ефективно акумулюють важкі метали: Fe – у 5 разів більше, Pb і Cd – у 2–3 рази. Ксилофіти й трав'янисті рослини майже не реагують на забруднення ^{137}Cs і ^{134}Cs , тоді як лишайники накопичують їх значно ефективніше. Це найбільш помітно у кладонії дюймової (*Cladonia uncialis*) та цетрарії ісландської (*Cetraria islandica*), які завдяки певним особливостям вибірково поглинають ^{137}Cs . Після аварії на ЧАЕС вміст Cs у лісових екосистемах зріс у 100 разів, ^{90}Sr – у 1100 разів [1, с. 40–46].

Також *Cladonia uncialis* швидко поглинає ^{137}Cs – стан рівноваги у тканинах слані встановлюється вже через декілька діб після контакту з атмосферними випадіннями радіонуклідів. Промивання зразків майже не позначалося на вимірюваній активності ізотопу, що свідчить про проникнення цезію всередину клітин. Близько половини загального обсягу ^{137}Cs в атмосферних випадіннях лишайник стабільно засвоював за будь-якої концентрації забруднення, тобто цей процес не залежав від дози, що робить вид особливо цінним для проведення радіоекологічного моніторингу [5, с. 1–10].

Дослідження епігейних лишайників родини Кладонієві (*Cladoniaceae*) показали міжвидові відмінності у накопиченні ^{137}Cs : його концентрація змінювалась від 3975 до 9182 Бк/кг. Встановлено, що коефіцієнт накопичення ^{137}Cs для лишайників варіював від 3,2 до 6,5, тоді як для зелених мохів він був дещо вищим – від 3,8 до 7,7 [4, с. 91–92].

Аварія на Чорнобильській АЕС спричинила масштабні негативні наслідки для довкілля та поставила під загрозу функціонування екосистем значної частини європейського регіону. Лісові масиви Українського Полісся відіграли роль природного бар'єра на шляху поширення радіоактивного забруднення, акумулюючи значну його частину у компонентах біогеоценозів. У цих умовах лишайники виступають ефективними біоіндикаторами радіонуклідного забруднення завдяки здатності безпосередньо накопичувати радіонукліди з атмосферних опадів усією поверхнею слані, що зумовлено відсутністю кореневої системи та кутикулярного шару. Аналіз показав наявність міжвидових відмінностей у здатності до акумуляції ^{137}Cs , а також високу ефективність його поглинання представниками родів *Cladonia* та *Cetraria*. Застосування методів ліхеноіндикації дозволяє здійснювати комплексну оцінку стану атмосферного повітря та рівня радіаційного навантаження, що робить лишайники важливим інструментом радіоекологічного моніторингу та оцінки екологічного стану територій, забруднених радіонуклідами.

Список літератури:

1. Григор'єва Л. І. Прикладні аспекти біоіндикації і біоремедіації довкілля : навч. посіб. Миколаїв : Вид-во ЧНУ імені Петра Могили, 2025. 120 с. URL: <https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/2845> (дата звернення: 06.04.2026).
2. Ковальова А. О., Мартиненко А. П., Мартиненко В. Г. Ліхеноіндикація діяльності уранодобувних підприємств. *Наукові записки КНТУ*. Кіровоград, 2014. Вип. 15. С. 75–77. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/items/631fda68-130b-45f9-949a-1653ad40efb0> (дата звернення: 06.04.2026).
3. Кондратюк С. Я. Ліхеноіндикація. *Енциклопедія Сучасної України* / редкол.: І. М. Дзюба та ін. ; НАН України.

Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2016.
URL: <https://esu.com.ua/article-55887> (дата звернення: 06.04.2026)

4. Мельник В. В., Курбет Т. В. Радіоактивне забруднення ^{137}Cs мохово-лишайникового покриву в умовах свіжого субору. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28, № 3. С. 88–92. URL: <https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/1550> (дата звернення: 06.04.2026).

5. Saniewski M., Węgrzyn M. H., Fałowska P., Dziurawicz P., Waszkiewicz K., Zalewska T. Determination of Lichens' Bioaccumulation Capacity for Radioactive Isotopes Under Laboratory Conditions as a Basis for Their Application as Biomonitors. *Applied Sciences*. 2024. Vol. 14, № 23. С. 12. URL: <https://doi.org/10.3390/app142311455>.

УДК 504.054:551.58(477.84)

**ЧОРНОБИЛЬСЬКА КАТАСТРОФА ТА ЇЇ ВПЛИВ НА
ТЕРИТОРІЮ ЧОРТКІВСЬКОГО РАЙОНУ
ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Таранова Н. Б.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: tnb2010@tnpu.edu.ua

Чорнобильська катастрофа 26 квітня 1986 року є однією з наймасштабніших техногенних аварій, що зумовила формування тривалого радіоекологічного впливу на значні території Європи. За оцінками UNSCEAR, у перші дні після аварії в атмосферу було викинуто значні обсяги радіонуклідів, серед яких найбільш важливими за радіобіологічним ефектом були короткоживучий йод-131 ($T_{1/2} \approx 8$ діб) та довгоживучий цезій-137 ($T_{1/2} \approx 30$ років) [3].

Поширення радіоактивних аерозолів відбувалося під впливом складної синоптичної ситуації. У період 26 квітня – початку травня 1986 року спостерігалася зміна напрямків повітряних мас, що спричинило багатовекторне перенесення радіонуклідів. Визначальним чинником формування рівнів забруднення стало випадіння опадів, які забезпечували інтенсивне осадження радіоактивних частинок (процеси rainout і

washout). Це зумовило мозаїчний характер забруднення, коли навіть віддалені території зазнавали локальних підвищень радіаційного фону [2].

Чортківський район Тернопільської області належить до територій опосередкованого впливу Чорнобильської катастрофи. У перші тижні після аварії (1986 р.) на території західної України фіксувалися підвищені значення потужності експозиційної дози, які могли досягати 0,2-0,5 мкЗв/год, а локально – вищих значень у періоди випадіння опадів [1]. Водночас ці показники мали короткочасний характер і швидко знижувалися внаслідок розпаду короткоживучих ізотопів.

У наступні десятиліття відбулося поступове зниження радіаційного фону. На рубежі 2000 року типові значення для більшості території України становили 0,10-0,20 мкЗв/год, тоді як для Тернопільської області, зокрема Чортківського району, вони стабілізувалися в межах 0,10-0,15 мкЗв/год [1].

Сучасний етап (2020-2025 рр.) характеризується стабільними значеннями радіаційного фону на рівні 0,09-0,14 мкЗв/год, що відповідає природному фону. За оцінками UNSCEAR, середня додаткова ефективна доза опромінення населення поза зонами значного забруднення становить менше 1 мЗв/рік, що узгоджується з міжнародними рекомендаціями радіаційної безпеки [3, 5].

Довготривалий радіоекологічний ефект визначається передусім накопиченням цезію-137 у ґрунтовому покриві. У найбільш уражених районах щільність забруднення перевищувала 555 кБк/м², тоді як для Полісся характерні значення 185-555 кБк/м². Водночас територія Тернопільської області, включаючи Чортківський район, належить до зон із дуже низьким рівнем забруднення – менше 37 кБк/м² [2]. Це свідчить про відсутність суттєвих обмежень у землекористуванні та незначний сучасний радіоекологічний ризик.

Попри низький рівень радіаційного навантаження, Чорнобильська катастрофа мала відчутні соціально-економічні та медико-психологічні наслідки. Найбільш доведеним медичним ефектом є зростання захворюваності на рак щитоподібної залози серед дітей, що пов'язано з впливом йоду-131 у перші роки після аварії. Водночас WHO та UNSCEAR наголошують, що для

територій із низьким рівнем забруднення основний вплив проявляється у психологічній та соціальній площині – через стрес, тривожність і зміну поведінкових моделей населення [4].

Для Чортківського району саме цей аспект є визначальним. Після аварії було посилено контроль за якістю продуктів харчування, впроваджено системи радіаційного моніторингу, а також змінено підходи до оцінки екологічної безпеки. Це сприяло формуванню нового рівня екологічної свідомості населення.

Особливого значення набуває людський вимір катастрофи. Значна кількість жителів Тернопільської області брала участь у ліквідації наслідків аварії. Участь мого батька у ліквідаційних роботах є прикладом громадянської відповідальності та самопожертви. Такі індивідуальні історії формують локальну пам'ять і підсилюють суспільне осмислення Чорнобильської катастрофи.

Отже, Чортківський район зазнав переважно опосередкованого впливу Чорнобильської катастрофи. Динаміка радіаційного фону характеризується переходом від підвищених значень у 1986 році (до 0,5 мкЗв/год) до стабільного природного рівня у сучасний період (0,09-0,14 мкЗв/год). Водночас довготривалі наслідки проявляються переважно у соціально-психологічній площині, що підтверджує необхідність комплексного підходу до оцінки впливу техногенних катастроф.

Список літератури:

1. Центральна геофізична обсерваторія ім. Б. Срезневського. Радіаційний стан довкілля України: щорічні огляди. Київ.

2. IAEA. Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and Their Remediation: Twenty Years of Experience. Vienna, 2006.

3. UNSCEAR. Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations, 2008.

4. WHO. Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes. Geneva, 2006.

5. UNSCEAR. The Chernobyl Accident. URL: <https://www.unscear.org/unscear/en/chernobyl.html>

УДК 504.064.36:539.16

**ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА РАДІАЦІЙНОГО
МОНІТОРИНГУ В КОНТЕКСТІ ВІДНОВЛЕННЯ
ТЕРИТОРІЙ ПІСЛЯ ТЕХНОГЕННИХ ВПЛИВІВ:
ХІМІЧНИЙ ТА РАДІОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБ**

Тулайдан Г. М., Барановський В. С.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: tulaidan@tnpu.edu.ua, baranovsky@tnpu.edu.ua

Масштабне радіоактивне забруднення територій України внаслідок Чорнобильської катастрофи [1], а також сучасні ризики, зумовлені воєнними діями, вимагають новітніх підходів до екологічної безпеки. Критично актуальним є створення ефективної інтегрованої автоматизованої системи радіаційного моніторингу (ІАСРМ). Завдяки синергії безперервного збору даних у реальному часі та високоточного лабораторного аналізу проб довкілля, ІАСРМ забезпечує оперативну оцінку стану територій. Це дозволяє здійснювати достовірне прогнозування міграції радіонуклідів та формувати наукову базу для розробки дієвих заходів із реабілітації забруднених земель.

Інтегрована автоматизована система радіаційного моніторингу визначена як інформаційно-комунікаційна система, що забезпечує інтеграцію даних об'єктових і відомчих систем радіаційного контролю на основі автоматизації процесів збору, передачі, обробки інформації та ведення електронної бази даних. Постановою Кабінету Міністрів України від 11 лютого 2026 року № 175 затверджено Порядок створення та функціонування ІАСРМ, який встановлює механізм її роботи, завдання та взаємодію суб'єктів [2].

Архітектура ІАСРМ побудована за дворівневим принципом. Базовий рівень забезпечує збір первинної інформації через мережу стаціонарних постів, датчиків потужності еквівалентної дози (ПЕД) гамма-випромінювання та об'єктових систем на радіаційно небезпечних підприємствах (зокрема на АЕС та в зоні відчуження). Верхній рівень акумулює ці дані у центрах обробки та прогнозування. Головним завданням системи є оперативне інформування державних структур і населення,

своєчасне виявлення радіаційних аномалій та контроль транскордонного перенесення радіонуклідів. Важливою характеристикою ІАСРМ є її відповідність європейським безпековим стандартам (Директива 2013/59/Євратом) та інтеграція до єдиної платформи обміну радіологічними даними ЄС [3].

Незважаючи на те, що автоматизоване вимірювання ПЕД дозволяє оперативно оцінити загальний радіаційний фон, глибинне розуміння механізмів міграції радіонуклідів вимагає комплексного лабораторного аналізу об'єктів довкілля (грунтів, водних ресурсів, донних відкладів, біоти). Ключову роль у цьому процесі відіграє визначення фізико-хімічних параметрів, які контролюють сорбційну здатність та мобільність ізотопів. До них належать показники рН, вміст органічної речовини, а також концентрації макро- і мікроелементів, що визначаються за допомогою сучасних інструментальних методів, таких як атомно-абсорбційна спектроскопія та ICP-MS.

Радіохімічний аналіз передбачає: гамма-спектроскопію на напівпровідникових детекторах високої роздільної здатності для визначення ^{137}Cs , ^{40}K та природних рядів урану і торію; рідинно-сцинтиляційну спектроскопію для ^{90}Sr після радіохімічного виділення (екстракційна або іонообмінна хроматографія); для слідових кількостей – мас-спектроскопію з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS) та альфа-спектроскопію [4].

Такі методи дозволяють визначати не лише загальну активність, але й фізико-хімічні форми перебування радіонуклідів (розчинні, обмінні, фіксовані, органічно-зв'язані), що критично важливо для прогнозування вторинного забруднення під час відновлювальних робіт (фітомеліорація, створення сорбційних бар'єрів, рекультивація ґрунтів).

У Чорнобильській зоні відчуження ^{137}Cs переважно перебуває у фіксованій формі в мінеральній частині ґрунтів, тоді як ^{90}Sr характеризується вищою мобільністю, особливо в кислих дерново-підзолистих ґрунтах з низьким вмістом гумусу. Локальні підвищення активності у водних об'єктах часто пов'язані з дренажними системами, що потребує постійного контролю під час реабілітації територій [1].

Відновлення техногенно забруднених територій

ускладнюється факторами: тривалою міграцією радіонуклідів; впливом кліматичних умов на коефіцієнти переходу (КП) у рослини; необхідністю розмінування та відновлення пошкодженої інфраструктури після воєнних дій.

Інтеграція ІАСРМ з лабораторними методами дозволяє: оперативно виявляти аномалії; верифікувати дані автоматизованих сенсорів; будувати GIS-моделі просторового розподілу забруднення; оцінювати ефективність реабілітаційних заходів.

Подальша оптимізація ІАСРМ спирається на сучасні технологічні тренди: залучення штучного інтелекту для обробки великих даних, використання БПЛА з гамма-спектрометричним обладнанням та максимальне розширення мережі сенсорів. Пріоритетними напрямками розвитку є масштабування автоматизованих постів, гармонізація аналітичних методик зі стандартами МАГАТЕ, впровадження низькофонових методів для виявлення слідових концентрацій радіонуклідів та формування єдиної інформаційної бази даних [5]. Такий комплексний підхід, що поєднує польові вимірювання з прецизійним лабораторним аналізом, гарантує науково обґрунтоване відновлення територій. Його впровадження мінімізує екологічні ризики, сприяє безпечному поверненню земель у господарський обіг і повністю відповідає стратегічним цілям держави у сфері радіаційної безпеки.

Список літератури:

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2022 році. Київ : Міндовкілля, 2023. 412 с.

2. Деякі питання створення та функціонування Інтегрованої автоматизованої системи радіаційного моніторингу : постанова Кабінету Міністрів України від 11.02.2026 № 175. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/175-2026-п>

3. Про схвалення Стратегії інтегрованої автоматизованої системи радіаційного моніторингу на період до 2024 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 29.04.2022 № 323-р.

4. Методика радіохімічного визначення стронцію-90 у пробах довкілля : ДСТУ 7465:2012. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 18 с.

5. IAEA. Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection : IAEA Safety Standards Series № RS-G-1.8. Vienna : IAEA, 2005. 119 p.

УДК 614.876:504.064(477.87)

МОНІТОРИНГ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ НА ТЕРИТОРІЇ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Фурик Ю. І.

Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський
національний університет»

E-mail:yurii.furyk@uzhnu.edu.ua

Радіаційна безпека Закарпатської області є багатогранним питанням, що охоплює не лише рутинний контроль фонових показників, а й глибокий аналіз унікальних фізико-географічних та геологічних умов регіону. Оскільки область не має власних об'єктів ядерної енергетики, стратегічна увага фахівців зосереджена на безперервному моніторингу природної радіоактивності та превентивній оцінці ризиків, пов'язаних із можливим транскордонним перенесенням радіонуклідів [2]. Фундаментом для об'єктивної оцінки поточного стану довкілля є результати щоденних досліджень двох профільних інституцій: Державної установи «Закарпатський обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України» та Комплексної лабораторії спостережень за забрудненням природного середовища (КЛСЗПС) Закарпатського центру з гідрометеорології. Інтегровані дані цих відомств формують ґрунтовну наукову базу для підготовки щорічних доповідей про стан навколишнього природного середовища [3], що дає змогу відстежувати динаміку радіаційного фону в режимі реального часу. Саме цей розширений масив інформації став аналітичною основою нашої роботи, дозволивши з високою точністю відокремити природні флуктуації радіаційного фону від гіпотетичних техногенних ризиків.

В основу проведеного дослідження покладено

опрацювання розширеного масиву статистичних даних мережі спостережень за весь 2025 рік та перший квартал 2026 року. Висока репрезентативність та достовірність отриманих результатів забезпечена безпрецедентним обсягом вибірки: лише фахівцями обласного центру контролю та профілактики хвороб за вказаний період було виконано 5784 лабораторні вимірювання [4]. У поєднанні з безперервним 309-денним циклом спостережень метеорологічних станцій [5] це дало змогу сформувати вичерпну картину радіаційної обстановки у чотирнадцяти ключових пунктах області, включаючи Ужгород, Мукачево, Берегове, Хуст, Тячів, Рахів, Перечин, Великий Березний, Чоп, Сваляву, Воловець, Міжгір'я, Іршаву та Виноградів. Таке широке географічне охоплення дозволило проаналізувати стан як низинних, так і високогірних територій, що є критично важливим для розуміння регіональної специфіки розподілу радіонуклідів.

Узагальнені результати моніторингу свідчать про стабільно високий рівень радіаційного благополуччя та незмінність природного гамма-фону. Середні показники потужності еквівалентної дози по всій території області варіюються у вузькому коридорі від 0,11 до 0,14 мкЗв/год, що повністю відповідає референтним рівням для Закарпаття. Мінімальні значення на рівні 0,08–0,09 мкЗв/год фіксувалися переважно у низинних районах. Водночас максимальні показники, що досягали 0,16–0,17 мкЗв/год, мали короткочасний характер і були пов'язані або з інтенсивними атмосферними опадами, що сприяють вимиванню радіонуклідів природного походження, або з особливостями високогірного рельєфу. Необхідно підкреслити, що навіть найвищі зафіксовані значення залишаються значно нижчими за встановлений державними нормами (НРБУ-97) [1] контрольний рівень у 0,30 мкЗв/год, що повністю виключає будь-яку загрозу для здоров'я населення чи екологічної безпеки краю.

Важливим аспектом аналізу стало підтвердження стабільної дії ефекту вертикальної зональності, який є характерним для Карпатського регіону. Дані спостережень чітко демонструють, що у гірських районах, таких як Рахівщина, Міжгірщина та Воловеччина, природний радіаційний фон є стабільно вищим на 0,02–0,03 мкЗв/год порівняно з низинними

територіями. Це явище має суто природне походження і зумовлене специфічною геоморфологічною будовою гірських масивів, виходом на поверхню певних кристалічних порід, а також меншою товщиною захисного шару атмосфери, що дещо посилює внесок космічного випромінювання.

Ключовим методологічним і практичним результатом опрацювання накопиченого масиву інформації стало наукове обґрунтування та встановлення референтних показників радіаційного фону для кожної окремої зони моніторингу. На основі отриманих протягом 2025–2026 років даних нами було сформовано систему еталонних значень, які відображають стан радіаційного «спокою» для досліджуваних територій. Створення такої бази даних дозволило впровадити вдосконалений алгоритм оперативного контролю: будь-яке відхилення від середньостатистичного показника на величину понад 0,05 мкЗв/год автоматично розцінюється як сигнал для негайного проведення поглиблених радіохімічних та гамма-спектрометричних досліджень з метою ідентифікації природи випромінювання. Таким чином, сучасна інтегрована система моніторингу Закарпатської області демонструє виняткову ефективність у розмежуванні складних природних процесів та потенційних техногенних загроз, забезпечуючи сталий радіаційно-гігієнічний статус регіону та виступаючи надійним інструментом у загальнодержавній системі раннього попередження про радіаційну небезпеку.

Список літератури:

1. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) : державні гігієнічні нормативи. Київ : МОЗ України, 1997. 121 с. (Державні гігієнічні нормативи : ГН 6.6.1.-0.9.97).

2. Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання : Закон України від 14.01.1998 № 15/98-ВР. Дата оновлення: 01.01.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/15/98-вр>.

3. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Закарпатській області у 2024 році. Ужгород: Департамент екології та природних ресурсів Закарпатської ОДА, 2025. 184 с.

4. Оперативні дані радіологічного моніторингу ДУ «Закарпатський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України» за 2025 – I квартал 2026 рр. (Внутрішні матеріали установи).

5. Результати спостережень Комплексної лабораторії спостережень за забрудненням природного середовища Закарпатського ЦГМ за 2025–2026 рр. (Архівні дані лабораторії).

УДК 577.34:(582.52:575.2)

**ЦИТОГЕНЕТИЧНІ МАРКЕРИ ТРИВАЛОГО
НИЗЬКОІНТЕНСИВНОГО ІОНІЗУЮЧОГО
ВИПРОМІНЮВАННЯ У ВИЩИХ ВОДНИХ РОСЛИН**

Шевцова Н. Л., Гудков Д. І.

Інститут гідробіології НАН України

E-mail: shevtsovanl245@gmail.com

Іонізуюче випромінювання від штучних радіонуклідів, що потрапили у навколишнє середовище внаслідок різноманітних техногенних аварій та іншими шляхами, і завдяки яким з'явилися величезні радіаційно-забруднені території, поступово перетворюється на ще один чинник, з яким стикається біота природних екосистем [1]. Успішний захист навколишнього середовища залежить від збереження як природних популяцій, так і властивій їм динаміки, взаємодії з іншими популяціями та їх внеску у функціонування екосистеми. Для цього необхідне послідовне впровадження екосистемних підходів у практику оцінки, нормування та прогнозування радіаційних ризиків для біотичної складової водних та наземних екосистем. Враховуючи високий рівень емерджентних властивостей екосистеми, таких як стійкість, пружність та пластичність, навряд чи можна встановити універсальний стандарт, такий як поглинена доза або потужність поглиненої дози, що буде придатним для захисту будь-якої екосистеми. У кожній екосистемі є свій, притаманний саме їй, рівень стійкості, що сформувався у часі під впливом багатьох супутніх стресорів. Тому винайдення найбільш релевантних біомаркерів на різних рівнях біологічної системи саме у природних видах та популяціях є одним із пріоритетних напрямків екоцентричного напрямку радіологічного захисту.

Дослідження цитогенетичних порушень у макрофітів водойм Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) відноситься саме до напрямку пошуку біомаркерів радіаційного впливу на водні екосистеми. Такі дослідження у ЧЗВ проводили починаючи з 2006 року і дотепер на клітинах кореневих меристем повітряно-водних рослин у видів, що визначені як референтні саме для цих водних екосистем [2]. Визначення хромосомних аберацій у меристемних клітинах макрофітів проводили за допомогою модифікованого авторами анафазо-телофазного експрес тесту.

Зразки відбирали у водоймах трьох діапазонів дозового навантаження на гелофіти: перший – це заплавні озера Вершина та Азбучин де поглинені дози майже у п'ять разів перевищують рекомендований безпечний рівень для біоти у 10 мкГр/год [3]; другий – це теж лентичні екосистеми, заплавні озера лівобережжя р. Прип'ять – Глибоке та Далеке, в яких дозове навантаження на рослини знаходиться в діапазоні 1–5 мкГр/год, та третій – до якого входять чотири залишкові водойми водойми-охолоджувача ЧАЕС, правобережне заплавне оз. Плютовище та лотичні водні екосистеми, такі як р. Прип'ять та інші, де дозове навантаження варіює від 0,14 до 0,47 мкГр/год, що майже на два порядки нижче за рекомендований пороговий рівень для біоти. Незважаючи на цю істотну різницю у поглинених дозах на рослину, тільки у лотичних системах значення частоти хромосомних аберацій та їх спектр відповідає природним фоновим водоймам. В усіх інших водоймах мутагенний рівень у макрофітів є підвищеним з різним ступенем вираження.

За період досліджень середня за річний вегетаційний період величина частоти цитогенетичних порушень в клітинах кореневих меристем п'яти референсних видів – очереті звичайному *Phragmites australis*, лепешняку великому *Glyceria maxima*, їжачій голівці прямій *Sparganium erectum*, півниках болотних *Iris pseudacorus*, стрілолисті стрілолистому *Sagittaria saggitifolia* з водойм ЧЗВ достовірно перевищує у 1,5–5,5 рази відповідні показники для рослин у водоймах з фоновим рівнем радіонуклідного забруднення. Таким чином, рівень цитогенетичних порушень у кореневих меристемах вищих водних рослин залишається неприродно високим – максимально у 5,5 рази перевищуючи рівень спонтанного мутагенезу для

гідробіонтів і маючи у своєму спектрі високий відсоток тяжких мультиаберантних та мітотичних порушень.

Індекс мультиаберантності – кількість аберацій на одну аберантну клітину, є дуже важливим у розумінні тяжкості порушень цитогенетичного матеріалу клітини. Клітини з декількома різними ушкодженнями хромосом є доволі рідкісним явищем за природного радіаційного фону [4]. Зазвичай, одна аберантна клітина має одну аберацію. Але у референсних рослин водойм ЧЗВ спостерігається дуже високі значення цього показника, що не зменшується, а залишається на стабільно високому рівні протягом тривалого часу, що минув після Чорнобильської катастрофи.

Частота хромосомних аберацій прямо логарифмічно корелює з поглиненою дозою іонізуючого опромінення, а їх спектр, що представлений здебільшого фрагментами, мостами та порушеннями розходження хромосом, лінійно залежить від поглиненої рослиною дози. Основний внесок у спектр цитогенетичних пошкоджень, досліджених видів рослин, вносять тяжкі порушення хромосом – поодинокі та подвійні мости.

На сучасному етапі спостерігається стабільне збільшення частки множинних аберацій в клітинах корневих меристем гелофітів у водоймах ЧЗВ, серед яких зустрічаються порушення, пов'язані з ушкодженням мітотичного апарату, скоріш за все веретеном поділу.

Отримані дані підтверджують стійкий характер цитогенетичної нестабільності популяцій вищих водних рослин ЧЗВ. Перевищення кількості цитогенетичних порушень межі природного мутагенного фону навіть при сучасних низьких дозах опромінення свідчить про необхідність перегляду існуючих сучасних «безпечних» порогів для біоти, що знаходиться в умовах тривалого низько-інтенсивного іонізуючого опромінення.

Роботу виконано за підтримки Національної академії наук України, а також у співробітництві з Державним спеціалізованим підприємством «Екоцентр» Державного агентства України з управління зоною відчуження.

Список літератури:

1. Mothersill Carmela, Desai, Rheaa;Alonzo, Frédéricb. et al. (2025) Development of ecocentric radiation protection: issues,

challenges and approaches, (Review). <https://doi.org/10.1080/09553002.2025.2595632>

2. Gudkov, D. et al. (2012). Aquatic Biota within the Chernobyl Accident Exclusion Zone: Consequences of the Long-Term Radiation Exposure. Radiobiology and Environmental Security (pp. 233-244). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1939-2_20/

3. Andersson P., Garnier-Laplace J., Beresford N.A. et al. Protection of the environment from ionising radiation in a regulatory context (PROTECT): proposed numerical benchmark values. *J. Environ. Radioactivity*. 2009. Vol. 100. P. 1100-1108.

4. Shevtsova, N.L., Gudkov, D.I., & Kaglyan, A.E. (2017). Peculiarities of dose formation on halophyte from the Chernobyl exclusive zone water bodies (p. 251–252). INR NAN of Ukraine.

5. Shevtsova N.L., Gudkov D.I. (2013) Cytogenetic Damages in the Common Reed *Phragmites australis* in the Water Bodies of the Chernobyl Exclusion Zone, *Hydrobiol. J*, v. 49 pp. 85-98, <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v49.i2.80>

РОЗДІЛ 2

БІОРИЗНОМАНІТТА ТА ЗАПОВІДНА СПРАВА В УМОВАХ КРИЗ, ВПЛИВ РАДІАЦІЇ ТА КСЕНОБІОТИКІВ НА ЖИВІ СИСТЕМИ ТА СТРАТЕГІЇ АДАПТАЦІЇ. МЕДИКО-ПСИХОЛОГІЧНІ, СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ ТА ОСВІТНІ АСПЕКТИ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ

УДК 628.16:536.7:614.7:504.5

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПОБУТОВИХ ВОДОНАГРІВАЧАХ НА ЯКІСТЬ ВОДИ ТА РИЗИКИ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ В УМОВАХ ПОСТЧОРНОБИЛЬСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Біжко К. М., Волотовська Н. В.

Тернопільський національний медичний університет
ім. І. Я. Горбачевського

E-mail: bijko_karmak@tdmu.edu.ua

Після Чорнобильської катастрофи проблема якості води залишається одним із ключових факторів впливу на здоров'я населення. Водночас широке використання побутових накопичувальних водонагрівачів (бойлерів) створює специфічні умови для зміни фізико-хімічних властивостей води. Термодинамічні процеси, зокрема нагрівання, конвекція та застій води, можуть впливати на розподіл домішок і мікроорганізмів, що набуває особливого значення в умовах екологічного навантаження.

Метою роботи було проаналізувати вплив термодинамічних процесів у накопичувальних водонагрівачах на зміну властивостей води та оцінити їх значення для здоров'я людини в умовах постчорнобильського середовища. Проведено аналіз наукових джерел щодо функціонування побутових водонагрівачів і змін якості води під впливом температурних режимів. Використано методи теоретичного аналізу термодинамічних процесів, а також узагальнення даних щодо впливу фізико-хімічних змін води на організм людини. Додатково застосовано метод моделювання процесів застою та перемішування води в замкнутому об'ємі.

Встановлено, що режими роботи накопичувального бойлера суттєво впливають на властивості води. Застій води сприяє накопиченню домішок і розвитку мікроорганізмів. Температурний режим визначає інтенсивність фізико-хімічних і біологічних змін. В умовах постчорнобильського середовища це може підвищувати ризики для здоров'я людини. Оптимізація режимів роботи бойлера дозволяє зменшити негативний вплив і покращити безпечність води.

УДК 331.45:351.743(477)

**ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ОСНОВ ДОМЕДИЧНОЇ
ДОПОМОГИ МАЙБУТНІМИ ФАХІВЦЯМИ НА ЗАНЯТТЯХ
З БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ЦИВІЛЬНОГО
ЗАХИСТУ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ**

Бочар І. Й., Монько Р. М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: bocharigor8414@ukr.net, r_monko@ukr.net

Однією з тем, яка винесена на вивчення студентами з Безпеки життєдіяльності, Цивільного захисту та Охорони праці є «Загальні принципи надання медичної допомоги у разі невідкладних станів». Навчальний процес передбачає розгляд наступних питань.

Загальні поняття про першу домедичну допомогу.
Унаслідок виникнення надзвичайних ситуацій різного характеру можуть з'являтися постраждалі або загиблі. Особливістю таких ситуацій є те, що їх розвиток часто має раптовий характер, що ускладнює завчасну підготовку необхідних ресурсів для надання медичної допомоги. До таких ресурсів належать медичний персонал, медикаменти, спеціалізовані лікувальні заклади та транспортні засоби.

У зв'язку з цим особливого значення набуває надання першої домедичної допомоги безпосередньо на місці події або поблизу нього. Перша домедична допомога передбачає виконання комплексу невідкладних заходів, спрямованих на збереження життя постраждалого, попередження ускладнень та стабілізацію його стану до моменту надання кваліфікованої

медичної допомоги.

Надання першої допомоги передбачає передусім усунення дії небезпечного фактора та евакуацію постраждалого із зони небезпеки. Після цього здійснюються заходи, спрямовані на відновлення або підтримання життєво важливих функцій організму. Своєчасність і правильність виконання таких дій значною мірою визначає подальший стан потерпілого та його шанси на виживання. У випадках, коли поряд відсутні інші особи, постраждалий повинен, наскільки це можливо, надати собі самопомогу.

Основні заходи першої домедичної допомоги. Під час організації надання першої домедичної допомоги важливу роль відіграє оперативність дій, особливо у випадках травм, що супроводжуються значною крововтратою, шокowymi станами, асфіксією, втратою свідомості або отруєннями.

До основних заходів першої домедичної допомоги належать:

- зупинка зовнішньої кровотечі шляхом накладання стерильних пов'язок, тампонування рани або застосування джгута;

- використання знеболювальних засобів;

- усунення ознак асфіксії;

- проведення штучного дихання;

- виконання непрямого масажу серця з метою відновлення серцевої діяльності;

- накладання стерильних пов'язок для захисту ранової поверхні від інфікування.

Важливим етапом надання допомоги є також правильне транспортування постраждалого до лікувального закладу, де йому може бути надана кваліфікована медична допомога. Оволодіння знаннями та практичними навичками надання першої домедичної допомоги є важливою складовою професійної підготовки працівників системи цивільного захисту, а також майбутніх фахівців різних галузей діяльності.

Значення навчання основ домедичної допомоги у системі освіти. Сучасний розвиток науки і техніки супроводжується постійним зростанням обсягу інформації, що повинна бути відображена у змісті освітніх програм. Перед закладами вищої

освіти постає важливе завдання – забезпечити студентів необхідними знаннями та сформувати в них здатність до самостійного здобуття нової інформації.

Набуття професійних знань відбувається у процесі активної навчально-пізнавальної діяльності студентів, яка передбачає розвиток самостійності, відповідальності та творчого мислення. Важливе місце у цьому процесі посідає науково-дослідна робота студентів, що сприяє поглибленню теоретичних знань та формуванню практичних умінь. Це особливо актуально для технічних спеціальностей, де обсяг знань постійно зростає та потребує систематичного оновлення. Навчальний процес має передбачати використання сучасних методичних розробок, які полегшують засвоєння навчального матеріалу та сприяють підвищенню ефективності підготовки студентів.

Організація та проведення педагогічного експерименту. З метою перевірки ефективності методики навчання основ надання першої домедичної допомоги було проведено педагогічне дослідження. Перед початком експерименту здійснено аналіз навчальної, технічної та методичної літератури з відповідної проблематики.

Для оцінювання розроблених контрольних завдань матеріали були запропоновані педагогам загальноосвітніх шкіл міста Тернополя, майстрам виробничого навчання та викладачам закладів професійно-технічної освіти, а також викладачам інженерно-педагогічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету. Більшість респондентів позитивно оцінили запропоновані матеріали та відзначили доцільність їх використання у навчальному процесі. Водночас було висловлено низку пропозицій щодо вдосконалення змісту та структури навчального матеріалу.

У педагогічному експерименті брали участь студенти інженерно-педагогічного факультету, які були поділені на дві групи: контрольну та експериментальну. Для забезпечення об'єктивності дослідження було створено однакові умови для обох груп, а саме:

- приблизно однаковий початковий рівень знань студентів;
- використання однакових критеріїв оцінювання;
- застосування ідентичних тестових завдань.

Етапи проведення експерименту. Проведення педагогічного експерименту включало декілька етапів. На першому етапі було проведено організаційне заняття, під час якого студентів ознайомили з умовами та вимогами експерименту. Студентам експериментальної групи додатково було надано інформацію щодо основ надання першої домедичної допомоги. Після цього обом групам запропонували тестові завдання для визначення початкового рівня знань.

На другому етапі, який тривав два з половиною місяці, навчальний процес у контрольній та експериментальній групах здійснювався відповідно до навчального плану. Водночас у навчанні студентів експериментальної групи використовувалися додаткові матеріали з основ надання першої домедичної допомоги.

Спостереження за навчальним процесом показали, що вже протягом першого місяця в експериментальній групі покращилася якість виконання домашніх завдань. Поступово збільшувалася кількість студентів, які виконували завдання у повному обсязі та на достатньому рівні. Одночасно спостерігалось скорочення часу виконання завдань, що свідчить про формування навичок самостійної навчальної діяльності.

На третьому етапі було проведено повторне тестування студентів. Результати показали, що студенти експериментальної групи виконували завдання швидше та впевненіше порівняно зі студентами контрольної групи.

Результати дослідження. Аналіз результатів тестування засвідчив підвищення рівня успішності студентів експериментальної групи, тоді як у контрольній групі показники залишилися майже незмінними. Крім того, в експериментальній групі зменшилася кількість незадовільних оцінок і збільшилася кількість відмінних результатів. Після використання розробленої методики було зафіксовано зростання показників успішності: на 7,64 % у експериментальній групі та на 0,89 % у контрольній. Середній бал також продемонстрував позитивну динаміку.

Отримані результати свідчать про ефективність використання запропонованої методики навчання основ надання першої домедичної допомоги. Її застосування сприяє підвищенню рівня знань студентів, покращенню якості їхньої самостійної

роботи та формуванню практичних навичок, необхідних для надання допомоги у надзвичайних ситуаціях.

УДК 502:323.2(477)

НЕЙРОФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РАДІАЦІЙНО-ІНДУКОВАНИХ ПОРУШЕНЬ

Волошин О. С., Вільгоцька М. В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: voloshyn@tnpu.edu.ua

Минає чергова річниця з дня сумнозвісної аварії на Чорнобильській атомній електростанції. Сам рівень аварії та розташування електростанції поблизу густонаселених районів спричинили важкі наслідки. Епідеміологічні дослідження протягом багатьох років після аварії підтверджують підвищений ризик розвитку лейкемії, катаракти, серцево-судинних захворювань серед учасників ліквідації аварії, а серед осіб підліткового віку – ризик розвитку раку щитоподібної залози і незлоякісних захворювань в [4, с. 410].

Радіаційний вплив спричинює комплекс нейробіологічних змін, включно з пошкодженням судин, активацією мікроглії та дисфункцією нейрогенезу. На тяжкість патологічних змін впливають генетичні фактори, вік людини, індивідуальна схильність до нейротоксичності, викликаной радіацією. Механізми пошкоджень нервової тканини під впливом радіації включають апоптоз ендотеліоцитів, порушення гематоенцефалічного бар'єру, хронічне запалення, що разом спричинюють дегенеративні зміни. Сучасні дослідження можливих наслідків клінічного використання променевої терапії мозку вказують на збереження ризиків значних побічних радіаційно-індукованих когнітивних порушень [5, с. 2].

Негативний вплив іонізуючого випромінювання на структури мозку може призводити до когнітивних та зорових порушень, розладів поведінки, зниження працездатності. Експериментально і клінічно є доведеним патофізіологічне обґрунтування радіочутливості зорової системи та центральної нервової системи. Важливість досліджень подібного напрямку

пов'язана зі значною кількістю когнітивних розладів у постраждалих внаслідок Чорнобильської аварії, патогенез таких розладів залишається недостатньо вивченим. Потребують подальшого аналізу нейропсихобіологічні механізми формування віддалених афективних та когнітивних розладів після впливу іонізуючого випромінювання. За даними клініко-епідеміологічного реєстру, в чоловіків-учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській атомній електростанції у 1986-1987 роках, переважають цереброваскулярні захворювання, органічні психічні та депресивні розлади, переважно радіаційно-стресового генезу. Ризик патології зростає з дозою опромінення. Типові наслідки: порушення вербальної пам'яті, ефективності навчання, розвиток легких когнітивних порушень, зниження загального IQ. У зоні Верніке, лівій задній скроневій ділянці, зміни показників кількісної ЕЕГ стають дозозалежними при дозах понад 0,25-0,3 Зв. Підтверджено, що радіаційно-індукована дисфункція кортико-лімбічної системи в лівій домінантній півкулі мозку людини зі специфічним ураженням гіпокампу є церебральною патогенетичною ланкою пострадіаційного органічного ураження мозку [3, с. 400].

В літературі представлені результати дослідження нейрофізіологічних особливостей учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС з хронічним цереброваскулярним захворюванням судин головного мозку, які зазнали впливу низьких доз іонізуючого випромінювання (1 група) і працівників Чорнобильської атомної електростанції, які зазнали впливу стресового фактора повномасштабної війни внаслідок перебування в полоні у російських військових на робочих місцях (2 група). Аналіз нейрофізіологічних обстежень підтвердив розвиток дисфункції кортико-лімбічної системи лівої домінантної півкулі мозку в учасників ліквідації наслідків ЧАЕС на Чорнобильській АЕС. А в осіб 2-ої групи вперше виявлено порушення церебральної нейродинаміки у вигляді функціональної гіпофронтальності та гіперфункції кортико-лімбічної системи з латералізацією у праву півкулю [2, с. 368].

Слід нагадати, що частина мешканців відмовилася від евакуації або повернулася для постійного проживання на радіаційно-небезпечні території після аварії на ЧАЕС. В різні

роки спостережень кількість «самопоселенців» коливалася від 150 до 2000 осіб, у 2021 році – 101 особа, значна кількість серед них - люди працездатного віку, переважно жінки, самотні люди. За результатами медичних та дозиметричних обстежень, тривале проживання в Зоні відчуження впливає на фізичне та психічне здоров'я «самопоселенців» та спричиняє ураження центральної нервової системи і процеси нетипового старіння [1, с. 155].

Отже, іонізуюче випромінювання спричиняє довготривалий дестабілізуючий ефект на функціональний стан центральної нервової системи осіб, які постраждали від аварії на ЧАЕС. Нейрофізіологічні дослідження свідчать про порушення нейродинамічних процесів, підвищений ризик розвитку когнітивних розладів і зниження адаптаційних можливостей. Це обґрунтовує необхідність подальших комплексних досліджень в галузі нейрофізіології, радіобіології та клінічної медицини для глибшого розуміння механізмів радіаційно-індукованих порушень і розробки ефективних методів корекції.

Список літератури:

1. Gunko N.V., Ivanova O.M., Loganovsky K.M., Korotkova N.V., Masiuk S.V. Some issues of life activities of population in the Chornobyl exclusion zone in Ukraine. *Problems of Radiation Medicine and Radiobiology*. 2021. 26 (12). P. 141–161. doi: 10.33145/2304-8336-2021-26-141-161.

2. Kuts K.V., Loganovska T.K., Kreinis G.Y., Perchuk I.V., Antypchuk K.Y., Sushko V.O., Dykan I.M. Neurophysiological basis of the combined effects of acute stress and low doses of ionizing radiation on human brain. *Problems of Radiation Medicine and Radiobiology*. 2023. 28(12). P. 348–373. doi: 10.33145/2304-8336-2023-28-348-373.

3. Loganovsky K.N., Bomko M.O., Abramenko I.V., Kuts K.V., Belous N.I., Masiuk S.V., Gresko M.V., Loganovska T.K., Antypchuk K.Y., Perchuk I.V., Kreinis G.Y., Chumak S.A. Neurophysiological mechanisms of affective and cognitive disorders in the Chornobyl clean-up workers taking into account the specific gene polymorphisms. *Problems of Radiation Medicine and Radiobiology*. 2018. 3(12). P. 373–409. doi: 10.33145/2304-8336-2018-23-373-409.

4. Zablotska L.B. 30 years after the Chernobyl nuclear accident: time for reflection and re-evaluation of current disaster preparedness plans. *Journal of Urban Health*. 2016. 93(3). P. 407–413. doi: 10.1007/s11524-016-0053-x.

5. Zedde M., Pascarella R. Radiation-induced neurodegeneration. *Biomedicines*. 2026. 14(2). 357. (P. 1-43). doi: 10.3390/biomedicines14020357.

УДК 616-056.257: 614.876

**ПСИХОСОМАТИЧНІ ПРОЯВИ ТА ФЕНОМЕН
«ПРИСКОРЕНОГО СТАРІННЯ» ЯК НАСЛІДКИ
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ ДЛЯ ЛЮДИНИ**

Гребенікова А. В.

Комунальний заклад «Харківський ліцей № 100 Харківської
міської ради»

E-mail: yabicanyl@gmail.com

Аварія на Чорнобильській АЕС, яка сталася 40 років тому, спричинила жакливі наслідки. Уже на ранньому поставарійному етапі у переважної більшості ліквідаторів виявлено багатоаспектні ознаки хвороб: знесилення, погіршення настрою і роботи внутрішніх органів, м'які когнітивні порушення, дисфункції [1]. Патологія мала мультифакторний характер за відсутності гострої променевої хвороби.

Форум ООН з Чорнобиллю (2006) визнав вплив на психічне здоров'я головною проблемою громадського здоров'я; перелік наслідків охопив вісім категорій: психологічні та психосоматичні розлади, ПТСР, депресію, зловживання алкоголем, органічні розлади ЦНС, когнітивні порушення, хронічне виснаження та суїцид [2]. Соціально-психологічні наслідки та вимушена міграція зумовили хронічний стрес навіть без прямого впливу радіації.

Феномен «прискореного старіння» підтверджується як клінічними, так і молекулярно-біологічними даними. Тривале спостереження 312 ліквідаторів-чоловіків виявило прогресивне органічне ураження ЦНС на основі раннього судинного ушкодження, що за структурно-функціональними параметрами відповідало вищому біологічному віку [1]. До 2018 року, порівняно з 1995 роком, чисельність постраждалих скоротилася

майже на мільйон осіб, а рівень старіння серед ліквідаторів сягнув 59 %; нейрофізіологічні дослідження підтверджують передчасне старіння при хронічному низькодозовому опроміненні [4].

На молекулярному рівні механізми прискореного старіння пов'язують з нестійкістю генів, оксидативним стресом, порушенням репарації ДНК і дисфункцією теломерного апарату. У ліквідаторів зафіксовано підвищену частоту мутацій у генах підтримки теломерів, асоційовану з розвитком злоякісних новоутворень у відносно молодому віці [3].

Психосоматичні прояви та прискорене старіння є невід'ємною частиною медико-соціального спадку аварії. Вирішення цієї проблеми потребує міждисциплінарного підходу, подальших молекулярних досліджень та системних рішень на державному рівні.

Список літератури:

1. Krasv V., Kryukov V., Samedova E., Emeliava I., Ryzhova I. Early Aging in Chernobyl Clean-Up Workers: Long-Term Study. *BioMed Research International*. 2015. DOI: 10.1155/2015/948473.
2. Loganovsky K, Marazziti D. Mental Health and Neuropsychiatric Aftermath 35 Years After the Chernobyl Catastrophe: Current State and Future Perspectives. *Clin Neuropsychiatry*. 2021 Apr; 18(2): 101-106. DOI: 10.36131/cnfioritieditore20210204.
3. Ojha J, Dyagil I, Finch SC, Reiss RF, et al. Gemic characterization of CLL in radiation-exposed Chornobyl cleanup workers. *Environmental Health*. 2018. Vol. 17. Article 33. DOI: 10.1186/s12940-018-0387-9.
4. Gunko N, LogaNevsky K, Buzunov V, Korotkova N. Aging and mental health of the Chornobyl catastrophe survivors. *Eur Psychiatry*. 2022 Sep 1;65(Suppl 1):S593. doi: 10.1192/j.eurpsy.2022.1518

УДК 614.876:504.75.05

**ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ В
ПІСЛЯЧОРНОБИЛЬСЬКИЙ ПЕРІОД**

Грубінко В. В.¹, Грубінко А. В.²

¹Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

²Західноукраїнський національний університет

E-mail: v.grubinko@gmail.com

У післячорнобильський період проблема формування здоров'я населення України набула комплексного характеру та охоплює екологічні, медичні та соціально-психологічні аспекти. За результатами соціологічного дослідження, проведеного із застосуванням експертних оцінок науковців і управлінців, встановлено, що найбільш небезпечними наслідками Чорнобильської катастрофи є екологічні. Друге місце за рівнем небезпеки займають медичні наслідки, а третє – соціально-психологічні [1]. Експерти одностайно підкреслюють довготривалий характер екологічних наслідків, які продовжують впливати на стан здоров'я населення. При цьому соціально-психологічні наслідки, зокрема тривожність, стрес і зміна способу життя, також мають значну тривалість впливу. Серед ключових чинників, що визначають формування здоров'я, важливе місце займає сприйняття населенням небезпеки радіаційного впливу. За оцінками науковців, саме цей фактор є провідним, тоді як зміна способу життя та рівень інформаційного забезпечення займають наступні позиції. Натомість управлінці першочергове значення надають соціально-економічним заходам, що свідчить про різницю у підходах до оцінки факторів ризику.

Аналіз правового забезпечення соціального захисту постраждалого населення показав, що, незважаючи на прийняття у 1991 році відповідного законодавства, реалізація гарантій залишається недостатньою. Особливо це стосується медичного забезпечення, яке, за оцінками експертів, погіршилося впродовж останніх років [2]. Зокрема, відзначається зниження якості первинної медико-санітарної допомоги, обмежений доступ до спеціалізованих медичних послуг, а також недостатній розвиток профілактичних заходів і майже повна відсутність

психотерапевтичної допомоги. Важливим аспектом є збереження високого рівня сприйняття радіаційного ризику серед населення. За результатами дослідження, радіаційний фактор залишається провідним серед 31 визначеного чинника ризику, особливо серед осіб віком 40–54 роки та представників професій, пов'язаних із підвищеною відповідальністю (медики, вчителі, працівники сільського господарства). Значною мірою такі оцінки обумовлені недоліками інформаційного забезпечення. Встановлено, що відсутність системності, нерегулярність та фрагментарність подання інформації про наслідки аварії призводять до формування інформаційного дефіциту. Це ускладнює адекватне сприйняття ситуації населенням і негативно впливає на формування моделей поведінки. Основними джерелами інформації залишаються засоби масової інформації – преса, радіо та телебачення. Водночас значну роль відіграють місцева влада, медичні працівники, соціальне оточення, проте їх значущість варіює залежно від регіону [3].

Отже, формування здоров'я населення у післячорнобильський період визначається сукупністю екологічних, медичних та соціально-психологічних факторів. Вирішення цієї проблеми потребує комплексного підходу, який передбачає вдосконалення системи медичного забезпечення, підвищення ефективності соціального захисту та покращення інформаційної політики.

Список літератури:

1. Bazyka D. A., Pryszyzhnyuk A., Gudzenko N., Dyagil I. Epidemiology of late health effects in Ukrainian Chornobyl cleanup workers. *Health Physics*. 2018. Vol. 115, №. 1. P. 161–169. DOI: 10.1097/HP.0000000000000868.
2. Janiak M. K., Kamiński G. Thyroid cancer in regions most contaminated after the Chernobyl disaster. *Biomed. Phys. Eng.* 2024. Vol. 14, №. 3. P. 299–308. DOI: 10.31661/jbpe.v0i0.2402-1722.
3. Volosovets O. P., Kryvopustov S. P., Mozyrska O. V. Post-Chernobyl Trends in the Prevalence of Diseases and Morbidity in the Childhood Population of Ukraine. *Світ медицини та біології*. 2018. № 2. (64). С. 15–24. DOI: 10.26724/2079-8334-2018-2-64-15-24.

УДК 582.28:504.5 (477.41)

**АДАПТАЦІЯ ЄВРИТОПНОЇ ФЛОРИ У ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ
ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ**

Гевко О. В., Герц Н. В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: gevkooksanka@gmail.com

Через сорок років після аварії на ЧАЕС територія зони відчуження трансформувалася у стабільний природний резерват, де за відсутності антропогенного тиску провідну роль у стабілізації екосистем відіграють євритопні види флори [3, 4]. Ці організми, що володіють широкою екологічною валентністю, демонструють унікальні стратегії вторинної сукцесії та радіоадаптації у техногенно змінених ландшафтах. Яскравим прикладом такої трансформації є формування «вертикальних лісів» у місті Прип'ять, де домінуючі деревні види, такі як береза (*Betula pendula* Roth), клен (*Acer negundo* L.) та тополя (*Populus* spp. L.), успішно колонізують покрівлі й балкони будівель. Розвиваючись на техногенному субстраті (бетон, цегляний пил), ці рослини прискорюють процеси ґрунтотворення та поступово інтегрують руїни антропогенних споруд у природний лісовий масив [4].

Адаптаційний потенціал євритопної флори реалізується також на глибокому молекулярному рівні, що підтверджують дослідження останнього десятиріччя [1, 5]. Зокрема, у сосен (*Pinus sylvestris* L.) виявлено наявність «епігенетичної пам'яті», що базується на змінах у метилуванні ДНК. Це дозволяє рослинам ефективно регулювати захисні механізми без перебудови генетичного коду, забезпечуючи вищу радіорезистентність нащадків із забруднених ділянок [1, 4, 5]. Додатковим чинником виживаності виступає симбіотична підтримка з боку ендofітних грибів та мікоризи, які допомагають рослинам долати дефіцит вологи під час засух та блокують надходження токсичних радіонуклідів у критичні тканини [4, 5].

Висока життєздатність євритопів-піонерів, зокрема іванчаю (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) та молодих березових (*Betula pendula* Roth) насаджень, стала вирішальною у регенерації

ландшафтів після масштабних пожеж 2020 року. За даними звітів 2021–2023 років, швидке відновлення рослинного покриву на згарищах дозволило запобігти ерозії ґрунту та повторному підйому радіоактивного пилу в атмосферу [2,3]. Отже, евритопні види флори є важливими компонентами вторинної сукцесії в Чорнобильській зоні відчуження, забезпечуючи природне відновлення рослинного покриву та підтримання екологічної стійкості екосистем в умовах тривалого техногенного та кліматичного впливу [3,4].

Список літератури:

1. Volkova, P. Yu., Geras'kin, S. A., Horemans, N. et al. Chronic radiation exposure as an ecological factor: Hypermethylation and genetic differentiation in irradiated Scots pine populations. *Environmental Pollution*. 2018. Vol. 232. P. 105–112. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749117325034?via=ihub>.
2. Evangeliou, N., Zibtsev, S., Myroniuk, V. et al. Resuspension and atmospheric transport of radionuclides due to wildfires near the Chernobyl Nuclear Power Plant in 2020: An impact assessment. *Scientific Reports*, 10, 21412. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32606447/>.
3. Zibtsev, S. V., Myroniuk, V. V., Gilitukha, D. et al. Wildfires in the Chernobyl Exclusion Zone in 2020: Assessment of fire severity and post-fire vegetation recovery. *Fire*, 5(3), 73. URL: <https://www.proquest.com/openview/62ae3e1781ff7eed496f00f908a26f95/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=2032106>.
4. Mousseau, T. A., Møller, A. P. Plants in the light of ionizing radiation: What have we learned from Chernobyl, Fukushima, and other «hot» places? *Frontiers in Plant Science*, 11, 552. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2020.00552/full>.
5. Horemans, N., Spurgeon, D. J., Lecomte-Pradines, C. et al. Current evidence for a role of epigenetic mechanisms in response to ionizing radiation in an ecotoxicological context. *Environmental Pollution*, 251, 469–483. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749119307341?via=ihub>.

**ВАСИЛЛАРИОФІТА МІКРОФІТОБЕНТОСУ ПЕЛАГІАЛІ
КИЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ПОБЛИЗУ С.
СТРАХОЛІССЯ (УКРАЇНА)**

Давидов О. А., Козійчук Е. Ш., Железняк Н. І.

Інститут гідробіології Національної академії наук України, Київ
E-mail: elina.kozychuk@gmail.com

У мікрофітобентосі континентальних водних об'єктів України Bacillariophyta зазвичай відіграють основну роль у формуванні якісних та кількісних показників розвитку альгоугруповань на дні. Дослідження Bacillariophyta важливі не тільки у фундаментальному, але й у прикладному аспекті, оскільки ряд їхніх характеристик залучений до переліку гідробіологічних показників при здійсненні державного моніторингу масивів поверхневих вод [1, с. 10].

Публікації стосовно Bacillariophyta мікрофітобентосу пелагіалі Київського водосховища нечисленні [4, с. 24]. Тому більш розгорнутий та детальний аналіз їхніх показників у пелагіалі Київського водосховища поблизу с. Страхолісся на локації неподалік зони відчуження Чорнобильської АЕС є актуальним.

Метою роботи було проаналізувати показники Bacillariophyta мікрофітобентосу (кількість видів, родин, чисельність), які можуть бути використані при здійсненні державного моніторингу масивів поверхневих вод.

Дослідження проводили у липні 2021 р. на станції поблизу с. Страхолісся (N 51°03'58,39" E 30°22'47,91"). Проби мікрофітобентосу відбирали мікробентометром МБ-ТЄ на глибині 4,5–6,0 м. Камеральну обробку проб виконано за загальноприйнятою методикою [2, с. 28]. Для визначення діатомових водоростей виготовляли постійні препарати [3, с. 35] з використанням синтетичної смоли Nafrax з показником заломлення світла 1,74.

За результатами досліджень, встановлено, що у мікрофітобентосі пелагіалі Bacillariophyta були основним компонентом у формуванні альгоугруповань на дні, оскільки їхня частка у видовому багатстві сягала 77% (60 ввт) [4, с. 26]. Кількість родин Bacillariophyta у місцях відбору проб не перевищувала 17. Чисельність діатомових у середньому складала 5,64 тис. кл/10 см², що становило 36% від загальних показників рясності альгоугруповань на дні.

Таким чином, встановлені кількісні показники Bacillariophyta мікрофітобентосу пелагіалі Київського водосховища поблизу с. Страхолісся (кількість видів та родин, чисельність) можуть бути використані при здійсненні державного моніторингу вод.

Список літератури:

1. Афанасьєв С. О. Проблеми і розвиток досліджень екологічного стану гідроекосистем України в аспекті імплементації директив ЄС в галузі довкілля. *Гідробіол. журн.* 2018. Т. 54, № 6. С. 3–17.
2. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / за ред. В. Д. Романенка. Київ: ЛОГОС, 2006. 408 с.
3. Топачевський О. В., Оксіюк О. П. Визначник прісноводних водоростей Української ССР. XI. Діатомові водорості. К.: Вид-во АН УРСР, 1960. 412 с.
4. Davydov O. A., Koziychuk E. Sh. Peculiarities of the formation of benthic algae communities in the Kyiv reservoir (Ukraine). *Hydrobiol. J.* 2024. Vol. 60, N 6. P. 22–32.

УДК 37.011.3-051:57:614.876

**БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ РАДІАЦІЙНОЇ
ГРАМОТНОСТІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ПРЕДМЕТІВ
ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ**

Даніліна Є. А., Барна Л. С.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: danilinayevheniia.23111994@gmail.com; barna@chem-bio.com.ua

Аварія на Чорнобильській атомній електростанції є однією із найбільших техногенних катастроф ХХ століття, що спричинила значні екологічні, медико-біологічні, економічні та соціальні наслідки. З урахуванням її наслідків та сучасних умов в Україні питання радіаційної та екологічної безпеки є надзвичайно актуальними. Саме тому одним із завдань природничої освіти є формування радіаційної грамотності здобувачів освіти та населення різних вікових категорій [3].

Радіаційна грамотність є інтегрованою характеристикою особистості, що охоплює когнітивний, інформаційно-просвітницький, діяльнісний та особистісно-ціннісний компоненти. Вона передбачає знання фізичних основ радіаційного випромінювання, розуміння механізмів його біологічного впливу на живі організми. Таким чином, біологічні аспекти цієї проблеми мають важливу роль при підготовці майбутніх учителів природничої освітньої галузі та фахівців природничого профілю [4].

Іонізуюче випромінювання як екзогенний чинник має характерну особливість, оскільки його дія не сприймається органами чуття людини, однак вона спричиняє значні, часто незворотні зміни на клітинному рівні. Головна ціль – генетичний апарат клітини, а саме дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК) як ключова біологічна макромолекула та пов'язані з нею дезоксирибонуклеопротейні комплекси (ДНП). Порушення їхньої структури та функцій, зокрема аберації хромосом, спричиняють мутаційні процеси, що пов'язані з помилками під час реплікації, транскрипції, репарації, переміщення мобільних генетичних елементів, порушенням цілісності та кількості

хромосом. У результаті відбувається розвиток морфологічних змін клітин, променевої хвороби, генетичних змін та навіть загибель організмів [1].

Наслідки Чорнобильської катастрофи є актуальними й сьогодні, що доведено науковими дослідженнями. Зафіксовано зростання показників онкологічних захворювань серед населення усіх вікових категорій, насамперед – це злоякісні новоутворення щитоподібної залози, поширення імунodefіцитних станів. Тривають активні дослідження щодо виникнення адаптаційних механізмів у популяціях живих організмів у зоні відчуження, де сформувалися специфічні екологічні умови існування [2].

З метою формування радіаційної грамотності майбутніх вчителів предметів природничої освітньої галузі та з метою висвітлення питання впливу радіаційного випромінювання на живі організми варто передбачити вивчення обов'язкової дисципліни біофізика. Також вирішенню цього завдання сприяє вивчення здобувачами освіти таких вибіркових дисциплін, як радіобіологія та радіоекологія.

Отже, знання ключових біологічних механізмів дії іонізуючого випромінювання та результатів актуальних досліджень є необхідною умовою професійної підготовки майбутніх учителів та фахівців природничого профілю, спроможних комплексно оцінювати можливі радіаційні ризики та прогнозувати їхній вплив на живі організми.

Список літератури:

1. Гудков І. М. Радіобіологія. 4.5.1. Дія випромінювання на нуклеїнові кислоти: підруч. для вищих навч. закладів. Київ: НУБіП України, 2016. С. 110-114.

2. Віцюк А. А. Катастрофа на Чорнобильській атомній електростанції як одна з передумов погіршення стану здоров'я населення України. Екологія та медицина: ч. 2. Еколого-гігієнічні аспекти здоров'я та біобезпеки населення: матеріали Міжнар. наук.- практ. конф. м. Київ, 07-08 квіт. 2021 р. Київ: «Центр учбової літератури», 2021. С. 202-213. URL: <https://health.gov.ua/wp-content/uploads/2024/03/ecology-and-medicine-conference-proceedings-2021.pdf>

3. Катастрофа на Чорнобильській атомній електростанції. Енциклопедія сучасної України. URL: <https://share.google/TaI7ZKyCncOErOf0Q>

4. Тимощук О. Обґрунтування структури радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук. Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Педагогіка. Психологія». Одеса: ВД «Гельветика», 2024. Вип. 5. С. 178-183. URL: <https://doi.org/10.32782/academ-ped.psyh-2024-1.26>

УДК 159.9:614.876(477.54)

**ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ СПРИЙНЯТТЯ ТЕХНОГЕННИХ
КАТАСТРОФ (НА ПРИКЛАДІ ЧОРНОБИЛЯ)**

Борсук В. В., Савелюк Н. М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: brsk.vrnk@gmail.com

Чорнобильська катастрофа постає у дослідженнях як подія, що не лише змінила екологічну та медичну ситуацію, а й суттєво вплинула на те, як люди різного віку сприймають техногенні катастрофи. У матеріалах Міністерства охорони здоров'я України та Верховної Ради України зазначається її винятковий характер: «Це перша катастрофа планетарного масштабу, яка є рукотворною» [1, с. 5].

Таке визначення формує особливе ставлення до події, адже вона сприймається не як стихійне лихо, а як наслідок діяльності людини: «Чорнобиль – найбільша техногенна катастрофа» [2]. Це закріплює у свідомості суспільства образ катастрофи як глобальної загрози, що однаково впливає на всі покоління, але сприймається ними по-різному.

Масштаб трагедії охопив мільйони людей, серед яких значну частину становили діти: «17,5 млн. чол., у тому числі 2,5 млн. дітей у віці до 7 років» [1, с. 5]. Ці дані свідчать, що катастрофа від самого початку формувала різний досвід

переживання: для дітей – через емоції та реакції дорослих, для дорослих – через усвідомлення реальних загроз для життя і здоров'я.

Особливу увагу дослідники приділяють саме віковому фактору. У наукових працях О. Ф. Возіанова та В. Г. Бебешка підкреслюється: «Особливу увагу слід приділяти групам населення, які зазнали радіаційного впливу в ранньому онтогенезі, дитячому та підлітковому віці» [3, с. 9]. Це означає, що молодші вікові групи не лише більш вразливі фізично, а й інакше сприймають сам факт катастрофи. Їхнє уявлення формується в умовах страху, невизначеності та обмеженого розуміння подій.

У матеріалах Міністерства охорони здоров'я України та Верховної Ради України також зазначається, що навіть наслідки опромінення мають вікові відмінності: «вперше показано залежність ефекту від дози опромінення для розвитку раку щитовидної залози в дитячому та дорослому віці» [1, с. 7]. Це підкреслює, що різні вікові групи по-різному переживають та усвідомлюють небезпеку, оскільки самі наслідки для них є різними.

Важливим є і психологічний аспект. У наукових працях О. Ф. Возіанова, В. Г. Бебешка та ін. зазначено: «постійний психоемоційний стрес, пов'язаний з найбільшою у світі радіаційною техногенною аварією, евакуацією, переселенням та радикальною зміною способу життя, призвели до погіршення їх психічного здоров'я, що проявляється у зростанні поширеності пограничних психічних розладів та вегетосудинних порушень» [3, с. 11]. Стрес є ключовим чинником сприйняття катастрофи, адже саме через нього формується емоційна реакція на подію. При цьому наголошується на фізіологічній основі відповідних реакцій: у медичних дослідженнях Чорнобильської катастрофи (МОЗ України) зазначається, що «центральна нервова система є радіочутливим органом» [1, с. 12]. Таким чином, сприйняття катастрофи має як психологічний, так і біологічний характер, що особливо проявляється у дітей і підлітків.

Окрім медико-біологічних аспектів, надзвичайно важливим є соціокультурний контекст, який визначає трансформацію пам'яті про подію. Дослідники АМН України звертають увагу

на те, що «Чорнобильська катастрофа спричинила глибокі трансформації в системі цінностей, соціальній структурі та ментальності українського суспільства» [3, с. 4]. Таке переосмислення свідчить про те, що для різних поколінь аварія стала не просто історичною датою, а точкою зламу у світосприйнятті.

Загалом у дослідженнях Міністерства охорони здоров'я підкреслюється значення віку на момент аварії: «Особливу увагу слід приділяти особам, які під час Чорнобильської аварії мали вік до 19 років» [1, с. 14]. Це ще раз підтверджує, що саме віковий фактор визначає як наслідки катастрофи, так і її сприйняття. Більше того, науковці вказують на специфіку формування віддалених наслідків:

«Аналіз стану здоров'я потерпілих свідчить про формування стійких негативних тенденцій, що мають пролонгований характер для осіб, які були дітьми на момент аварії» [3, с. 18]. У результаті Чорнобильська аварія постає як подія, яка по-різному закарбувалася у свідомості різних поколінь, але для всіх стала символом глобальної техногенної небезпеки.

Список літератури:

1. Міністерство охорони здоров'я України / Верховна Рада України. Чорнобильська катастрофа: медичні наслідки. URL: <https://komekolog.rada.gov.ua/uploads/documents/36564.pdf>
2. Чорнобиль – найбільша техногенна катастрофа: факти і цифри. NV. URL: <https://nv.ua/ukr/ukraine/events/chornobil-naybilsha-tehnogenna-katastrofa-v-cifrah-i-foto-video-50084291.html>
3. Возіанов О. Ф., Бебешко В. Г. та ін. Наукові аспекти Чорнобильської катастрофи: медичні, радіологічні та організаційні наслідки (Матеріали Загальних зборів АМН України). Журнал Академії медичних наук України. 2006. Том 12, № 1. URL: (уточнено за архівом АМН України) https://www.researchgate.net/publication/283463374_Medical_consequences_of_the_Chernobyl_catastrophe_in_Ukraine

УДК 581.1. 631.8: 633.1

**ВПЛИВ РЕКУЛЬТИВАНТУ КОМПОЗИЦІЙНОГО
TREVITAN® ПОЛІКОМПЛЕКС НА НАКОПИЧЕННЯ
КАРОТИНОЇДІВ У ЛИСТКАХ *TRITICUM AESTIVUM* L.**

Дзендзель А. Ю., Пида С. В., Данилюк В. О.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: andrijdzendzel@gmail.com, pyda@chem-bio.com.ua

Катастрофа на Чорнобильській АЕС визнана найзначнішою у світі за своїм техногенним впливом. Її наслідком стало забруднення значних територій низки держав. У зв'язку з цим, важливою фундаментальною проблемою в комплексі медико-біологічних наук України є біологічна дія іонізуючої радіації, особливо в малих дозах, і захист від неї населення. На сьогоднішній день вагомим способом захисту є застосування радіопротекторів [1, с. 6-7]. Серед зазначених речовин особливе місце займають каротиноїди, особливо β-каротин. Показано високу ефективність використання великих доз β-каротину в лікуванні хворих радіаційними ураженнями шкіри та його протипухлинну дію, що має важливе значення для лікування віддалених наслідків радіації [1, с. 67].

Каротиноїди є компонентами світлозбирального комплексу фотосинтетичного апарату рослин. У результаті індукованого окиснювального стресу вміст каротиноїдів у листках зростає, що пов'язано з їх активною участю в адаптивно-захисних реакціях організму [2]. Підвищення кількості β-каротину сприяє нейтралізації руйнівної дії високоактивного синглетного кисню, що швидко зростає за впливу хімічних факторів, захищаючи хлорофіл від фотоокислення [3].

Метою роботи було дослідити ефективність застосування рекультиванту композиційного TREVITAN® полікомплекс за показниками накопичення основних каротиноїдів у листках пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) ярої форми сортів Куїнтус і Лікамеро.

Польові досліди закладали на ділянках агробіолабораторії Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка на чорноземі типовому малогумусному із

важкосуглинистим механічним складом у 4-х варіантах та 3-х повтореннях. Площа облікової ділянки 18 м². У варіанті Контроль (К) висівали насіння, змочене водою зі свердловини, у фазі початок колосіння (51 стадія за BBCH) за допомогою ранцевого обприскувача надземну масу рослин обробляли водою із свердловини. У дослідних варіантах 2-4 восени ґрунт обробляли 0,002% розчином рекультиванту композиційного TREVITAN[®] полікомплекс (TREVITAN[®] полікомплекс). У варіантах: 2 – насіння перед сівбою обробляли 1,0% розчином TREVITAN[®] полікомплекс; 3 – у фазі початок колосіння (51 стадія за BBCH) рослини пшениці позакоренево підживлювали 0,001% розчином TREVITAN[®] полікомплекс; 4 – насіння перед сівбою обробляли 1,0% розчином TREVITAN[®] полікомплекс і на початку колосіння рослини пшениці позакоренево підживлювали 0,001% розчином TREVITAN[®] полікомплекс. Позакореневе підживлення у 3-му та 4-му варіантах здійснювали з розрахунку виливу бакової суміші 250 л на 1 га. Препарат є водним розчином солей сукцинату калію, високомолекулярних оксикарбонових ароматичних та низькомолекулярних аліфатичних органічних кислот, що поєднує в собі властивості потужного антистресора та енергетичного стимулятора метаболізму. TREVITAN[®] полікомплекс розробило ТОВ «ТРЕВІТАН УКРАЇНА». Рослини пшениці м'якої вирощували у монокультурі упродовж 3-х років за типовою для зони Лісостепу агротехнікою.

Вміст основних каротиноїдів у листках пшениці визначали під час колосіння (51 стадія за BBCH), у фазах цвітіння (65 стадія за BBCH) та молочної стиглості (75 стадія за BBCH) спектрофотометричним методом за Вельбурном [4]. Пігменти екстрагували зі свіжозібраних прапорцевих листків рослин диметилсульфоксидом. Коефіцієнт екстинкції досліджуваних розчинів вимірювали на спектрофотометрі UIT SFU-0172 за довжини хвиль $\lambda = 480$ нм. Статистичну обробку результатів дослідження здійснювали за допомогою програми Excel.

У результаті дослідження встановлено зростання показників вмісту каротиноїдів у листках пшениці м'якої сортів Куїнтус і Лікамеро за використання у технології вирощування TREVITAN[®] полікомплексу. Обробка ґрунту восени препаратом сприяла підвищенню вмісту каротиноїдів у прапорцевих листках

пшениці м'якої у фазах колосіння, цвітіння та молочної стиглості на 16,4, 13,2 та 21,6% (сорт Куїнтус, контроль – $0,67 \pm 0,028$; $0,76 \pm 0,032$; $0,51 \pm 0,028$ мг/г сирої маси) і 6,3, 9,1, 24,5% (сорт Лікамеро, контроль – $0,79 \pm 0,031$; $0,88 \pm 0,043$; $0,49 \pm 0,021$ мг/г сирої маси). За впливу обробки насіння перед сівбою на фоні осінньої обробки ґрунту TREVITAN® полікомплексом кількість каротиноїдів у мезофілі листків упродовж досліджуваного періоду зросла на 28,9 – 43,1% (сорт Куїнтус) та 21,5 – 46,9% (сорт Лікамеро) порівнюючи з контролем. Найбільшу кількість каротиноїдів у листках обох сортів пшениці визначено за передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин TREVITAN® полікомплексом на початку колосіння на фоні обробки препаратом ґрунту восени, що на 40,8 – 58,8% (Куїнтус) та 30,7 – 65,3% (Лікамеро) більше порівнюючи з контролем. Це пов'язано із поліпшенням мінерального живлення рослин та стимулювальним впливом компонентів препарату. Варто зазначити, що у фазі цвітіння обох сортів у листках виявлено найбільшу кількість основних каротиноїдів порівнюючи з фазами колосіння та молочної стиглості. Сорт Куїнтус є середньостиглим, Лікамеро – ранньостиглий. У фазах колосіння та цвітіння листки сорту Лікамеро характеризувалися вищим умістом каротиноїдів порівнюючи з сортом Куїнтус.

Отже, застосування в технології вирощування пшениці м'якої сортів Куїнтус і Лікамеро рекультиванту композиційного TREVITAN® полікомплекс сприяє накопиченню основних каротиноїдів у мезофілі їх прапорцевих листків. Найефективнішим елементом технології за параметрами кількості основних каротиноїдів у листках культури в умовах Тернопільської області (Західний Лісостеп) є комплексне застосування препарату: обробка ґрунту восени й насіння перед сівбою та позакореневе підживлення рослин на початку колосіння.

Список літератури:

1. Васько Л.М., Почерняєва В.Ф., Баштан В.П. Засоби захисту організму від дії іонізуючого випромінювання Полтава, 2017. 130с.
2. Веселовська Л.І., Коць С.Я. Вплив різних способів застосування лектину на симбіотичні системи соя –

Bradyrhizobium japonicum, сформовані в умовах оптимального та недостатнього водозабезпечення. *Фізіологія рослин і генетика*. 2014. Т. 46. № 5. С. 437–448.

3. Foyer C.H., Shigeoka S. Understanding Oxidative Stress and Antioxidant Functions to Enhance Photosynthesis. *Plant Physiology*. 2010. Vol. 155. № 1. P. 93–100. <https://doi.org/10.1104/pp.110.166181>.

4. Wellburn A. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *J. Plant. Physiol.* 1994. Is. 144. № 3. P. 307–313.

УДК:616.441:616-001.28:616.45-001.1

**РОЛЬ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ ТА
ХРОНІЧНОГО СТРЕСУ В РОЗВИТКУ ПАТОЛОГІЇ
ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ**

Долгополов Д. Р. Балашова К.О Волотовська Н. В.

Тернопільський національний медичний університет

ім. І. Я. Горбачевського

E-mail:dolgopolov_denrus@tdmu.edu.ua

Патологія щитоподібної залози (далі ЩЗ) належить до найбільш значущих медичних наслідків Чорнобильської катастрофи, серед осіб, опромінених радіоактивним ¹³¹I. Водночас хронічний стрес (далі ХС) може виступати важливим модифікуючим чинником тиреоїдних порушень через зміни взаємодії ГГТ- і ГГН-осей. Тривале збереження тиреоїдної патології після аварії зумовлює актуальність подальшого вивчення цієї проблеми

Метою роботи було проаналізувати наслідки Чорнобильської катастрофи і ХС для патології ЩЗ, на основі ретроспективних даних і сучасних наукових джерел. Проведено огляд літератури за 1999-2023 роки в базах PubMed, Scopus і Medline за ключовими словами: *Chernobyl disaster, thyroid pathology, radioactive iodine, chronic stress, HPT axis, HPA axis*. Включено оглядові, клінічні та епідеміологічні джерела.

Після аварії на ЧАЕС у дітей віком до 15 років зареєстровано близько 800 випадків патології ЩЗ, а

захворюваність зросла з 0,03 до 3,0 на 100 000 дітей на рік [1, с. 59; 3, с. 24]. ХС розглядається як додатковий патогенетичний чинник ураження ЩЗ через гуморальні механізми, насамперед через дисрегуляцію ГГН- та ГГТ- осей [3, с. 103–109; 1, с. 442–445]. У перивентрикулярних ядрах гіпоталамуса введення кортикостерону або дексаметазону знижувало про-ТРГ мРНК на 43,2% і 73,2% відповідно, тоді як після адrenaлектомії цей показник зростав на 68,3% [3, с. 105]. ХС також модифікує периферичний метаболізм гормонів ЩЗ через зміну активності дейодиназ: підвищення ДІ у мозку, зниження ДІ у печінці та нирках [3, с. 106], спричиняє супресію Т-клітинної ланки, активацію гуморального імунітету, зміну співвідношення Th1/Th2, модифікацію продукції IgA, IgG1, IgM, IL-6 і ФНП- α а також асоціюється з гіперкортизолемією, гіперінсулінемією, гіперлептинемією та підвищенням ІФР-1 [1, с. 443–445].

Отже, ураження ЩЗ після аварії на ЧАЕС формується на тлі поєднання радіаційного впливу та стрес-індукованих гуморальних зрушень, що обтяжують тиреоїдну дисфункцію.

Список літератури:

1. Чернявська І. В., Дубовик В. М., Гончарова О. А., Ашуров Е. М. Вплив стресу на морфофункціональний стан щитоподібної залози (огляд літератури). *Міжнародний ендокринологічний журнал*. 2023. Т. 19, № 6. С. 442–447.
2. Hatch M., Ron E., Bouville A., Zablotska L., Howe G. Cancer following the accident at the Chernobyl nuclear power plant. *Epidemiologic Reviews*. 2005. Vol. 27. P. 56–66.
3. Nadolnik L. I. Stress and the thyroid gland. *Biochemistry (Min) Supplement Series B: Biomedical Chemistry*. 2011. Vol. 5, № 2. P. 103–112.
4. Sources and effects of ionizing radiation. Vol. II: Health effects due to radiation from the Chernobyl accident : UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. New York : United Nations, 2011.

УДК 504.53:633.28(477):581.522.4

**ФІТОРЕМЕДІАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ *MISCANTHUS* ×
GIGANTEUS J.M. GREEF & DEUTER EX HODK &
RENVOIZE У ВІДНОВЛЕННІ ТЕХНОГЕННО ТА
РАДІАЦІЙНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ**

Дуберчак Д. В., Герц Н. В.

Тернопільський національний педагогічний університет імені
Володимира Гнатюка

E-mail: duberschak.d@gmail.com

У сучасних умовах техногенного впливу, радіаційного забруднення та військових ризиків, особливо в Україні, питання рекультивації екосистем набуває критичної важливості. Радіонукліди, важкі метали й інші ксенобіотики, як у Чорнобильській зоні відчуження, призводять до тривалих деструктивних змін у структурі та функціональних характеристиках біоценозів, спричиняючи зменшення біорізноманіття та зниження екологічної стійкості регіонів. Одним із найбільш обнадійливих і екологічно безпечних методів відновлення таких деградованих екосистем вважається фіторемедіація – біотехнологічний підхід, що базується на використанні рослин для очищення, фіксації чи вилучення забруднюючих агентів із навколишнього середовища [3].

Серед різноманітних рослин, придатних для фіторемедіації, вирізняється багаторічний енергетичний злак *Miscanthus* × *giganteus* J. M. Greef & Deuter ex Hodk & Renvoize, який вирізняється інтенсивною продуктивністю біомаси, потужною та розгалуженою кореневою системою, а також високою толерантністю до різних абіотичних стресів [1]. Результати наукових досліджень підтверджують, що ця рослина ефективно накопичує та утримує важкі метали, такі як Pb, Cd, Zn і Cu, переважно в коренях, що значно обмежує їх вертикальну міграцію в ґрунтовому профілі [4].

Ключову роль у пристосуванні *Miscanthus* × *giganteus* до умов забруднення відіграє посилення антиоксидантного захисту. Під впливом токсичних металів у рослині спостерігається зростання активності ключових ферментів – супероксиддисмутази, пероксидази та глутатіонредуктази, – а

також накопичення фенольних сполук і флавоноїдів. Ці механізми ефективно нейтралізують оксидативний стрес, дозволяючи рослині підтримувати життєздатність і функціональність навіть при значних концентраціях забрудників [5]. Не менш значущою є адаптивна здатність *Miscanthus* × *giganteus* виживати та функціонувати в зонах радіаційного забруднення, як Чорнобильська зона. Аналіз рослинних спільнот на територіях з підвищеним вмістом радіонуклідів демонструє, що злакові культури, включно з міскантусом, розвивають специфічні захисні реакції: вони мінімізують транспорт радіоактивних ізотопів у надземні частини, локалізуючи їх у кореневій системі. Такий підхід знижує ймовірність входження радіонуклідів у харчові ланцюги, сприяючи загальній стабілізації екосистем [3]. Окрім прямого поглинання чи фіксації токсинів, *Miscanthus* × *giganteus* суттєво покращує фізико-хімічні параметри ґрунту. Завдяки розвиненій кореневій системі та великій кількості органічних залишків після вегетації відбувається збагачення ґрунту гумусом, оптимізація його структури та стимуляція мікробіологічної активності. Це закладає основу для поступового відновлення ґрунтового біорізноманіття й посилення функціональної стійкості екосистем у цілому [1].

Сучасні наукові напрацювання вказують на можливість підвищення ефективності фітореMediaції за допомогою *Miscanthus* × *giganteus* завдяки інтеграції допоміжних технологій. Наприклад, введення ризосферних бактерій (PGPR) посилює ріст біомаси рослин, покращує засвоєння важких металів і підвищує їхню стійкість до абіотичних факторів. Ще одним інноваційним методом є використання біочару, виробленого з біомаси міскантусу, яке зменшує біодоступність токсинів у ґрунті та оптимізує ремедіаційні процеси [2]. Варто окремо підкреслити внесок насаджень міскантусу в реставрацію біорізноманіття на техногенно порушених ділянках. Формуючи щільний і стійкий рослинний покрив, ця культура створює сприятливі умови для розвитку нових мікробіоценозів, надає укриття для безхребетних організмів і дрібних хребетних, а також полегшує колонізацію територій іншими видами рослин [3]. Завдяки унікальному поєднанню високої біопродуктивності, стійкості до екстремальних умов та ефективної акумуляції забруднювачів

Miscanthus × *giganteus* позиціонується як стратегічна культура для реабілітації радіаційно забруднених земель України, зокрема Чорнобильської зони. Застосування цієї рослини не лише забезпечує екологічне оздоровлення ґрунтів, але й дозволяє паралельно виробляти біоенергетичну сировину, що ідеально відповідає принципам сталого розвитку та екологічної безпеки [1].

В Україні фіторе mediaція *Miscanthus* × *giganteus* перспективна для рекультивациі Чорнобильської зони відчуження, де рослина може фіксувати радіонукліди (Cs-137, Sr-90), а також техногенно порушених ґрунтів на вугільних відвалах Західного Донбасу, а також територій, деградованих внаслідок бойових дій, де міскантус сприяє очищенню субстратів від залишків вибухових речовин, важких металів із уламків техніки та продуктів горіння паливно-мастильних матеріалів [3]. Фіторе mediaційні підходи досліджували для очищення ґрунтів, забруднених нафтовими продуктами (сорго, просо) у Лівобережній Україні, що сприяло зменшенню концентрації токсикантів і розробці рекомендацій щодо рекультивациі таких земель у контексті післявоєнної відбудови. Наукові праці останніх років підкреслюють потенціал міскантусу в екологічному оздоровленні деградованих територій України [1; 4].

Таким чином, *Miscanthus* × *giganteus* є перспективною стратегічною культурою для подолання наслідків війни та радіаційної санації земель. Поєднання біологічного відновлення довкілля з виробництвом біопалива робить цей підхід ідеальним втіленням принципів сталого розвитку [1].

Список літератури:

1. *Miscanthus* Biomass for Alternative Energy Production / J. Zhao et al. // *Miscanthus Biomass for Alternative Energy and Fuels*. 2021. DOI: [10.1201/9781003082613-10](https://doi.org/10.1201/9781003082613-10).
2. PGPR-driven phytoremediation and physiobiochemical response of *Miscanthus* × *giganteus* to stress induced by the trace elements / A. Nurzhanova et al. // *Environmental Science and Pollution Research*. 2023. DOI: [10.1007/s11356-023-29031-5](https://doi.org/10.1007/s11356-023-29031-5)

3. Phytoremediation: A Promising Approach for Revegetation of Heavy Metal-Polluted Land / A. Yan et al. // *Frontiers in Plant Science*. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00359>.

4. Potentials of *Miscanthus* × *giganteus* for phytostabilization of trace element-contaminated soils: Ex situ experiment / F. Nsanganwimana et al. // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2021. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2021.112125](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112125)

5. Response of Three *Miscanthus* × *giganteus* Cultivars to Toxic Elements Stress: Part 1, Plant Defence Mechanisms / K. S. Al Souki et al. // *Plants*. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10102035>

УДК 378.147

УРОКИ ЧОРНОБИЛЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО МИСЛЕННЯ СТУДЕНТІВ

Жак О. В., Шпирка З. М., Яремко З. М.

Львівський національний університет імені Івана Франка

E-mail: zinoviya.shpyrka@lnu.edu.ua

26 квітня 2026 року минає 40 років з того дня, коли світ безпосередньо відчув та реально зрозумів небезпеку «мирного атома». Аварія на Чорнобильській АЕС стала однією з найбільших техногенних катастроф у світі.

Загарбницька війна росії з Україною спонукає низку країн Європейського Союзу розширити використання атомних електростанцій для генерації електроенергії з метою повної відмови від російських нафти і газу. Сьогодні в ЄС приблизно 25 % електричної енергії генерується на АЕС. Завдяки роботі Рівненської, Південноукраїнської та Хмельницької АЕС вдається стабілізувати нашу енергосистему та забезпечувати подання електричної енергії промисловим та побутовим споживачам навіть у разі нещадних обстрілів з боку ворога. У таких умовах особливої актуальності набуває підготовка фахівців, здатних оцінювати потенційні ризики та приймати обґрунтовані рішення у сфері безпеки життєдіяльності населення.

Згідно Закону України «Про об'єкти підвищеної

небезпеки», ризик – це ступінь імовірності певної негативної події, яка може відбутися в певний час за певних обставин [1]. Ризик-орієнтоване мислення студентів – це здатність аналізувати причини явищ, що відбуваються, і процесів, пов'язаних з ризиком, виявляти закономірності, які їх породжують, використовуючи отримані знання та готовність знаходити рішення щодо подолання небезпеки в нестандартних ситуаціях, коли немає готових засобів для безпечних дій. Формування ризик-орієнтованого мислення є важливим завданням освітнього процесу [2].

Під час вивчення безпекових дисциплін студенти освоюють основи техногенної безпеки і події Чорнобиля на таких заняттях розглядаються як кейс надзвичайної техногенної ситуації. Наприклад, моделюється надзвичайна ситуація, спричинена радіаційною аварією. Студенти аналізують можливі причини такої аварії, зони ураження, помилки у забезпеченні безпеки, складають план евакуації населення, вчать обирати засоби індивідуального захисту, опановують навички самозахисту та допомоги іншим, аналізують дії персоналу та служб цивільного захисту, прогнозують можливі довгострокові екологічні та медичні наслідки. Це дозволяє сформувати у майбутніх фахівців особисту відповідальність за дотримання вимог з охорони праці та безпеки життєдіяльності на потенційно небезпечних об'єктах.

Список літератури:

1. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки»
URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2245-14>.
2. Яремко З. М. Безпека життєдіяльності. Навч. посібник.
Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2005. 301 с.

УДК 367:387.3(487)

**РАДІАЦІЙНА ТРИВОЖНІСТЬ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА
ПСИХІЧНЕ ЗДОРОВ'Я ОСОБИСТОСТІ**

Залівська С. Р., Савелюк Н. М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: solomiya.zalivska@gmail.com

Радіаційна тривожність є специфічним видом тривожності, що виникає внаслідок сприйняття загрози від іонізуючого випромінювання, часто незалежно від реального рівня радіаційного ризику. Вона характеризується підвищеним рівнем занепокоєння, страхом перед невидимим небезпечним фактором, який не піддається органолептичному сприйняттю, та може набувати хронічного характеру. Особливо актуальною ця проблема стає в регіонах, розташованих поблизу атомних електростанцій (АЕС), а також у період воєнного стану, коли додаються додаткові стресові фактори, такі як невизначеність, загроза військових дій та поширення дезінформації [3].

Радіаційна тривожність не завжди пов'язана з безпосереднім біологічним впливом радіації, але суттєво впливає на психічне здоров'я особистості, погіршуючи якість життя, знижуючи адаптаційні ресурси та сприяючи розвитку психосоматичних розладів. Радіаційна тривожність є формою реактивної та особистісної тривожності, що посилюється специфікою радіаційного фактора. На відміну від звичайної тривоги, яка виконує адаптивну функцію (сигналізує про небезпеку), радіаційна тривожність часто стає неадаптивною через ірраціональне перебільшення загрози та неможливість повного контролю над джерелом небезпеки [2].

Тривожність у психології трактується як індивідуальна психологічна особливість, що виявляється у схильності людини до частого і надмірного хвилювання, а також у передчутті несприятливого розвитку подій. Це не лише емоція, а стійка характеристика, що впливає на сприйняття світу як загрозового. Психологи розрізняють два основні види: ситуативну тривожність (тимчасовий стан, викликаний конкретним стресором, наприклад, новинами про радіацію) та особистісну

тривожність (хронічна риса характеру, схильність бачити небезпеку всюди).

У нормі помірна тривожність є адаптивним механізмом, що допомагає передбачити небезпеку та вжити заходів безпеки. Проте, підвищений рівень тривожності (особливо особистісної) призводить до хронічного напруження, виснаження нервової системи, фізичних симптомів (порушення сну, серцебиття) та зниження якості життя, що робить цей феномен об'єктом пильної уваги у контексті збереження психічного здоров'я.

Згідно з дослідженнями, тривожність тісно пов'язана з життєстійкістю особистості: особи з низькою життєстійкістю більш схильні до хронічної тривоги, що призводить до виснаження психоемоційних ресурсів [2]. У контексті радіаційного ризику це проявляється у формі постійного очікування катастрофи, уникнення певних територій чи продуктів, надмірного використання захисних засобів тощо.

Радіаційна тривожність негативно впливає на психічне здоров'я через кілька механізмів:

1. Постійне занепокоєння призводить до активації симпатико-адреналової системи, що спричиняє соматичні прояви (тахікардія, порушення сну, головний біль) та психоемоційне виснаження.

2. Довготривала радіаційна тривожність може трансформуватися в генералізований тривожний розлад або депресивні епізоди, особливо в умовах воєнного стану [3].

3. Дослідження населення зони спостереження АЕС показало високий рівень соціально-психологічної напруженості саме під час воєнного стану. Чинниками її формування є поєднання радіаційного ризику з воєнними загрозами, що посилює відчуття безпорадності та знижує довіру до офіційних джерел інформації [3].

4. Висока тривожність послаблює здатність особистості протистояти стресовим ситуаціям, що формує замкнене коло: тривога, зниження життєстійкості, зростання тривоги [2].

У медичній літературі зазначається, що радіаційні надзвичайні ситуації (навіть потенційні) спричиняють значний психологічний стрес, який часто перевищує прямі соматичні наслідки низьких доз опромінення [1].

Воєнний стан суттєво посилює радіаційну тривожність населення, особливо в зонах спостереження АЕС. Дослідження демонструють зростання соціально-психологічної напруженості через комбінацію факторів: страх радіаційних інцидентів на тлі бойових дій, обмежений доступ до інформації, евакуаційні ризики та психологічне виснаження від тривалого стресу [3].

Отже, радіаційна тривожність є потужним психотравмуючим фактором, що суттєво впливає на психічне здоров'я особистості, особливо в умовах підвищеного ризику (поблизу АЕС) та воєнного стану. Вона призводить до хронізації тривожних станів, зниження життєстійкості, соціально-психологічної напруженості та погіршення загальної якості життя.

Для зменшення негативного впливу необхідні психопрофілактичні заходи: підвищення радіаційної грамотності населення, психологічна підтримка, розвиток життєстійкості та своєчасна психологічна допомога. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку ефективних інтервенцій для населення зон спостереження АЕС в умовах воєнного часу.

Список літератури:

1. Москаленко Ю. В., Винниченко І. О. Радіаційна медицина : навч. посіб. / за заг. ред. Ю. В. Москаленко. Суми : Сумський державний університет, 2025. 98 с.
2. Мушчєрова К. Психологічні особливості взаємозв'язку життєстійкості та тривожності. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Психологія*. 2022. №1 (15). С. 30–35.
3. Прилипко В. А., Морозова М. М., Озерова Ю. Ю., Іскра Н. І. Соціально-психологічна напруженість населення зони спостереження АЕС за воєнного стану. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2024. Вип. 29. С. 163–181.

УДК 159.9:614.876(477.54).

**ДЕПРЕСИВНІ ПОРУШЕННЯ У ЛІКВІДАТОРІВ
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ**

Ковальчук М. О., Москалюк Н. В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: mari.galana19@gmail.com

Аварія на Чорнобильській АЕС визнана однією з найбільш масштабних техногенних катастроф глобального значення. В Україні кількість осіб, чиє життя та здоров'я зазнали негативного впливу внаслідок цієї події, сягає 1 718 113. Ретельний аналіз причин детонації та практичний досвід подолання наслідків катастрофи спричинили фундаментальний перегляд протоколів експлуатації атомних станцій, що стало ключовим фактором у забезпеченні ядерної безпеки та запобіганні аналогічним інцидентам у подальшому. Сучасна російсько-українська війна формує безпрецедентні виклики у сфері ядерної безпеки. Окупація Запорізької АЕС та непередбачуваність дій агресора створюють реальну загрозу виникнення глобальної техногенної катастрофи. Це зумовлює необхідність ґрунтовного аналізу ризиків як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективах. Такий підхід є критично важливим для розробки ефективної державної політики, спрямованої на запобігання та мінімізацію потенційних катастрофічних наслідків [1]. Наявність таких ризиків актуалізує дослідження психічного здоров'я осіб, які вже мають досвід подолання радіаційних катастроф, зокрема ліквідаторів аварії на ЧАЕС.

Метою дослідження є аналіз особливостей формування та прояву депресивних порушень у ліквідаторів наслідків аварії на ЧАЕС під впливом комплексу біологічних, психологічних та соціальних чинників.

Депресивні стани у ліквідаторів можуть проявлятися у вигляді тривалого пригніченого настрою, втрати інтересу до повсякденної діяльності, зниження мотивації, втомлюваності, порушень сну та апетиту. Крім того, характерним є зниження здатності до концентрації уваги та пам'яті, часті емоційні спалахи, дратівливість, відчуття безпорадності та внутрішньої

напруженості. Такі прояви часто супроводжуються підвищеною тривожністю і постійним психоемоційним навантаженням [3].

Встановлено, що депресивні стани у ліквідаторів формуються під впливом поєднання біологічних, психологічних і соціальних чинників. Біологічні чинники включають прямий вплив іонізуючого випромінювання на нервову систему, що може призводити до зміни нейрохімічного балансу, порушень функціонування головного мозку та збільшення ризику розвитку психічних розладів. Психологічні чинники пов'язані з тривалим перебуванням у стресових умовах, ризиком для життя, високою відповідальністю та психологічним напруженням під час ліквідації аварії. Соціальні чинники включають зміну умов праці, погіршення стану здоров'я, труднощі адаптації до нормального життя після аварії та обмежену соціальну підтримку [3].

Особливої уваги потребує факт посттравматичного впливу депресії, який може проявлятися через багато років після аварії. Наукові дослідження свідчать, що депресивні розлади у ліквідаторів пов'язані не лише з індивідуальною реакцією на стрес, а й із системними змінами психоемоційного стану. У багатьох випадках депресивні стани поєднуються з когнітивними порушеннями, емоційною лабільністю, зниженням самооцінки та соціальною ізоляцією, що ускладнює адаптацію та знижує якість життя [2].

Дослідження показують, що такі психоемоційні порушення мають тривалий характер і потребують постійного медико-психологічного супроводу. Фахівці рекомендують проведення комплексних програм психологічної підтримки, соціальної адаптації та реабілітації, які можуть включати психотерапію, групи підтримки, консультації психологів і медичний нагляд. Своєчасне виявлення депресивних станів та їх лікування є важливим заходом для запобігання хронізації розладів і розвитку серйозніших психічних патологій [1; 2].

Таким чином, депресивні порушення є однією з найпоширеніших форм психічних розладів серед учасників ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи. Вони формуються під впливом радіаційного навантаження, психоемоційного стресу та соціальних факторів. Необхідність систематичного медико-психологічного нагляду, своєчасної

діагностики та комплексної реабілітації визначає пріоритети подальших досліджень у цій сфері та практичної допомоги постраждалим ліквідаторам.

Список літератури:

1. Логановський К. М. До висновків Чорнобильського форуму щодо нейропсихіатричних наслідків катастрофи. *Health-ua*. 2016. № 3. С. 20–23.

2. Логановський К. М. Нейропсихіатричні наслідки Чорнобильської катастрофи. *Український медичний часопис*. 2015. № 2. С. 34–39.

3. Соціально-психологічні особливості добровольців-учасників ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи. *Проблеми сучасної психології*. 2018. Вип. 39. С. 215–224.

УДК 581.526.323(282.247.32+477-25)

**ТАКСОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА
МІКРОФІТОБЕНТОСУ ПЕЛАГІАЛІ КИЇВСЬКОГО
ВОДОСХОВИЩА ПОБЛИЗУ С. СТРАХОЛІСНЯ (УКРАЇНА)**

Козійчук Е. Ш., Давидов О. А., Железняк Н. І.

Інститут гідробіології Національної академії наук України

E-mail: elina.koziychuk@gmail.com

Таксономічне різноманіття мікрофітобентосу пелагіалі Київського водосховища вперше за останні чотири десятиліття було досліджено та узагальнено у роботі [1, с. 180]. Разом з тим, заслуговує на увагу представлення більш детального аналізу його таксономічного різноманіття у пелагіалі Київського водосховища поблизу с. Страхолісся неподалік від зони відчуження Чорнобильської АЕС.

Мета роботи – охарактеризувати таксономічне різноманіття мікрофітобентосу пелагіалі Київського водосховища поблизу с. Страхолісся.

Матеріалом слугували результати досліджень мікрофітобентосу пелагіалі Київського водосховища у липні 2021 р. на станції поблизу с. Страхолісся (N 51°03'58,39" E 30°22'47,91"). Проби відбирали на глибині 4,5–6,0 м мікробентометром МБ-ТЄ. Відбір та камеральну обробку проб проводили за загальноприйнятою методикою [2, с. 28].

Таксономічне різноманіття мікрофітобентосу пелагіалі було представлено 77 видами (78 внутрішньовидовими таксонами (ввт) включно з номенклатурним типом виду) з 5 відділів [3, с. 26], які належали до 45 родів, 31 родини, 23 порядків та 8 класів.

За проведеним аналізом, на рівні відділів переважали Bacillariophyta – 60 ввт (77%). На рівні класів найрізноманітніше були представлені Bacillariophyceae – 55 ввт (68%) та Chlorophyceae – 10 ввт (13%); на рівні порядків – Cymbellales – 11 ввт (14%), Fragilariales та Naviculales – по 9 ввт (12%) відповідно; на рівні родів – *Nitzschia* – 7 ввт (9%), *Navicula* та *Epithemia* – по 5 ввт (6%) відповідно. Флористичне ядро мікрофітобентосу було сформоване 10 родинами, серед яких найвищі рангові місця посідали Bacillariophyceae, Naviculaceae, Rhopalodiaceae та Fragilariaceae; серед провідних родів – *Nitzschia*, *Navicula* та *Epithemia*.

Таким чином, наведені оригінальні дані, отримані в пелагіалі Київського водосховища поблизу с. Страхолісся, вказують на високе таксономічне різноманіття мікрофітобентосу на різних рівнях систематичної ієрархії (від відділу до роду), що свідчить про його важливе значення у формуванні біорізноманіття екосистеми.

Список літератури:

1. Давидов О. А., Щербак В. І., Семенюк Н. Є., Козійчук Е.Ш. Структура мікрофітобентосу пелагіалі та літоралі Київського водосховища. *Альгологія*. 2025. Т. 35, № 3. С. 173–193.
2. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / за ред. В. Д. Романенка. Київ: ЛОГОС, 2006. 408 с.
3. Davydov O. A., Koziyshuk E. Sh. Peculiarities of the formation of benthic algae communities in the Kyiv reservoir (Ukraine). *Hydrobiol. J.* 2024. Vol. 60, N 6. P. 22–32.

УДК: 582.475:504.5:621.311.25(477.41)

**ВПЛИВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ НА ХВОЙНІ
ЛІСИ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ УКРАЇНИ**

Колісник М. В., Мацюк О. Б.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: kolisnikmaria04@gmail.com

Чорнобильська зона відчуження є багатокомпонентною і довготривалою. Найбільш чутливими до дії іонізуючого випромінювання виявилися соснові насадження (*Pinus sylvestris*), які домінують у регіоні. У перші роки після аварії високі дози радіації спричинили масове відмирання дерев, формування деградованих ділянок лісу, відомих як «рудий ліс», порушення ростових процесів і значне зниження продуктивності деревостанів [1, 3].

Сучасні дослідження (2021–2024 рр.) показують, що навіть за умов зниження рівня радіаційного фону зберігається хронічний вплив малих доз. Встановлено зменшення приросту деревини, пригнічення фотосинтетичної активності, порушення водного та мінерального обміну. Морфологічно це проявляється у деформаціях пагонів, зміні структури хвої та зменшенні площі асиміляційних поверхон [1, 3].

Радіонукліди, зокрема цезій-137 і стронцій-90, продовжують циркулювати в лісових екосистемах, включаючись у кругообіг речовин «грунт–рослина». Вони накопичуються у підстилці, кореневій системі, деревині та хвої, що негативно впливає на продуктивність лісів і якість деревної біомаси. Основну роль у перерозподілі радіонуклідів відіграють лісові пожежі, які можуть спричиняти вторинне забруднення територій та перенесення радіонуклідів у сусідні ділянки [2, 4].

Важливим аспектом є вплив радіації на структуру екологічних угруповань. Встановлено зменшення щільності деревостанів, зміну видового складу хвойних порід та часткову редукцію біорізноманіття. Однак за відсутності інтенсивного антропогенного впливу відбуваються процеси природної сукцесії, формуються нові біоценози, спостерігається поступове відновлення покриву мохів, чагарників та підліску, що сприяє

стабілізації екосистем [3, 4].

Міжнародні дослідження підтверджують, що постійне опромінення навіть малими дозами змінює фізіологічні і морфологічні параметри хвойних дерев, впливає на їх продуктивність та життєздатність, а також на біогеохімічні цикли в екосистемах. Водночас часткове відновлення і адаптаційні зміни демонструють здатність лісових угруповань до стабілізації і саморегуляції, що важливо для оцінки довгострокових наслідків радіаційного забруднення [3, 4].

Таким чином, сучасний стан хвойних лісів у зоні відчуження є результатом поєднання деградаційних процесів, спричинених радіаційним впливом, і природних відновлювальних змін. Радіаційний фактор залишається визначальним для їх структури, продуктивності та екологічної стабільності, що потребує подальшого моніторингу та досліджень для оцінки довгострокових наслідків катастрофи [1].

Список літератури:

1. Зарубіна Н. Є. Циркуляція ^{137}Cs у лісових екосистемах на території Чорнобильської зони відчуження. *Доповіді НАН України*. Серія: Фізико-математичні науки. 2020.

2. Стан лісових екосистем у Чорнобильській зоні відчуження: звіт за 2023 рік / Державне агентство України з управління зоною відчуження. Київ, 2023.

3. Holiaka D., Levchuk S. E., Kashparov V. A., Yoschenko V., Hurtevent P., Coppin F., Beasley J. C. ^{90}Sr and ^{137}Cs distribution in Chornobyl forests: 30 years after the nuclear accident. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2025. Vol. 282. Art. 107616. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0265931X25000037>

4. Mousseau T. A. The Biology of Chernobyl. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2021. Vol. 52. P. 87–109. URL: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-eolsys-110218-024827>

УДК 574.34:539.16

**МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ ФЛОРИ ТА ФАУНИ ЗОНИ
ВІДЧУЖЕННЯ ДО ТРИВАЛОГО РАДІАЦІЙНОГО ВПЛИВУ**

Корзун Н. М.

Комунальний заклад «Бугаївський ліцей Куньєвської сільської
ради Ізюмського району Харківської області»

E-mail: natali1986korzun1012@gmail.com

Чорнобильська ядерна катастрофа 26 квітня 1986 року призвела до масштабного радіоактивного забруднення значної території та утворення Зони відчуження площею близько 2600 км². За 40 років існування цієї зони вона перетворилась на унікальний природний полігон для вивчення довгострокових наслідків хронічного іонізуючого опромінення на живі організми. Незважаючи на збереження підвищеного радіаційного фону, флора та фауна регіону демонструють здатність до виживання та відновлення популяцій, що свідчить про формування різноманітних механізмів адаптації [1, с. 12].

На молекулярно-генетичному рівні у рослин та тварин Зони відчуження зафіксовано підвищену активність антиоксидантних ферментних систем – супероксиддисмутази, каталази та пероксидази. Ці ферменти забезпечують нейтралізацію активних форм кисню, що утворюються під дією іонізуючого випромінювання, та мінімізують окислювальний стрес клітин [2, с. 47]. Поряд з цим спостерігається активізація систем репарації ДНК: підвищена експресія генів, відповідальних за виправлення радіаційно-індукованих розривів ланцюгів ДНК, виявлена у мишей-апо де Гна (*Apodemus flavicollis*) та рудих полівок (*Myodes glareolus*), що мешкають у найбільш забруднених районах [3, с. 89].

На популяційному рівні відзначається природний добір особин із підвищеною радіорезистентністю. Дослідження показали, що в популяціях рослин – сосни звичайної (*Pinus sylvestris*) та берези повислої (*Betula pendula*) – переважають генотипи з ефективнішими механізмами детоксикації радіонуклідів. Зокрема, у сосни виявлено збільшення частоти алелів, що кодують металогіонеїни – білки, здатні зв'язувати важкі метали та радіонукліди і тим самим знижувати їх

біологічну доступність [4, с. 103]. Рослини також демонструють зміни у фізіології фотосинтезу: адаптивне зниження вмісту хлорофілу та реструктуризація фотосинтетичного апарату дозволяють підтримувати достатній рівень первинної продуктивності за умов хронічного опромінення.

Серед тварин особливої уваги заслуговують поведінкові адаптації. Птахи, що гніздяться в Зоні відчуження, зокрема шпак звичайний (*Sturnus vulgaris*) та велика синиця (*Parus major*), демонструють активніше використання антиоксидантних речовин рослинного походження при будівництві гнізд. Включення до гніздового матеріалу рослин, багатих на каротиноїди та поліфеноли, розглядається як поведінковий механізм, спрямований на зниження окислювального навантаження на яйця та пташенят [5, с. 61]. Земноводні та плазуни, натомість, виявляють морфологічні зміни – потовщення клітинних мембран та зростання вмісту меланіну, який є природним радіопротектором.

Таким чином, екосистема Зони відчуження є унікальним прикладом прискореної еволюції під дією антропогенного екологічного стресу. Комплексне вивчення адаптаційних механізмів організмів, що мешкають у забруднених районах, не лише поглиблює розуміння радіобіологічних процесів, але й відкриває перспективи для розробки нових підходів до підвищення радіорезистентності та радіозахисту живих систем, що набуває особливої актуальності в умовах сучасних збройних конфліктів із загрозою ядерних інцидентів.

Список літератури:

1. Гудков І.М. Радіоекологія Чорнобильської зони відчуження. Київ: Фітосоціоцентр, 2006. 170 с.
2. Гончаренко Г.Г., Бурик І.П. Молекулярно-генетичні механізми адаптації рослин до іонізуючого опромінення. *Генетика і селекція*. 2015. Т. 49, № 3. С. 44–52.
3. Мусієнко М.М., Паршикова Т.В. Фізіологія рослин. Київ: Либідь, 2006. 416 с.
4. Moller A.P., Mousseau T.A. Biological consequences of Chernobyl: 20 years on. *Trends in Ecology & Evolution*. 2006. Vol. 21, № 4. P. 200–207.

5. Шевченко В.О. Адаптаційні реакції птахів в умовах радіоактивного забруднення Чорнобильської зони. *Вісник зоології*. 2018. Т. 52, № 1. С. 57–66.

УДК 504.5:581.1:577.4:634.723

**НАКОПИЧЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ (^{137}Cs , ^{90}Sr) ТА
АДАПТАЦІЙНІ РЕАКЦІЇ КАВУНА ЗВИЧАЙНОГО
(*CITRULLUS LANATUS L.*) В УМОВАХ ІОНІЗУЮЧОГО
ОПРОМІНЕННЯ**

Кравець М. Я., Грицак Л. Р.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: kravets@chem-bio.com.ua

Радіоактивне забруднення агроєкосистем є довготривалою екологічною проблемою, особливо в регіонах, що зазнали впливу аварії на ЧАЕС. Найбільш екологічно значущими є радіонукліди ^{137}Cs і ^{90}Sr , які характеризуються високою рухливістю в ґрунтових системах та здатністю включатися в біологічні цикли [2, с. 52].

У зв'язку з цим актуальним є дослідження особливостей акумуляції радіонуклідів агрокультурами, зокрема кавуном звичайним (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai), який є важливою продовольчою культурою. Надходження радіонуклідів у плоди рослин відбувається трьома основними шляхами, інтенсивність яких залежить від стадії розвитку рослин, видових особливостей та умов забруднення. Рівень їх поглинання та міграція в тканинах безпосередньо залежать від площі й фізіологічного стану листової пластинки. Поряд із агротехнічними заходами та природною дефоліацією, що сприяють механічному самоочищенню рослин від радіонуклідів, вагому роль у їх накопиченні в плодах відіграють клімато-метеорологічні чинники [4, с. 899].

Інтенсивність акумуляції радіонуклідів рослинами також залежить від вмісту гумусу, рН та обмінних катіонів у ґрунті [2, с. 54].

^{137}Cs за своїми хімічними властивостями подібний до калію, тому рослини родини гарбузових активно «плутають» його з необхідним макроелементом і транспортують у плоди. ^{90}Sr

заміщує кальцій, накопичуючись переважно в шкірці кавунів та гарбузів, а також у вегетативних органах (стеблах та листі). У кавуна звичайного спостерігається органозалежний розподіл радіонуклідів: найбільші концентрації характерні для кореневої системи та листків, тоді як плоди акумулюють їх у значно менших кількостях, що знижує ризики для харчового використання [4, с. 900].

Іонізуюче випромінювання спричиняє низку морфологічних змін у рослин. До них належать уповільнення росту, зменшення біомаси, зниження площі листової поверхні та порушення розвитку кореневої системи. Також можливі зміни анатомічної структури листків, деформації органів та порушення генеративного розвитку, що проявляється у зменшенні кількості зав'язей і зниженні продуктивності рослин. На фізіологічному рівні дія радіації призводить до порушення фотосинтезу, дихання та водного обміну. Основним негативним фактором є утворення активних форм кисню, що викликають окиснювальний стрес. Також відбувається перебудова фотосинтетичного апарату, зміна вмісту пігментів і зниження інтенсивності фотосинтезу, що є адаптаційною реакцією на стресові умови [5].

У перші роки після аварії на ЧАЕС у *Citrullus lanatus* спостерігалися явища радіоморфозу, зокрема гігантизм і карликовість, фасціація (зрощення органів), а також порушення пігментації внаслідок змін у синтезі хлорофілу та каротиноїдів. На молекулярному рівні іонізуюче випромінювання спричиняє розриви ДНК, що призводить до зниження життєздатності та стерильності насіння.

Водночас окремі популяції гарбузових демонструють радіорезистентність, зумовлену активацією антиоксидантних систем (вітаміни С, Е, ферменти) та епігенетичними механізмами, які забезпечують функціональне «вимкнення» пошкоджених генетичних ділянок. Насіння, отримане в умовах підвищеного радіаційного фону, характеризується підвищеною стійкістю до абіотичних і біотичних стресів [3, с. 202].

Важливу роль у підвищенні стійкості рослин до радіаційного стресу відіграє арбускулярна мікориза. Мікоризні гриби покращують мінеральне живлення рослин і можуть

зменшувати доступність радіонуклідів у ризосфері. Вони частково іммобілізують ^{137}Cs і ^{90}Sr , обмежуючи їхнє транспортування до надземних органів, що сприяє зниженню рівня забруднення продукції. Крім того, мікориза стимулює антиоксидантну систему рослин, підвищуючи загальну стійкість рослин до абіотичних стресів.

Незважаючи на заборону використання продукції зони відчуження для споживання, гарбузові розглядаються як перспективні об'єкти для фіторе mediaції завдяки їхній здатності акумулювати радіонукліди. Дослідження механізмів радіостійкості також має прикладне значення для селекції культур, придатних до вирощування в умовах підвищеного радіаційного навантаження [1, с. 43].

Отже, радіоактивне забруднення агроecosистем нуклідами мінімізується природними бар'єрами *Citrullus lanatus*, за яких основна концентрація речовин накопичується в коренях, а найменша – у плодах. Попри радіаційний стрес і морфологічні зміни, рослини демонструють адаптацію через активацію антиоксидантних систем та симбіоз із мікоризою, що блокує транслокацію нуклідів у надземні органи. Висока здатність гарбузових до акумуляції біомаси робить їх перспективними для фіторе mediaції ґрунтів, а вивчені механізми стійкості відкривають нові можливості для селекції культур для екстремальних умов.

Список літератури:

1. Гуша Н. І., Дмитрієв А. П., Гарнага Н. Г. Вплив радіонуклідного забруднення на стійкість рослин до грибних хвороб. Проблеми прикладної радіобіології рослин : матеріали Всесоюзної конференції з прикладної радіобіології рослин. Чернігів. 1990. С. 43.

2. Дідух М. І. Особливості радіоактивного забруднення агроecosистем Полісся України у віддалений період після аварії на ЧАЕС. *Агроecологічний журнал*. 2016. № 1. С. 51–59. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2016_1_10

3. Ahuja S., Kumar M., Kumar P. et al. Metabolic and biochemical changes caused by gamma irradiation in plants. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 2014. Vol. 300. P. 199–212. DOI: 10.1007/s10967-014-2969-5.

4. Paul Ernest F., Hortense noëlle M., Godswill N. N. et al. Radiosensitivity of two varieties of watermelon (*Citrullus lanatus*) to different doses of gamma irradiation. *Brazilian Journal of Botany*. 2020. Vol. 43. P. 897–905. DOI: 10.1007/s40415-020-00659-8.

5. Yankauskas A., Larionova N., Shatrov A., Toporova A. The Effect of Radionuclide and Chemical Contamination on Morphological and Anatomical Parameters of Plants. *Plants*. 2024. Vol. 13. № 20. DOI: 10.3390/plants13202860.

УДК 504.06:613

ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ В УМОВАХ ЕКОЛОГІЧНИХ КРИЗ: УРОКИ ЧОРНОБИЛЯ

Крицька Т. П.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: taniakriszka81@gmail.com

Екологічні кризи є одним із найбільш значущих чинників ризику для здоров'я людини у XX–XXI століттях. Техногенні катастрофи, пов'язані з масштабним забрудненням довкілля, мають довготривалі наслідки, що проявляються не лише у фізичному погіршенні стану здоров'я, а й у психологічних та соціальних порушеннях. Особливе місце серед таких подій посідає Чорнобильська катастрофа, яка стала глобальним викликом для системи охорони здоров'я та екологічної безпеки [1, с. 45].

Наслідки Чорнобильської аварії продемонстрували тісний взаємозв'язок між станом довкілля та здоров'ям населення. Радіаційне забруднення спричинило зростання онкологічних, ендокринних та імунних захворювань, особливо серед дітей і підлітків, організм яких є найбільш чутливим до дії іонізуючого випромінювання [2, с. 112]. Водночас значна частина негативних ефектів мала відкладений характер, що ускладнило їх своєчасну діагностику та профілактику.

Окрім медичних наслідків, екологічна криза зумовила серйозні психологічні проблеми, зокрема підвищений рівень тривожності, хронічний стрес та соціальну дезадаптацію

населення. Досвід Чорнобиля показав, що недостатня інформованість і недовіра до офіційних джерел інформації посилюють негативний вплив екологічних загроз на психічне здоров'я людини [3, с. 78].

Важливим уроком Чорнобильської катастрофи є усвідомлення необхідності формування здоров'язбережувальної поведінки населення, що ґрунтується на знаннях про екологічні ризики та навичках безпечної поведінки в умовах надзвичайних ситуацій. У цьому контексті особливого значення набуває система освіти, зокрема шкільний курс «Основи здоров'я», який забезпечує формування відповідального ставлення до власного здоров'я та довкілля [4, с. 36].

Інтеграція тематики екологічних криз і наслідків Чорнобиля в освітній процес сприяє розвитку екологічної свідомості учнів, формуванню критичного мислення та готовності до дій у разі виникнення екологічних загроз. Таким чином, досвід Чорнобиля є важливим джерелом знань для збереження здоров'я людини в умовах сучасних екологічних викликів.

Список літератури:

1. Вітковський В. М. Радіоекологія. Київ : Либідь, 2012. 256 с.
2. Whicker F. W., Schultz V. Radioecology: Nuclear Energy and the Environment. Boca Raton : CRC Press, 1982. 320 p.
3. IAEA. Radiological Protection of the Public and the Environment. Vienna, 2015. 174 p.
4. Юрченко О. С. Екологічні кризи та їх вплив на здоров'я населення. *Екологія і здоров'я*. 2019. № 2. С. 34–39.

УДК: 582.546.42.044.332(282.247.322)

АДАПТАЦІЯ ОЧЕРЕТУ ЗВИЧАЙНОГО (PHRAGMITES AUSTRALIS) ДО ХРОНІЧНОГО ВПЛИВУ ^{90}Sr У ЗАПЛАВАХ ПРИП'ЯТІ

Кучер О. І., Мацюк О. Б.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: sasakuchcher807@gmail.com

Заплавні водойми річки Прип'ять у зоні відчуження Чорнобильської АЕС на сьогодні залишаються унікальною природною лабораторією для дослідження довготривалого впливу радіаційного забруднення на водні екосистеми. Сучасні спостереження свідчать, що незважаючи на катастрофічні наслідки аварії 1986 року, на цих територіях зберігається відносно стабільна структура рослинних угруповань, де домінуючу роль відіграє очерет звичайний (*Phragmites australis*). Цей вид формує основу макрофітного покриву заплавних водойм, забезпечуючи підтримання екологічної рівноваги гідроекосистем та виконуючи функцію потужного біофільтра в умовах тривалого радіаційного стресу. Одним із ключових факторів, що визначає розвиток цієї рослини в межах зони відчуження, є хронічне радіаційне навантаження, зумовлене високою питомою активністю техногенного радіонукліда ^{90}Sr у донних відкладах та водній фазі [3].

Процес накопичення стронцію очеретом звичайним має специфічний характер, зумовлений його високою хімічною спорідненістю із Кальцієм (Ca). Через схожість іонних радіусів цих елементів, коренева система рослини не розрізняє їх при поглинанні, внаслідок чого ^{90}Sr безперешкодно проникає через плазматичні мембрани та включається в мінеральний обмін. Радіонуклід активно вбудовується в целюлозно-лігніновий матрикс клітинних стінок макрофітів, де заміщує кальцій у пектинових структурах. Хоча основна частина накопиченої активності традиційно зосереджується у кореневищах, що контактують із забрудненим субстратом, у *Phragmites australis* спостерігається інтенсивна акропетальна міграція ізотопу- тобто його активний рух по судинах рослини знизу вгору. По ксилемних судинах радіостронцій транспортується у надземні

органи – стебла та листя, де він депонується в тканинах із високою інтенсивністю випаровування. Такий розподіл створює умови для постійного внутрішнього бета-опромінення клітинних структур енергійними частинками, що вивільняються при розпаді ^{90}Sr та його дочірнього ізотопу ^{90}Y . Цей перманентний радіаційний тиск діє як постійне «бомбардування» клітин зсередини. Він розбиває молекули води в тканинах рослини, створюючи агресивні хімічні сполуки (активні форми кисню), які атакують клітину. Це запускає ланцюгову реакцію пошкоджень – оксидативний стрес, який виснажує організм очерету протягом усього періоду росту [1].

Наслідки оксидативного стресу особливо виразно проявляються на ранніх етапах онтогенезу *Phragmites australis*, коли інтенсивний поділ клітин робить організм надзвичайно чутливим до зовнішніх чинників. Хронічне опромінення провокує ланцюгову реакцію перекисного окиснення ліпідів біомембран, що призводить до деструкції клітинних оболонок та порушення їх вибіркової проникності. Це спричиняє «витікання» поживних речовин та дезорганізацію метаболізму ще на стадії формування зародка. Такі внутрішні пошкодження неминуче відбиваються на морфологічних характеристиках насіння: спостерігається зменшення його маси, зміна структури насінневої оболонки та зниження енергії проростання. Внаслідок деградації хлоропластів та порушення енергетичного обміну спостерігається суттєве пригнічення росту проростків, які часто виявляються нездатними до успішного вкорінення. Виявлені порушення у насінневому потомстві свідчать про глибокий, часто незворотний вплив радіації на репродуктивний потенціал виду. Накопичення дрібних мутацій та цитогенетичних аномалій у меристематичних тканинах створює ефект «генетичного вантажу», що в довготривалій перспективі може призвести до зниження адаптивної здатності всієї популяції та зміни її генетичної структури під постійним тиском Чорнобильського середовища [2].

Таким чином, очерет звичайний демонструє виняткову радіоекологічну пластичність до хронічного впливу ^{90}Sr у заплавах Прип'яті. Його адаптивний потенціал реалізується через поєднання специфічних механізмів акропетального розподілу

радіонуклідів (руху знизу вгору), активацію ферментативної антиоксидантної системи та підтримання високої популяційної стійкості за рахунок інтенсивного вегетативного росту. Отримані результати свідчать про те, що тривала селекція в умовах радіаційного фону сприяє закріпленню ознак радіорезистентності, що дозволяє виду не лише виживати, а й ефективно виконувати роль стабілізатора гідроекосистем. Подальші дослідження цих процесів є фундаментальними для оцінювання механізмів резистентності живих систем у глобальному масштабі та розуміння механізмів еволюції рослин в умовах постійного техногенного стресу, що має критичне значення для розробки стратегій відновлення територій, постраждалих від ядерних катастроф.

Список літератури:

1. Accumulation and distribution of radionuclides in higher aquatic plants during the vegetation period / Ch. D. Ganzha та ін. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2020. Vol. 222. Art. 106361. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2020.106361>.
2. Disorders of the initial ontogenesis of seed progeny of the common reed (*Phragmites australis*) from water bodies within the Chernobyl Exclusion Zone / A. A. Iavniuk та ін. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2020. Vol. 218. Art. 106249. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2020.106249>.
3. Zub L. M., Prokopuk M. S., Gudkov D. I. Long-Term Observations over the Structure of Macrophyte Communities in Floodplain Water Bodies of the Chernobyl Exclusion Zone. *Hydrobiological Journal*. 2023. Vol. 59, № 2. P. 34–48. DOI: <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v59.i2.40>.

УДК: 502.175:628.4.047]:582.475

РАДІОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ НАКОПИЧЕННЯ

¹³⁷Cs у соснових фітоценозах «РУДОГО ЛІСУ»

Кучер А. І., Мацюк О. Б.

Тернопільський національний педагогічний університет

імені Володимира Гнатюка

E-mail: anastasiakucher70k02@gmail.com

Чорнобильська катастрофа, що сталася 26 квітня 1986 року, залишається наймасштабнішою техногенною аварією в історії людства, що спричинила глобальний перерозподіл радіонуклідів у біосфері. Серед найбільш постраждалих територій особливе місце займає «Рудий ліс» – ділянка площею близько 10 км², що прилягає безпосередньо до промайданчика ЧАЕС. Внаслідок поглинання надвисоких доз іонізуючого випромінювання у перші дні після аварії соснові насадження на цій території загинули, що призвело до радикальної зміни структури та функціонування місцевих екосистем. Сьогодні, через чотири десятиліття, «Рудий ліс» перетворився на унікальний природний полігон для вивчення довготривалої поведінки техногенних ізотопів, зокрема Цезію-137 у системі «грунт–рослина». Дослідження динаміки накопичення радіонуклідів у лісових фітоценозах є критично важливим не лише для розуміння процесів самовідновлення природи, а й для прогнозування потенційних екологічних загроз, пов'язаних із вторинною міграцією радіації за межі Зони відчуження. Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) виступає ключовим об'єктом радіоекологічного моніторингу, оскільки її роль як основного біоіндикатора зумовлена специфікою фізіологічного обміну речовин. ¹³⁷Cs, будучи хімічним аналогом життєво важливого елемента калію (K), активно втягується кореневою системою в загальний цикл метаболізму дерева. Процес поглинання та перерозподілу нукліда не є статичним: сучасні дані вказують на існування чіткої сезонної циклічності циркуляції ¹³⁷Cs у тканинах рослин [4]. У весняно-літній період, під час активного ксилемного потоку, основна частина активності концентрується в найбільш фізіологічно активних органах – молодій хвої та пагонах першого року. Натомість у зимовий період, зі сповільненням вегетації, спостерігається частковий

відтік нуклідів у провідні тканини стовбура. Така динаміка свідчить про те, що лісові насадження є динамічними акумуляторами, які постійно перерозподіляють ізотопи всередині своєї біомаси залежно від фізіологічного стану.

Аналіз просторового розподілу ^{137}Cs у структурі деревних стовбурів виявив складну систему забруднення. Розподіл радіації по висоті дерева має чітку закономірність: чим вище по стовбуру, тим більшою стає концентрація радіонуклідів. Тобто найменше цезію міститься в нижній частині (біля пня), а найбільше – ближче до верхівки [2]. У радіальному розрізі максимальні рівні вмісту ^{137}Cs фіксуються в зовнішній корі та заболоні, що безпосередньо беруть участь у транспортуванні поживних речовин. Це підтверджує активну участь цезію в метаболічних процесах навіть через три десятиліття після аварії. Важливо зазначити, що у сосново-березових фітоценозах Північної України сосна демонструє значно вищі рівні акумуляції порівняно з листяними породами, що робить її домінуючою ланкою у формуванні дозового навантаження на лісову екосистему [1]. Різні яруси фітоценозу – від мохового покриву до верхнього намету лісу утримують радіонукліди з різною інтенсивністю, створюючи багат шаровий біологічний екран. Попри здатність лісів виконувати роль «біологічного фільтра», що утримує нукліди в біомасі та верхніх органічних шарах ґрунту, цей бар'єр є надзвичайно вразливим до пожеж, які є типовими для «Рудого лісу». Під час горіння відбувається швидка мінералізація органічної речовини, в результаті чого накопичений за десятиліття ^{137}Cs переходить у попел. Питома активність нуклідів у попелі може бути у сотні разів вищою, ніж у вихідній деревині [3]. Це призводить до виникнення радіоактивних аерозолів, що розносяться на значні відстані, а також до інтенсивного вимивання радіоцезію в ґрунтові води. Останні дані свідчать, що масштабні пожежі провокують зростання вмісту радіонуклідів у підземних водах через їхнє швидке проникнення крізь пошкоджений пожежею ґрунтовий покрив [3].

Підсумовуючи результати радіоекологічного моніторингу, можна стверджувати, що ситуація в соснових фітоценозах «Рудого лісу» залишається стабільно напруженою. Хоча загальна

активність ^{137}Cs знижується за рахунок природного розпаду, його біологічна доступність у лісових екосистемах залишається високою.

Список літератури:

1. Accumulation of ^{137}Cs and ^{90}Sr radionuclides by dominants and co-dominants of birch-pine forest communities in northern Ukraine / O. Lukash та ін. iForest - Biogeosciences and Forestry. 2024. Vol. 17, №. 6. P. 386–393. DOI: <https://doi.org/10.3832/for4577-017>.
2. ^{90}Sr and ^{137}Cs distribution in Chornobyl forests: 30 years after the nuclear accident / D. Holiaka та ін. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2025. Vol. 272. Art. 107616. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2025.107616>.
3. Regarding the possible impact of forest fires on the radioactive pollution of groundwater in the Chornobyl Exclusion Zone / M. Panasiuk та ін. *Scientific Reports*. 2025. Vol. 15. Art. 13910. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-99095-5>.
4. Zarubina N. Circulation of ^{137}Cs in Various Forest Plants in the Chornobyl Exclusion Zone during the Year. *Ecologies*. 2023. Vol. 4, №. 2. P. 310–324. DOI: <https://doi.org/10.3390/ecologies4020020>

УДК 581.1:575:539.16

**ЕПІГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ РОСЛИН ДО
ХРОНІЧНОГО РАДІАЦІЙНОГО ВПЛИВУ**

Лесишин А. А., Янцо В. В.

Ужгородський національний університет

Email: lesyshyn.andrii@student.uzhnu.edu.ua;
yantso.vlasta@student.uzhnu.edu.ua

Іонізуюче випромінювання спричиняє геномні ушкодження, оксидативний стрес і метаболічні порушення у рослин. Їх адаптація відбувається через епігенетичні механізми, які регулюють експресію генів без зміни ДНК і забезпечують фенотипічну пластичність [1, 5]. Хронічний радіаційний стрес індукує метилювання ДНК, модифікації гістонів і дію малих РНК, що формують епігенетичну пам'ять [1, 2]. На відміну від гострого впливу, він спричиняє стабільні зміни епігеному, які можуть передаватися поколінням. Метилювання цитозину є

ключовим механізмом: радіація часто викликає гіперметилування, що стабілізує геном [1], тоді як локальне деметилування пов'язане з репарацією. Вищий рівень метилування асоціюється зі зниженням радіочутливості [4]. Модифікації гістонів і малі РНК регулюють доступність генів і їх експресію, беручи участь у формуванні стресової пам'яті [1–3, 5]. Епігенетичні зміни можуть успадковуватися, забезпечуючи адаптацію потомства. Гостре опромінення викликає короточасні зміни, тоді як хронічне сприяє накопиченню стабільних епігенетичних перебудов. Для їх аналізу застосовують MSAP, бісульфітне секвенування, ChIP і RNA-Seq [1]. Отже, епігенетичні механізми є ключовим фактором адаптації рослин до радіаційного стресу, а хронічне опромінення формує стабільні та спадкові зміни епігеному [1, 3].

Список літератури:

1. Ashapkin V. V., Kutueva L. I., Aleksandrushkina N. I., Vanyushin B. F. Epigenetic mechanisms of plant adaptation to biotic and abiotic stresses. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020. Vol. 21, №20. P. 7457. doi: <https://doi.org/10.3390/IJMS21207457>
2. Bashir H., Samanhudi, Parjanto, Setyawati A. Decoding the mechanisms of plant epigenetic adaptations to stress. *Reviews in Agricultural Science*. 2025. Vol. 13, № 2. P. 1–19. doi: https://doi.org/10.7831/RAS.13.2_1
3. Kinoshita T., Seki M. Epigenetic memory for stress response and adaptation in plants. *Plant and Cell Physiology*. 2014. Vol. 55, № 11. P. 1859–1863. doi: <https://doi.org/10.1093/pcp/pcu125>
4. Kravets A. P., Sokolova D. A. Epigenetic factors of individual radiosensitivity and adaptive capacity. *International Journal of Radiation Biology*. 2020. Vol. 96, № 8. P. 999–1007. doi: <https://doi.org/10.1080/09553002.2020.1767819>
5. Sahu P. P., Pandey G., Sharma N., Puranik S., Muthamilarasan M., Prasad M. Epigenetic mechanisms of plant stress responses and adaptation. *Plant Cell Reports*. 2013. Vol. 32, № 8. P. 1151–1159. doi: <https://doi.org/10.1007/S00299-013-1462-X>

УДК 37.09:504

**ПАРАДИГМА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ У ЗМІСТІ
БАЗОВОЇ ОСВІТИ: ВІД РЕТРОСПЕКТИВИ ЧОРНОБИЛЯ
ДО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОПТИМІЗМУ**

Лось А. С., Бليщак С. І., Жирська Г. Я.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: anja.los2018@gmail.com, blisaksvitlana3@gmail.com,
gyrska@chem-bio.com.ua

Аварія на Чорнобильській атомній електростанції у 1986 році стала точкою відліку для формування поняття «екологічної безпеки» як травматичного досвіду у свідомості українців. У змісті екологічної освіти цей період тривалий час домінував як «парадигма страху та заборони». Основним завданням школи було вивчення наслідків радіоактивного забруднення та формування навичок виживання в антропогенно зміненому середовищі. Екологізація суспільної свідомості та формування екологічної грамотності базувалося на принципі «не нашкодити ще більше». Сьогодні екологічна освіта потребує нового підходу, який поєднує трагічний історичний досвід України з візією майбутнього, де технології стають не загрозою, а інструментом порятунку довкілля.

Впровадження оновленої парадигми екологічної безпеки в базовій освіті закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО) базується на положеннях Державного стандарту базової середньої освіти (2020), який визначає природничу освітню галузь як ключову для формування екологічної грамотності. Стандарт вимагає від учня не просто знати про екологічні загрози, а «усвідомлювати роль природничих наук і технологій у сталому розвитку суспільства» [1, с. 9]. Згідно з рекомендаціями МОН України, наскрізна лінія «Екологічна безпека та сталий розвиток» інтегрується в усі навчальні предмети. Вона спрямована на формування в учнів готовності до екологічно доцільної поведінки, що є критично

важливим для переходу від «чорнобильського синдрому» до активної участі в житті громади. Концепція «Нова українська школа» (НУШ) виділяє екологічну компетентність як одну з ключових компетентностей сучасного випускника ЗЗСО, що включає громадянську відповідальність, здоров'язбереження та критичне мислення. Вона передбачає не лише розуміння екологічних проблем, а й здатність дотримуватися здорового способу життя та безпечної життєдіяльності [4, с. 16].

Трансформація екологічної освіти в умовах сучасних глобальних загроз вимагає перегляду методичних підходів до виховання здобувачів ЗЗСО. Сучасна парадигма екологічної безпеки в НУШ переходить від знань до цінностей, від описових методик навчання («що сталося») до активної діяльності на засадах екоцентризму («що я можу змінити»). Згідно з методичними засадами формування екологічної компетентності, такий підхід забезпечує перехід від пасивного засвоєння знань до формування активної життєвої позиції [5, с. 23]. Для здобувачів базової освіти (5-9 класи), які перебувають на етапі формування системного екологічного мислення, критично важливим є перехід від констатації наслідків техногенних катастроф до аналізу альтернативних моделей енергетичного розвитку тощо. Чорнобильська катастрофа у цьому контексті розглядається як фундаментальний детермінант необхідності зміни енергетичної парадигми людства.

Використання концепції безпечної енергетики як антитези до Чорнобильського досвіду сприяє подоланню «екологічного фаталізму» у підлітків. На противагу пасивному страху перед техносферою, сучасна освіта має формувати «технологічний оптимізм» [2]. Це сприятиме формуванню переконання і віри в те, що науково-технічний прогрес здатний розв'язати екологічні кризи (відновлювана енергетика, переробка відходів, біотехнології).

В контексті екологічної безпеки освітній фокус у ЗЗСО має

бути спрямований на STEM-освіту, яка є інструментом, що дозволяє реалізувати парадигму технологічного оптимізму на практиці: через робототехніку, екологічний моніторинг за допомогою датчиків та вивчення альтернативної енергетики [3]. STEM-підхід дозволяє учням не просто вивчати проблеми, а проєктувати рішення (наприклад, моделювання «розумних міст» або систем очищення води).

Технологічний оптимізм найкраще формується через власноруч створені продукти. Наприклад, цікавим для учнів може бути проєкт «Енергія майбутнього», що передбачає створення найпростішої сонячної батареї або вітрогенератора. Він сприятиме переконанню учнів, що природа – це не лише ресурс для вичерпання, а нескінченне джерело чистої енергії, доступ до якої дає наука. Під час інтерактивних вправ замість концентрування на масштабах катастроф (Чорнобиль, екоцид) варто використовувати методи дискусії та моделювання (наприклад, вправа «Проблема – Рішення – Технологія»). Під час вправи «Еко-винахідник» можна запропонувати учням не просто описати проблему забруднення довкілля пластиком чи іншими чинниками, а розробити модель пристрою для його збирання у місцевій річці чи парку. Це зміщує фокус сприйняття з безпорадності на винахідництво.

Сьогоднішня парадигма «екологічної безпеки» змушена звертатися до воєнних реалій (екоцид через війну). Проте, на відміну від Чорнобильського періоду, людство має сучасний інструментарій для моніторингу та відновлення довкілля. Виховання «еко-оптиміста» в сучасних умовах слід спрямувати на формування в учнів готовності до «зеленої відбудови» України на засадах екологічної безпеки.

Таким чином, підхід «технологічного оптимізму» в освіті, що передбачає висвітлення наукових надій на безпечну енергетику XXI століття у поєднанні з уроками Чорнобиля, забезпечує формування екологічної культури особистості, здатної

до конструктивного екологічного прогнозування. Тому головним завданням сучасної базової освіти є виховання не «спостерігача катастрофи», а «архітектора екологічної безпеки». Педагоги повинні навчити молоде покоління, що історія Чорнобиля – це не вирок технологіям, а заклик до їхньої відповідальної та етичної експлуатації. Майбутнє України і світу – у поєднанні природного багатства та високотехнологічного оптимізму.

Список літератури:

1. Державний стандарт базової середньої освіти: Постанова Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 р. № 898. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-п>.

2. Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28.02.2019 № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#n8>

3. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2024/2025 навчальному році. Лист ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» від 12.08.2024, № 21/08-1242. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/MUS39998>

4. Нова українська школа: концептуальні засади реформування середньої школи / за заг. ред. М. Грищенка. К. : МОН України, 2016. 40 с. URL: <https://library.megu.edu.ua:9443/jspui/bitstream/123456789/3554/1/2016-nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>.

5. Формування екологічної компетентності школярів: наук.-метод. Посібник / Н. А. Пустовіт, О. Л. Пруцакова, Л. Д. Руденко, О. О. Колонькова. К.: Педагогічна думка, 2008. 64 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/720267/1/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D>

**МЕДИЧНІ НАСЛІДКИ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ
АЕС ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ**

Лотоцька О. В., Данчишин М. В., Крицька Г. А., Сопель О. М.

Тернопільський національний медичний університет
імені І. Я. Горбачевського

E-mail: lototska@tdmu.edu.ua

Вплив іонізуючого випромінювання на організм людини є різноманітним за своїми проявами, однак у переважній більшості випадків має негативний характер. Низькі дози радіації можуть виступати тригером патологічних процесів, зокрема канцерогенезу та генетичних мутацій, тоді як високі дози здатні спричиняти часткову або повну загибель організму внаслідок руйнування клітин і тканин.

За оцінками, загальна кількість населення України, яке постраждало внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС у 1986 році – найбільшої техногенної катастрофи в історії людства – перевищує 3 мільйони осіб, серед яких близько 900 тисяч становлять діти та підлітки. Аналіз динаміки чисельності постраждалого дорослого населення свідчить, що з 2008 до 2021 року вона зменшилась на 24,06 %. Водночас кількість учасників ліквідації наслідків аварії скоротилась на 34,44 %, що фактично означає, що протягом останнього десятиліття помер майже кожен третій ліквідатор [1].

У перші тижні та місяці після аварії основне радіаційне навантаження було зумовлене ізотопами йоду, передусім йодом-131 із періодом напіврозпаду 8 діб. Цей радіонуклід активно накопичувався у щитоподібній залозі, викликаючи значне внутрішнє опромінення, особливо у дитячого населення. Упродовж цього періоду мешканці забруднених територій отримали до 60–80 % дози опромінення, прогнозованої на все життя. Шляхи надходження радіоактивного йоду в організм залежали від територіального розташування населення. Для жителів м. Прип'ять та осіб, евакуйованих у перші дні з 30-кілометрової зони, домінував інгаляційний шлях. Натомість для населення віддалених регіонів України провідним став аліментарний шлях через споживання забруднених продуктів

харчування. У подальшому ключовими джерелами опромінення стали довгоживучі радіонукліди, зокрема цезій-137 і стронцій-90 (період їх напіврозпаду близько 30 років), які забруднили ґрунти та харчові продукти. Цезій-137 здатний накопичуватися у м'яких тканинах організму (м'язах, серці, печінці, нирках тощо) і вважається основним фактором тривалого радіаційного впливу, формуючи до 90 % сумарної додаткової дози опромінення впродовж наступних десятиліть. Стронцій-90 «любить» кісткову тканину та зуби. Потрапивши всередину, він заміщує кальцій у кістках і залишається там на десятиліття, практично не виводячись природним шляхом. Він стає джерелом постійного внутрішнього опромінення кісткового мозку і самої кістки, що може призвести до лейкозу та остеосаркоми [2].

Особливу небезпеку становить радіоактивний йод через його вибіркове накопичення у щитоподібній залозі. У зв'язку з цим серед віддалених наслідків опромінення прогнозувалося зростання частоти гіпотиреозу, аутоімунних тиреоїдитів, а також доброякісних і злоякісних новоутворень. Уже в 1990 році, через чотири роки після аварії, в Україні вперше було зафіксовано зростання захворюваності на рак щитоподібної залози. Особливо виражене підвищення відзначалося серед дітей та підлітків. У період 1986–2001 рр. було прооперовано 2371 особу, які на момент аварії були у віці до 18 років, з них 1639 – діти та 697 – підлітки. Понад 90 % випадків тиреоїдних карцином у цієї категорії пацієнтів представлені папілярною формою раку. З часом спостерігається незначне зростання частки фолікулярних карцином. Морфологічні характеристики папілярних карцином змінювалися залежно від тривалості латентного періоду: найбільш агресивні форми були виявлені у дітей, прооперованих у 1990–1995 рр. у віці 4–14 років. Такі пухлини відзначалися високою інвазивністю, солідною або солідно-фолікулярною будовою та значною частотою регіонарного метастазування [3].

З метою систематизації даних у 1992 році в Інституті ендокринології та обміну речовин АМН України було створено клініко-морфологічний реєстр випадків раку щитоподібної залози серед осіб, які на момент аварії були дітьми або підлітками. Проведені дослідження показали, що найвищі показники захворюваності реєструються у центральних регіонах

України, які зазнали найбільшого радіоактивного забруднення. Так, у 2014 році цей показник становив 12,1 на 100 тис. населення, а у 2019 році – 11,7. Крім того, встановлено зростання поширеності непухлинних захворювань щитоподібної залози, зокрема набутого гіпотиреозу, хронічного тиреоїдиту та дифузного зоба. Багаторічні дослідження наслідків Чорнобильської катастрофи переконливо свідчать, що її вплив найбільшою мірою проявився у значному підвищенні захворюваності на рак щитоподібної залози серед дитячого населення. Це пояснюється значними викидами радіоактивного йоду в перші дні після аварії, серед яких близько 80 % становив йод-131, а решту – короткоживучі ізотопи йоду (I132–I135). Небезпека їх накопичення у щитоподібній залозі зберігалася протягом приблизно 2,5 місяців після аварії [4].

Через понад три десятиліття після катастрофи серед непухлинних ефектів відзначаються підвищення захворюваності та смертності від серцево-судинних патологій серед ліквідаторів, збільшення частоти цереброваскулярних захворювань і когнітивних порушень, розвиток радіаційних катаракт, судинних уражень очей, а також порушення психічного здоров'я у дітей, які зазнали внутрішньоутробного опромінення.

Серед пухлинних наслідків встановлено, що загальна захворюваність на рак серед учасників ліквідації перевищує національні показники ($SIR = 106,7 \%$). Зокрема, частота раку щитоподібної залози у ліквідаторів є у 4,4 рази вищою за очікувану, у евакуйованих – у 4,0 рази, а серед населення забруднених територій – у 1,3 рази. Крім того, відзначено підвищення захворюваності на лейкемії та лімфоми, а також на рак молочної залози серед жінок-ліквідаторів. Вищі показники онкологічної захворюваності спостерігаються в регіонах із більшим рівнем радіоактивного забруднення та, відповідно, вищими дозами опромінення щитоподібної залози.

Таким чином, аварія на Чорнобильській АЕС набула характеру масштабної та тривалої медико-соціальної проблеми, що охопила мільйони людей і значну кількість населених пунктів. Найбільш доведеним онкологічним наслідком є значне зростання захворюваності на рак щитоподібної залози серед осіб, які на момент аварії перебували у дитячому або підлітковому

віці.

Список літератури:

1. Ретроспективне дослідження випадків смертей серед учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС від травм, отруєнь та деяких інших наслідків дії зовнішніх причин (2000–2020 роки) / Н. В. Гунько та ін. // *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2024. Вип. 29. С. 92–114.

2. Табачников С. Особливості формування та корекції розладів особистості в учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС у віддаленому періоді / С. Табачников, О. Осуховська, В. Салдень, Т. Товалович // Актуальні проблеми наслідків Чорнобильської катастрофи. *Науково-інформаційний вісник*. 2022. № 1 (111). С. 29-33.

3. Частота раку щитоподібної залози у населення України та його епідеміологічні детермінанти: іонізуюче випромінювання та ендокринні руйнівники / А. Є. Присяжнюк та ін. // *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2023. Вип. 28. С. 176–190.

4. Кобринська Н. Я. Захворюваність та смертність від раку щитоподібної залози в Україні / Н. Я. Кобринська, Ю. В. Вороненко, О. З. Децик // *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2025. № 3. С. 45–50.

5. Віддалені онкологічні наслідки радіаційного опромінення, спричиненого аварією на Чорнобильській АЕС / Д. А. Бази́ка та ін. // *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2022. Вип. 27. С. 138-149.

**ХАРЧУВАННЯ ПРИ РАДІАЦІЙНОМУ ВПЛИВІ ЯК
ЧИННИК ПРОФІЛАКТИКИ НЕГАТИВНИХ НАСЛІДКІВ
ДЛЯ ЗДОРОВ'Я**

**Лотоцька О. В., Данчишин М. В., Сопель О. М., Крицька Г.
А., Кашуба М. О., Пашко К. О., Копач О. Є., Федорів О. Є.,
Флекей Н. В., Смачило О. М.**

Тернопільський національний медичний університет
імені І. Я. Горбачевського

E-mail: lototska@tdmu.edu.ua

Проблема впливу іонізуючого випромінювання на здоров'я населення залишається актуальною, особливо для регіонів, що зазнали радіаційного забруднення внаслідок техногенних аварій. Після аварії на Чорнобильській АЕС, яка до сьогодні вважається найбільшою ядерною катастрофою в історії людства, в навколишнє середовище потрапила колосальна кількість радіоактивних речовин. Тривале надходження малих доз радіонуклідів з продуктами харчування, водою або повітрям може призводити до їх накопичення в організмі та розвитку віддалених наслідків, зокрема онкологічних і метаболічних порушень. У зв'язку з цим зростає роль профілактичних заходів. Одним із доступних і ефективних засобів зниження радіаційного навантаження на організм людини є харчування. Для населення, яке проживає на територіях з підвищеним радіаційним фоном воно, окрім своїх основних функцій, додатково має виконувати антирадіаційний вплив, а саме блокувати всмоктування радіонуклідів, прискорювати їх виведення з організму та захищати клітини від окиснювального стресу [1].

Зменшувати всмоктування радіонуклідів у шлунково-кишковому тракті здатні біологічно важливі елементи. Так кальцій перешкоджає всмоктуванню стронцію, калій – цезію, а йод – радіоактивного ізотопу йоду в щитоподібній залозі. Якщо в раціоні достатньо «хороших» мінералів, він не буде поглинати «погані». Це обґрунтовує необхідність включення до раціону молочних продуктів, овочів, фруктів та використання йодованої солі або морепродуктів.

Прискорити виведення радіонуклідів з кишечника, поки вони не потрапили в кров, можуть харчові волокна та пектини.

Останні мають виражені сорбційні властивості, сприяючи зв'язуванню та виведенню радіонуклідів із організму. Їх джерелами є яблука, буряк, морква, цитрусові. Харчові волокна прискорюють моторику кишечника, зменшуючи час контакту токсинів зі слизовою оболонкою та сприяють детоксикації [2].

Оскільки іонізуюче випромінювання стимулює утворення вільних радикалів, які руйнують ДНК клітин. Антиоксиданти нейтралізують цей вплив. Тому наступним принципом харчування для профілактики негативної дії радіонуклідів є потужний антиоксидантний захист їжі. Вітаміни С, Е, А та мікроелементи (селен, цинк) відіграють важливу роль у нейтралізації окисного стресу. Вітамін С зміцнює судини та імунітет. Він міститься у шипшині, солодкому перці, ківі та інших фруктах та ягодах. Вітамін Е та А захищають мембрани клітин від руйнування. Їх джерелом для людини можуть бути рослинні олії, горіхи, морква. Селен є потужним захисником клітин. Його багато у часнику, бразильському горісі, морепродуктах. Регулярне споживання продуктів, багатих на антиоксиданти, підвищує адаптаційні можливості організму [3].

Також до принципів антираційного харчування належить обмеження певних продуктів, які можуть «накопичувати» радіацію найсильніше. Для цього необхідно обмежити споживання продуктів, які можуть акумулювати радіонукліди (лісові гриби, ягоди, м'ясо диких тварин, риба з забруднених водойм). Значну роль відіграє дотримання правил кулінарної обробки: ретельне миття, очищення від шкірки, вимочування та відварювання продуктів дозволяє знизити вміст радіоактивних речовин.

Окрім цього необхідне повноцінне білкове забезпечення організму, оскільки білки необхідні для процесів репарації тканин, синтезу ферментів та імуноглобулінів. Особливу цінність мають білки тваринного походження, що містять незамінні амінокислоти. Не варто забувати і про адекватний водний режим. Споживання достатньої кількості якісної питної води сприяє виведенню токсичних речовин і радіонуклідів через нирки.

Для того, щоб харчування не мало ніяких негативних наслідків для здоров'я, раціон має бути збалансованим, різноманітним і відповідати фізіологічним потребам організму.

Рекомендується обмежити споживання жирної, смаженої їжі та алкоголю, що знижують детоксикаційну функцію організму. Аналіз літературних джерел свідчить, що дотримання зазначених принципів харчування сприяє зменшенню внутрішнього опромінення, покращенню обміну речовин та підвищенню імунної реактивності організму. Особливо ефективним є поєднання харчових заходів із загальними санітарно-гігієнічними рекомендаціями [4].

Таким чином, раціональне харчування є важливим компонентом системи профілактики негативного впливу іонізуючого випромінювання. Його дотримання дозволяє знизити накопичення радіонуклідів в організмі, посилити природні захисні механізми та покращити стан здоров'я населення, що проживає на радіаційно забруднених територіях.

Список літератури:

1. Мурашко В. О. Раціональне, лікувально-профілактичне та лікувальне харчування як засіб радіаційного захисту на сучасному етапі ліквідації наслідків Чорнобильської аварії / В. О. Мурашко, Л. В. Рушак // *Радіологічний вісник*. 2014. № 2. С. 28–29.

2. Сімахіна Г. О. Нутриціологічне корегування та захист організму від радіоактивних ушкоджень / Г. О. Сімахіна та ін. // *Foundations and Trends in Research : proceedings of the 5th International Scientific Conference (Copenhagen, Denmark, February 8–9, 2024)*. Copenhagen, 2024. Р. 97–115.

3. Сімахіна Г. О. Біологічно активні природні сполуки у життєзабезпеченні організму людини / Г. О. Сімахіна, Н. В. Науменко, С. В. Камінська, Н. О. Горлата // *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2022. Т. 28, № 3. С. 97–106.

4. Житова О. П. Харчування як засіб профілактики надходження радіонуклідів до організму людей, які постраждали внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС // *Трофологія (вчення про закономірності живлення біоти та правильного харчування людей) – новітній міждисциплінарний напрям в Україні : матеріали I Всеукраїнської науково-освітньо-практичної конференції (м. Житомир, 25–26 квітня 2019 р.)*. Житомир, 2019. С. 166.

УДК 574.21:581.522.4:621.039.58(477.4)

**ВПЛИВ РАДІАЦІЇ НА БІОРІЗНОМАНІТТЯ ПІДЛІСКУ
ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ПОЛІССЯ**

Лотоцька С. Б., Герц Н. В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: lotockasolomia604@gmail.com

Вплив іонізуючого випромінювання на біорізноманіття підліску лісових екосистем Полісся є важливим напрямом сучасних екологічних досліджень, особливо у контексті наслідків Чорнобильської катастрофи. Підлісок є одним із ключових компонентів лісових біогеоценозів, оскільки забезпечує формування біорізноманіття, підтримання кругообігу речовин, захист ґрунтів та стабілізацію мікрокліматичних умов. Радіоактивне забруднення спричинило значні зміни у видовому складі підліску, що проявилось у зменшенні чисельності чутливих видів, порушенні структури рослинних угруповань та зміні екологічних взаємозв'язків [1;3].

У результаті впливу радіації відбуваються глибокі фізіологічні та біохімічні зміни у рослин підліску. Іонізуюче випромінювання спричиняє ушкодження клітинних мембран, зміну ферментативної активності, порушення фотосинтетичних процесів та зниження інтенсивності дихання. Це призводить до уповільнення росту, зниження життєздатності та репродуктивної здатності рослин. Особливо чутливими до радіаційного впливу є мохи, лишайники та трав'янисті рослини, які швидко реагують на зміну радіаційного фону і можуть використовуватися як біоіндикатори стану навколишнього середовища [1;4].

Характерним представником підліску лісів Полісся є Чорниця (*Vaccinium myrtillus*), яка відіграє важливу роль у формуванні рослинного покриву. Ця рослина здатна активно накопичувати радіонукліди, зокрема цезій-137, із ґрунту, що безпосередньо впливає на її морфологічні та фізіологічні показники. Під дією радіації у чорниці можуть спостерігатися

зміни у розмірах листків, зниження інтенсивності фотосинтезу, порушення процесів цвітіння та плодоношення. Водночас вона широко використовується як біоіндикатор рівня радіоактивного забруднення, оскільки чітко відображає ступінь накопичення радіонуклідів у лісових екосистемах [1; 4].

Важливим механізмом впливу радіації є міграція радіонуклідів у системі «грунт–рослина». Основні радіоактивні ізотопи, такі як цезій-137 і стронцій-90, накопичуються у верхніх шарах ґрунту та лісовій підстилці, що забезпечує їх тривалу циркуляцію в екосистемах. Рослини підліску, зокрема чорниця (*Vaccinium myrtillus*), активно поглинають ці елементи через кореневу систему, що призводить до їх накопичення у надземних органах і подальшого включення у трофічні ланцюги. Це створює потенційну небезпеку не лише для екосистем, але й для людини через споживання лісової продукції [1; 4].

Тривалий вплив радіації спричиняє структурні зміни у підліску. Зменшується видове різноманіття, спрощується вертикальна структура рослинного покриву, змінюється співвідношення між видами. Деякі чутливі види зникають, тоді як більш стійкі до радіації види, навпаки, займають домінуюче положення. Це призводить до трансформації рослинних угруповань і порушення екологічної рівноваги в лісових екосистемах [2; 3].

Додатковим фактором впливу є лісові пожежі, які часто виникають у радіоактивно забруднених регіонах. Вони сприяють вторинному перенесенню радіонуклідів у атмосферу та їх повторному осадженню на території, що ускладнює процеси відновлення підліску. Пожежі також знищують рослинний покрив, змінюють умови середовища існування і можуть призводити до ще більшого зниження біорізноманіття [2; 4].

Незважаючи на значний негативний вплив радіації, у лісових екосистемах Полісся спостерігаються процеси природного відновлення. За відсутності значного антропогенного впливу формуються нові рослинні угруповання, зростає чисельність окремих видів, підвищується стійкість екосистем до

зовнішніх чинників. Деякі рослини демонструють адаптаційні механізми, що дозволяють їм існувати в умовах підвищеного радіаційного фону. Однак повне відновлення початкового біорізноманіття обмежене через тривалий вплив радіонуклідів [3; 4].

Таким чином, вплив радіації на біорізноманіття підліску лісових екосистем Полісся має складний, багатофакторний і довготривалий характер. Він проявляється у зміні видового складу, зниженні біорізноманіття, порушенні екологічних зв'язків і трансформації структури рослинного покриву. Важливу роль у цих процесах відіграють види-акумулятори радіонуклідів, зокрема чорниця (*Vaccinium myrtillus*), яка може слугувати надійним індикатором екологічного стану територій. Незважаючи на певні відновлювальні процеси, радіаційний фактор і надалі визначає функціонування цих екосистем і потребує подальшого моніторингу та наукового вивчення [1; 4].

Список літератури:

1. Зарубіна Н. Є. Циркуляція ^{137}Cs у лісових екосистемах на території чорнобильської зони відчуження. *Доповіді Національної академії наук України*. 2020. № 10. С. 85–92.
2. Стан лісових екосистем та радіаційна ситуація у зоні відчуження : звіт за 2023 рік / Державне агентство України з управління зоною відчуження. 2024. URL: <https://dazv.gov.ua> (дата звернення: 06.04.2026).
3. Mousseau T. A. The Biology of Chernobyl. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2021. Vol. 52. P. 87–109.
4. Holiaka D. et al. ^{90}Sr and ^{137}Cs distribution in Chornobyl forests: 30 years after the nuclear accident / D. Holiaka, S. Levchuk, V. Kashparov et al. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2025. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2025.107616>

УДК 581.132:546.56:581.1

ВПЛИВ КУПРУМУ НА ФОТОСИНТЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ

***CARLINA ONOPORDIFOLIA* BESSER EX SZAFER, KULCZ.**

ET PAWL

Метельська І. С., Тарасенко У. П., Прокоп'як М. З.,

Дробик Н. М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: irametelska020@gmail.com

В умовах зростаючої індустріалізації і мілітарного забруднення довкілля, зокрема важкими металами, суттєво змінюється стан екосистем в Україні. Індикаторами забруднення ґрунтового покриву, у першу чергу, виступають рослини. Забруднення рослин важкими металами створює стресові умови для їх росту і розвитку, порушує фізіолого-біохімічні процеси, зокрема фотосинтез, дихання і водний обмін. Високі концентрації важких металів у ґрунті або воді можуть спричиняти порушення фізіологічних процесів рослин, зокрема одним із чутливих є фотосинтез. Вплив важких металів на фотосинтез досліджувався у багатьох роботах, причому більшість з них присвячена вивченню ефекту окремих металів на конкретні ланки цього процесу.

Купрум (Cu) – є мікроелементом, який є необхідним для нормального росту та розвитку рослин. Він входить до складу ферментів як кофермент, є компонентом окиснювальних ферментів, що беруть участь у клітинних процесах, процесах дихання рослин [1]. Купрум входить до складу переносників електронів при фотосинтезі (пластоціаніну) і диханні (цитохром с оксидази), включається в лігніфікацію. Дефіцит цього мікроелементу призводить до пригнічення росту рослин, деформації та пожовтіння молодих листків (хлороз), скручування країв листків, призводить до пошкодження апікальних меристем й ін. [2].

Купрум може чинити як стимулювальний, так і пригнічувальний вплив на накопичення флавоноїдів у рослинах. Оптимальна кількість міді сприяє активності ферментів і підвищує синтез флавоноїдів. Метал купрум може впливати на

рослини як прямо, так і опосередковано через зміну фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунту. Однак надлишок міді може інгібувати ферменти та порушувати метаболізм рослин, пригнічувати фотосинтез [4]. Надмірне накопичення купруму призводить до змін структури хлоропластів і тилакоїдних мембран, що може спричинити розвиток оксидативного стресу в клітинах рослин. Унаслідок цього знижується вміст фотосинтетичних пігментів і компонентів електронно-транспортного ланцюга, що порушує процес перенесення електронів під час фотосинтезу. Однією з характерних ознак токсичної дії іонів Cu^{2+} є пожовтіння листків. Підвищені концентрації цього металу можуть негативно впливати на функціонування світлозбирального комплексу II і фотосистеми II. Отже, надлишкові кількості купруму можуть істотно знижувати інтенсивність фотосинтезу шляхом пригнічення синтезу хлорофілу та порушення функціонування фотосистеми II, що негативно позначається на загальному стані рослин [2].

Нами було вивчено вплив іонів Cu^{2+} (1 мМ) на функціонування фотосинтетичного апарату рослин *Carlina onopordifolia* Besser ex Szafer, Kulcz. et Pawł. Насіння було замочене у 1 мг/мл індол-3-оцтової кислоти (IAA), після чого висівалося в стерильні чашки Петрі на середовище Мурасіге і Скуга з половиною концентрацією макро-та мікроелементів (МС/2) без регуляторів росту. Свіжі зразки листків поміщали в пробірки з диметилсульфоксидом та інкубували в термостаті при $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$ до повного знебарвлення тканин листка. Вміст хлорофілу а (Chl a), хлорофілу b (Chl b) та сумарних каротиноїдів (Carot) визначали за допомогою спектрофотометра ULAB 102UV за довжин хвиль 663 нм, 645 нм та 440,5 нм відповідно. Якісний та кількісний склад пігментів служить (з фізіологічної точки зору) показником здатності рослини пристосовуватися до умов навколишнього середовища. Нами встановлено, що концентрація 1 мМ іонів Cu^{2+} значно впливала на фотосинтетичний апарат цих рослин, спричинюючи зниження у 2 рази співвідношення Chl a до Chl b. Очевидно, метал більше вплинув на основний фотосинтетичний апарат (асоційований з Chl a), ніж на допоміжні пігменти (Chl b). Співвідношення Chl a + Chl b до Carot знизилося з 2,82 до 2,52, що показує, що каротиноїди збереглися відносно

стабільно і дещо компенсують фотострес. За співвідношенням хлорофілу а до каротиноїдів і хлорофіду б до каротиноїдів, можна сказати, що за впливу іонів Cu^{2+} відбувалося сильне пошкодження фотосинтетичного апарату (Chl a / Carot зменшився у 2 рази, порівняно з контролем), а Chl b був більш стабільним, порівняно з Chl a (Chl b / Carot зменшився незначно: контроль – 2,58, дослід – 2,47). Показники свідчать про стресову адаптацію, при якій зниження Chl a частково компенсується стабільністю Chl b та каротиноїдів, що підтримують фотопротекцію рослини. Іншими авторами показано схожий токсичний вплив купруму вже за концентрації 0,1 мМ на фотосинтетичний апарат томатів. Вміст загального хлорофілу (Chl a + Chl b) знижувався приблизно у 2,2 рази, порівняно з контролем [5]. Holtra і співавтори (2015) показали, що у *Salvinia natans* за концентрації іонів Cu^{2+} 5 мг/дм³ загальний хлорофіл зменшився приблизно в 1,1 рази, порівняно з контролем.

Отже, надмірна кількість іонів Cu^{2+} чинить помітний негативний вплив на фотосинтетичний апарат рослин *S. onopordifolia*, ушкоджуючи основні пігменти та знижуючи фотосинтетичну активність. Допоміжні пігменти та каротиноїди частково зберігаються і виконують захисну компенсаторну роль, підтримуючи фотопротекцію. На основі порівняння з літературними даними зроблено висновок, що чутливість фотосинтетичного апарату до купруму залежить від виду рослини і концентрації металу. Це підтверджує загальну тенденцію токсичного впливу важких металів на асиміляційну систему рослин.

Список літератури:

1. Петрушина Г. О., Крамарьов С. М., Максимова Н. М. Вплив купрум гліцинату на проростання насіння ячменю озимого. Наукові читання до 100-річчя від дня народження Філіп'єва Івана Давидовича – видатного вченого у галузі агрохімії та ґрунтознавства : матеріали наук.-практ. конф., присвяченої пам'яті д-ра с.-г. наук, проф., заслуженого діяча науки і техніки України Філіп'єва Івана Давидовича (20 вересня 2024 р., м. Одеса). Одеса : Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, 2024. С. 98–102.

2. Chen G., Li J., Han H., Du R., Wang X. Physiological and molecular mechanisms of plant responses to copper stress. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022. Vol. 23, № 21. P. 1–17.

3. Hołtra A., Zamorska-Woźdyla D. Assessment of the physiological condition of *Salvinia natans* L. exposed to copper(II) ions. *Environment Protection Engineering*. 2015. Vol. 41, № 3. P. 147–158.

4. Xu E., Li Y., Zhang P., Zhang Y., Gao D., Zhao X., Li J., Zhang K. Molecular mechanisms of plant responses to copper. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024. Vol. 25, № 12. P. 1–24.

5. Zhang T., Wang Y., Ma X., Ouyang Z., Deng L., Shen S., Dong X., Du N., Dong H., Guo Z., Meng G., Piao F., Sun K. Melatonin alleviates copper toxicity via improving ros metabolism and antioxidant defense response in tomato seedlings. *Antioxidants*. 2022. Vol. 11, № 4. P. 1–19.

УДК 504.054:546.815:582.738

СТІЙКІСТЬ *CERCIS CANADENSIS* ДО ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТІВ СВИНЦЕМ

Нужина Н. В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
E-mail: nuzhynan@knu.ua

Серед наявних полютантів свинець є одним із найбільш токсичних металів для здоров'я людини. Окрім промислового забруднення, військові дії на території України значно посилюють забруднення важкими металами навколишнього середовища. У міських та промислових регіонах, а також у забруднених лісосуходах використання деревних насаджень для фітореMediaції має ряд важливих переваг над традиційними трав'янистими рослинами: вони можуть очищати глибинні шари ґрунту, акумулювати токсини протягом тривалого часу без необхідності утилізації та зменшувати ерозію ґрунту. Потенційні рослини для забезпечення тривалої фітореMediaції повинні бути стійкими до впливу важких металів. Отже, метою нашого дослідження було дослідити високодекоративні, морозо- і посухостійкі рослини

виду *Cercis canadensis* L. на стійкість до зростання на забруднених свинцем ґрунтах.

Досліджували вплив свинцю на 2 річні рослини виду *Cercis canadensis* L. Рослини одноразово поливали розчином ацетату свинцю в концентрації 100 мг/кг або 300 мг/кг ґрунту. За допомогою спектрофотометра визначали вміст хлорофілів і каротиноїдів, рівень стресу визначали за вмістом малонового діальдегіду (МДА), досліджували активність пероксидази, а також аналізували ростові процеси.

Через тиждень після обробки свинцем дерев *Cercis canadensis* відбувалось зростання вмісту хлорофілів в листках, при чому в більшій мірі хлорофілу *b*, що можливо є проявом захисних реакцій рослин. Разом з цим, вже через місяць можна спостерігати зниження кількості хлорофілу *b* та зростання кількості каротиноїдів, що може вказувати з одного боку на включення інших адаптивних ланок. Показник стресу МДА у *C. canadensis* достовірно не збільшувався в групах з важким металом ні через тиждень, ні через місяць з початку дослід. Разом з цим, через тиждень свинець знижує активність пероксидази, особливо у дозі 100 мг/кг ґрунту, можливо за рахунок виснаження наявного пулу ферменту на початку впливу стресового чинника. Через місяць активність пероксидази вже не відрізняється від такої у контрольній групі. Також про стійкість до забруднення свинцем та стимуляцію рослин, вказує зростання приросту втричі саме в рослин, що були оброблені розчином ацетату свинцю в дозі 100 мг/кг та вдвічі за обробки свинцем в дозі 300 мг/кг, порівняно з контрольною групою.

Таким чином, рослини виду *C. canadensis* можна рекомендувати вирощувати на забруднених високими дозами свинцю територіях і вони можуть бути потенційними фіторемедіантами. Вирощування високодекоративних, посухо- та морозостійких рослин на сильно забруднених техногенних територіях допоможе відновити мікроклімат, захищатиме ґрунти від ерозій та сприятиме оздоровленню людей.

УДК 614.876:616-001.28-056.7

**ГЕНЕТИЧНІ НАСЛІДКИ ІОНІЗУЮЧОГО
ВИПРОМІНЮВАННЯ: АНАЛІЗ ТРАНСГЕНЕРАЦІЙНИХ
МУТАЦІЙНИХ ЗМІН У ЛЮДИНИ**

**Пашко К. О., Кашуба М. О., Лотоцька О. В., Данчишин М. В.,
Сопель О. М., Крицька Г. А., Копач О. Є., Федорів О. Є.,
Флекей Н. В., Смачило О. М.**

Тернопільський національний медичний університет
імені І. Я. Горбачевського

E-mail: pasko@tdmu.edu.ua

У 2024–2026 роках дослідження медичних наслідків аварії на ЧАЕС вийшли на принципово новий рівень завдяки застосуванню повногеномного секвенування ДНК (Whole Genome Sequencing, WGS) – методу, що дозволяє визначити точну послідовність нуклеотидів (А, Т, С, G) у молекулі ДНК. По суті, це високоточне «прочитання» генетичного коду людини, яке трансформує складну тривимірну біологічну структуру у лінійний цифровий запис. Такий підхід дає змогу аналізувати не окремі гени, а весь геном, виявляючи як одиничні мутації, так і складні структурні варіації, включаючи їх просторову організацію, кластери та патерни виникнення.

На відміну від попередніх методів, що оцінювали лише частину генетичного матеріалу або використовували непрямі біомаркери, WGS дозволяє безпосередньо виявляти мутаційні зміни, оцінювати їх частоту, тип, локалізацію та потенційний функціональний вплив. Це відкриває можливість значно точніше аналізувати довгострокові ефекти іонізуючого випромінювання, зокрема ті, що проявляються не одразу, а через десятиліття, включаючи можливу передачу генетичних змін наступним поколінням. Сучасні дослідження зосереджені на двох ключових питаннях: по-перше, чи відбувається передача індукованих випромінюванням генетичних змін потомству; по-друге, які механізми лежать в основі віддалених онкологічних наслідків. Особливий інтерес становлять нащадки ліквідаторів аварії на ЧАЕС, оскільки ця група зазнала відносно високих доз

опромінення, що створює унікальну можливість для вивчення віддалених ефектів.

Дослідження міжнародних наукових груп, у тому числі за участю дослідників з Німеччини, виявили асоціацію між впливом іонізуючого випромінювання та появою у дітей так званих кластерних мутацій *de novo* (cDNM). Ці мутації являють собою групи з двох або більше змін нуклеотидної послідовності, які розташовані поруч у геномі і відсутні у соматичних клітинах батьків. На відміну від випадкових поодиноких мутацій, кластерні мутації мають спільне походження і, ймовірно, виникають у результаті одного пошкоджувального процесу. Передбачається, що одним із ключових механізмів їх утворення є вплив іонізуючого випромінювання, яке через утворення активних форм кисню (ROS) призводить до одночасних розривів ланцюгів ДНК у близько розташованих ділянках. Подальше відновлення цих пошкоджень клітинними системами репарації може супроводжуватися помилками, що і формує кластер мутацій. Такий механізм узгоджується з відомими молекулярними ефектами радіації, хоча повна причинно-наслідкова модель ще остаточно не встановлена [1].

Кількісні результати показують статистично значуще підвищення частоти кластерних мутацій у дітей опромінених батьків: у середньому близько 2,6 мутації на дитину порівняно приблизно з 0,9 у контрольних популяціях. Крім того, спостерігається тенденція до збільшення кількості таких мутацій із підвищенням дози опромінення батька, що свідчить про додозалежний характер ефекту, хоча він залишається відносно слабким і варіабельним. Водночас принципово важливим є той факт, що вік батька на момент зачаття має більш виражений вплив на загальну кількість мутацій у потомства, ніж перенесене опромінення. Це пояснюється тим, що з віком у клітинах сперматогенного епітелію накопичуються спонтанні мутації внаслідок багаторазових циклів поділу. Таким чином, навіть за наявності радіаційного впливу, саме віковий фактор часто визначає основний мутаційний фон. Окремо слід підкреслити, що

виявлення генетичних змін не означає автоматичного підвищення клінічних ризиків. Більшість ідентифікованих мутацій локалізується у некодуючих ділянках геному, які не беруть безпосередньої участі у синтезі білків або мають регуляторну, але не критичну функцію. Навіть у випадках локалізації в генах, значна частина мутацій є нейтральними або має мінімальний біологічний ефект [2].

У цілому сучасні дані свідчать, що хоча іонізуюче випромінювання може залишати вимірюваний «генетичний слід» у наступних поколіннях, його клінічне значення залишається обмеженим. Ризики для здоров'я нащадків ліквідаторів оцінюються як низькі, особливо у порівнянні з впливом інших факторів, таких як вік батьків, спосіб життя та загальний генетичний фон.

Таким чином, результати повногеномних досліджень не лише уточнюють уявлення про наслідки Чорнобильської катастрофи, але й змінюють сам підхід до оцінки ризиків: від спрощеної моделі «мутація дорівнює хвороба» до більш складної системи, де важливу роль відіграють тип мутації, її локалізація, контекст геному та індивідуальні особливості організму.

Список літератури:

1. Evidence for a transgenerational mutational signature from ionizing radiation exposure in humans / F. Brand, H. Kalscheuer, A. Knaus et al. *Scientific Reports*. 2025. Vol. 15, №. 1. Art. №. 20262. DOI: 10.1038/s41598-025-07030-5.

2. Effects of Radiation Contamination on Human Genome Stability and Health / A. Bigaliev, O. Cherednichenko, K. Shalabayeva et al. 2025. URL: <https://www.researchsquare.com/article/rs-7461846/v1>

**ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ НА УРОКАХ ІСТОРІЇ:
ФОРМУВАННЯ ГРОМАДЯНСЬКОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ
УЧНІВ**

Петренко Н. М.

Глухівський національний педагогічний університет
імені О. Довженка

E-mail: npetrenko1995@gmail.com

Інтерактивні методи викладання теми Чорнобильської катастрофи на уроках історії є важливим інструментом не лише для засвоєння учнями історичних знань, але й для формування їхньої громадянської відповідальності та ціннісного ставлення до подій минулого. Осмислення цієї теми виходить за межі традиційного викладу фактів, адже Чорнобильська катастрофа є складним явищем, що поєднує історичні, екологічні, соціальні та морально-етичні аспекти.

Сучасний підхід до викладання історії передбачає активне залучення учнів до навчального процесу через використання інтерактивних методів, які стимулюють критичне мислення, розвиток емоційного інтелекту та здатність до аналізу складних суспільних процесів. У контексті вивчення Чорнобильської катастрофи це особливо важливо, оскільки тема потребує глибокого осмислення причин, наслідків та відповідальності різних суб'єктів [1].

Одним із ефективних методів є робота з історичними джерелами, зокрема документами, свідченнями очевидців, фотоматеріалами та медіа. Аналіз таких матеріалів дозволяє учням не лише отримати інформацію, а й сформуванню власне ставлення до подій, оцінити достовірність джерел та зрозуміти, як формується історична пам'ять. Важливим є також використання методу дискусії, під час якого учні можуть обговорювати питання відповідальності влади, ролі суспільства та значення правдивої інформації.

Доцільним є застосування рольових ігор наприклад, обговорення рішень, які могли бути прийняті в умовах аварії, або аналіз дій різних учасників подій. Це сприяє розвитку емпатії,

вмінню бачити проблему з різних точок зору та усвідомлювати складність прийняття рішень у кризових ситуаціях.

Проектна діяльність також відіграє важливу роль у формуванні громадянської відповідальності. Учні можуть досліджувати вплив катастрофи на різні сфери життя, створювати соціальні проекти або інфо-кампанії, спрямовані на підвищення обізнаності про екологічні проблеми та безпеку. Така діяльність сприяє формуванню громадянської позиції та відповідального ставлення до навколишнього середовища.

Інтерактивні методи дозволяють зробити навчальний процес більш особистісно значущим, адже учні не лише отримують знання, а й переживають події через власний досвід навчання. Це сприяє глибшому розумінню історичних процесів і формує усвідомлення важливості відповідальних рішень у суспільному житті.

Список літератури:

1. Урок про Чорнобиль: як об'єднати історію, емоції й сучасний погляд. URL : <https://osvitanova.com.ua/posts/6839-urok-pro-chornobyliak-obiednati-istoriiu-emotsii-i-suchasnyi-pohliad>.

УДК 581.1: 631.8+633.367

**ВПЛИВ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ
РОСТУ РОСЛИН НА НАКОПИЧЕННЯ
РАДІОПРОТЕКТОРІВ У ЛИСТКАХ ЛЮПИНУ БІЛОГО
(*LUPINUS ALBUS L.*)**

Пида С. В.¹, Тригуба О. В.², Дзендзель А. Ю.¹

¹Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

²Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія
ім. Тараса Шевченка

E-mail: pyda@chem-bio.com.ua, boratun1@ukr.net,
andrijdzendzel@gmail.com

Важливим радіопротектором рослинного походження є аскорбінова кислота (АК). Вона синтезується в листках і накопичення АК корелює з вуглеводним обміном, інтенсивністю росту й розвитку рослин та залежить від умов їх вирощування [2, 3]. Вона є основним компонентом хлоропластів та цитоплазми,

бере участь в їх захисті від вільних радикалів, H_2O_2 та окиснювального стресу [4], володіє окисно-відновними властивостями і є сильним відновником [5]. Адаптивні зміни вмісту АК розглядають як маркери стійкості рослин проти посухи, високих і низьких температур, радіації, важких металів (Pb, Cd, Ni) тощо [1, 3, 4].

Метою роботи було дослідження динаміки накопичення АК у листках люпину білого за впливу мікробних препаратів, регуляторів росту рослин (PPP) Стимпо і Регоплант та їх композицій.

Польові досліди закладали на ділянках Кременецького ботанічного саду на сірому лісовому ґрунті. Матеріалами дослідження слугували люпин білий (*Lupinus albus* L.) сортів Серпневий та Діета, ризобіфіт на основі *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) штамів 367а (стандартний) та 5500/4 (Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України, м. Чернігів) і композиційні поліфункціональні препарати біологічного походження Стимпо та Регоплант (ДП «Міжвідомчий науково-технічний центр «Агробіотех» НАН та МОН України»). Насіння люпину білого висівали широкорядним способом (міжряддя 45 см) на глибину 4-5 см. Сівбу проводили у другій-третьій декадах квітня. Норма висіву – 0,7 млн/га. У день сівби проводили інокуляцію ризобіфітом та обробку насіння PPP. Насіння перед сівбою зволожували водою із розрахунку 2 % від його маси (контроль) та PPP Регоплант (25 мл/л) і Стимпо (2,5 мл/л). Обробіток ґрунту та догляд за посівами проводили згідно загальноприйнятої агротехніки для зони Лісостепу. Схема польового досліджу: Контроль (без застосування препаратів); Ризобіфіт, штам 367а; Ризобіфіт, штам 5500/4; PPP Регоплант; PPP Стимпо; Ризобіфіт, штам 367а + PPP Регоплант; Ризобіфіт, штам 367а + PPP Стимпо; Ризобіфіт, штам 5500/4 + PPP Регоплант; Ризобіфіт, штам 5500/4 + PPP Стимпо. Повторність дослідів 4 разова, площа облікових ділянок 2 м². Розміщення ділянок рендомізоване. Вміст аскорбінової кислоти у листках середнього ярусу рослин визначали за допомогою реакції Тільманса у фазах стеблуння, бутонізації, цвітіння та зеленого бобу.

Встановлено, що сумісне використання ризобіфіту на

основі *Br. sp.* (*Lupinus*) штаму 5500/4 + PPP Стимпо в 1,8-1,9 рази підвищувало кількість АК у листках *L. albus* сортів Дієта і Серпневий у фазі стеблуння порівнюючи з контролем, 1,4 і 1,1 рази – у порівнянні з моноінокуляцією ризобіфітом, штаму 5500/4, 1,2 рази – з монообробкою PPP Стимпо (контроль $-17,7 \pm 0,2$ і $17,8 \pm 0,2$ мг/100г сух. речовини).

У фазі бутонізації вміст АК у листках рослин підвищився в усіх варіантах досліду порівнюючи з фазою стеблуння, але спостерігалася аналогічна закономірність. За використання композиції ризобіфіту, штаму *Br. sp.* (*Lupinus*) 5500/4 з PPP Стимпо кількість АК у листках люпину білого була на 46,0 (сорт Дієта) і 68,7 % (сорт Серпневий) більшою порівнюючи з контролем ($33,9 \pm 0,6$ і $26,5 \pm 0,2$ мг/100г сух. речовини). Монообробки насіння сорту Дієта ризобіфітом, штаму 5500/4 і PPP Стимпо збільшували на 43,1 і 43,4 % порівняно з контролем вміст АК у листках рослин.

Виявлено наявність сортової чутливості люпину білого до дії PPP. У фазі бутонізації монообробка насіння сорту Серпневий ризобіфітом, штаму 367а і 5500/4, PPP Регоплант, а також його композицією з ризобіфітом, штаму 5500/4 сприяла накопиченню АК (в 1,6-1,7 рази більше порівнюючи з контролем). Максимальний вміст АК у листках виявлено під час цвітіння рослин. Обробка насіння люпину білого сорту Дієта PPP Стимпо, ризобіфітом, штаму *Br. sp.* (*Lupinus*) 5500/4, а також композиціями PPP Стимпо з ризобіфітом, штаму 367а і 5500/4 збільшувала вміст у листках АК на 30,6-22,8 % (контроль – $42,5 \pm 0,6$ мг/100г сух. речовини). За передпосівної обробки насіння сорту Серпневий PPP Стимпо і Регоплант, ризобіфітом, штаму 5500/4 та його композицією з PPP Стимпо виявлено зростання показника на 17,9-19,0 % порівнюючи з контролем ($44,1 \pm 0,2$ мг/100г сух. речовини).

У фазі зеленого бобу рослин виявлено зниження вмісту АК у листах люпину білого, порівнюючи з фазою цвітіння. Найбільшу кількість АК у листках рослин сорту Дієта визначено за впливу композицій PPP Стимпо з ризобіфітом, штаму *Br. sp.* (*Lupinus*) 367а і 5500/4 (контроль – $26,0 \pm 0,3$ мг/100г сух. речовини), а у сорту Серпневий – PPP Регоплант і його композиції з ризобіфітом, штаму 367а, PPP Стимпо, а також його

композиції з ризобіфітом, штам 367a (контроль – $25,9 \pm 0,3$ мг/100г сух. речовини).

Встановлено, що обробка насіння люпину білого сортів Діста і Серпневий ризобіфітом, штам *Br. sp.* (*Lupinus*) 5500/4 та його композицією з РРР Стимпо суттєво впливала на накопичення АК у листках рослин. Монообробка насіння сорту Серпневий РРР Регоплант сприяє підвищенню вмісту АК в листках рослин у фазах бутонізації, цвітіння і зеленого бобу. Високий уміст АК у листках люпину білого за дії РРР і ризобіфіту підвищує захисні реакції організму рослини до негативних біоекологічних чинників. Отже, біологічні препарати впливають на накопичення радіопротекторів у листках та індукцію механізмів стійкості рослин люпину білого.

Список літератури:

1. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтьук І. Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. К. : ЗАТ «Нічлава», 2008. 352 с.

2. Більчук В., Розсихіна-Галича Г. Вміст аскорбінової кислоти і активність ферментів її метаболізму за дії іонів нікелю у проростках кукурудзи. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2012. № 60. С. 332–337.

3. Терек О., Джура Н., Величко О., Яворська Н. Вміст аскорбінової кислоти в органах рослин осоки шершавої, адаптованих до нафтового забруднення ґрунту. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2006. № 42. С. 133–137.

4. Гришко В. М., Демура Т. А. Динаміка вмісту метаболітів аскорбінової кислоти в проростках кукурудзи за сумісної дії кадмію і нікелю. *Фізіологія та біохімія культурних рослин*. 2009. Т. 41. № 1. С. 75–82.

5. Тищенко Д. Накопичення аскорбінової кислоти в плодах представників роду *Cotoneaster* (Medic.) *Bauhin* (Rosaceae) за умов міста. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. 2009. № 27. С. 148–149.

УДК 504.054:57.081.1

**ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ
НАВЧАННЯ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ТЕМИ
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ**

**Полянська Х. Ф., Кіндзєревич Д. П., Москалюк Н. В.,
Прокопів І. Б.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: fedorivnakhrystyna@gmail.com

Модернізація національної освіти відповідно до вимог сьогодення передбачає відмову від репродуктивних підходів на користь методів, що сприяють розвитку потенціалу дитини. Саме інтерактивне навчання найкраще відповідає запитам сучасності, забезпечуючи умови для самовираження учнів та адаптації української школи до прогресивних світових тенденцій.

Хоча інтерактивні методи мають значний потенціал, їх впровадження в освіту гальмується через низьку кваліфікацію викладачів, слабку технічну базу та внутрішній супротив учасників. Крім того, відчувається гострий дефіцит програм, адаптованих під потреби дорослої аудиторії. Ці виклики роблять дослідження особливо актуальним: науковий підхід до інтерактивного навчання дозволить не лише оновити освітні стандарти, а й закласти підґрунтя для культури навчання протягом усього життя. Вивчення Чорнобильської катастрофи сьогодні вимагає відходу від сухої статистики на користь розвитку екологічної відповідальності та критичного мислення (особливо в контексті медіаграмотності та фейків).

Мета нашого дослідження полягає у теоретичному узагальненні наукових підходів та визначенні стратегій результативного застосування інтерактивних методик. Це спрямовано на модернізацію навчального контенту, стимулювання пізнавального інтересу слухачів та вдосконалення професійної майстерності педагогів. Показати, як через інтеракцію можна сформувати цілісне розуміння радіаційної безпеки під час вивчення теми чорнобильської катастрофи.

Сучасний науковий дискурс підтверджує, що розвиток інтерактивних методів навчання тісно корелює зі стрімкою

цифровізацією освітнього простору. Новітні розвідки доводять їхню результативність у контексті стимулювання навчальної мотивації, когнітивного розвитку та вдосконалення комунікативних стратегій слухачів. Зокрема, праці G. Stahl висвітлюють потенціал цифрових платформ для колаборації в умовах дистанційного та змішаного форматів. Світовий досвід демонструє домінування інтеракції в андрагогічних стратегіях: від німецьких центрів Volkshochschule, що спеціалізуються на фасилитації та ділових іграх, до скандинавської моделі рівноправного діалогу та американської концепції active learning, де кейс-стаді є невід'ємним стандартом підготовки фахівців [5].

Трансформація освітньої парадигми та інтенсивне впровадження інновацій у межах системних реформ актуалізують питання професійного розвитку педагогів. Нові вимоги фокусуються на розширенні спектра компетенцій, що забезпечують не лише професійну майстерність, а й духовну та культурну самореалізацію фахівця. У контексті гуманістичної концепції І. Зязюна, освіта розглядається як інструмент цілісного розвитку особистості, де ключовими орієнтирами є творча самовіддача, глобальна самосвідомість та екологічна відповідальність. Відтак, освітня система має бути антропоцентричною, функціонуючи задля гармонійного розвитку та життєвого благополуччя людини [2; 3].

Глобальна цифрова трансформація постає як об'єктивна реальність, що зумовлює тотальну інтеграцію новітніх технологій у всі сфери життєдіяльності. У цих умовах неперервний професійний розвиток педагога стає обов'язковою умовою, що передбачає органічне поєднання освітнього процесу з практичною діяльністю. Ключовими детермінантами сучасної освітньої парадигми виступають глобалізація та діджиталізація, що визначають вектор розвитку особистості та соціуму в межах викликів ХХІ століття [4].

Таким чином, вектор розвитку сучасної освіти орієнтований на впровадження інноваційних форматів навчання, що стимулюють критичну рефлексію, креативність та навички конструктивного діалогу. Реалізація цих завдань можлива лише за умови системної та інтенсивної суб'єкт-суб'єктної взаємодії [1]. Саме інтерактивна модель стає фундаментом для розвитку

комунікативної гнучкості, здатності до командної праці та лідерських якостей – стратегічно важливих компонентів професійного профілю сучасного педагога.

Результати аналізу наукового доробку підкреслюють пріоритетність інтерактивного інструментарію в андрагогічному процесі. Виняткова цінність цих методів полягає в їхній адаптивності: вони є ефективними на будь-якому етапі навчального циклу та демонструють високу результативність незалежно від вікових особливостей слухачів.

Вивчення теми Чорнобильської катастрофи сьогодні не може обмежуватися лише переліком дат і цифр. В умовах діджиталізації викладачам варто зосередитися на формуванні екологічної відповідальності та критичного сприйняття інформації. Інтерактивні методи дозволяють перетворити трагічну історію на живий досвід, який спонукає до аналізу причин і наслідків.

Для подолання абстрактності радіаційної загрози доцільно використовувати:

- Інтерактивні карти та часові шкали. Використання сервісів (наприклад, *TimelineJS* або *StoryMapJS*) для відтворення погодинної хронології подій 26 квітня 1986 року та поширення радіонуклідів територією Європи.

- Віртуальні лабораторії та симулятори. Робота з моделями реактора РБМК-1000, що дозволяє слухачам зрозуміти фізичні принципи аварії без ризику, наочно побачивши вплив людського фактора на технічні процеси.

- Метод сценаріїв. Аналіз кейсів «Що, якби...», де учасники в ролях диспетчерів, пожежників або науковців мають прийняти рішення на основі обмежених даних, які були доступні в 1986 році. Це розвиває здатність до прийняття обґрунтованих рішень у кризових ситуаціях.

- Цифровий сторітелінг: Створення студентами коротких відео чи лонгвідів на основі розсекречених архівів або спогадів ліквідаторів. Це забезпечує емоційне залучення та професійне самовираження (через розвиток медіакомпетентності).

Інтерактивні методи навчання докорінно змінюють початкову освіту, перетворюючи учнів з пасивних слухачів на активних учасників процесу. Це не лише покращує засвоєння

знань, а й значно підвищує інтерес дітей до школи. Розвиток цього напрямку – це фундамент для створення справді ефективної та орієнтованої на дитину освітньої системи.

Список літератури:

1. Братко О. М. Інтерактивні методи як засіб розвитку професійних компетентностей у студентів. *Педагогічний альманах*. 2018. № 2. С. 65–70.
2. Єгорова В. В., Голубєва М. О. Інноваційні педагогічні технології в сучасному навчально-виховному процесі ВНЗ. *Наукові записки. Педагогічні, психологічні науки та соціальна робота*. 2009. Том 97. С. 28–31.
3. Зязюн І. А. Культура в контексті політики та освіти. *Мистецтво та освіта*. 1998. № 2. С. 2–8.
4. Патиченко М. Використання цифрових інтерактивних технологій в освітньому процесі. *Порадник*. Київ : КВПУТДО. 2021. 18 с.
5. Dichev C., Dicheva D. Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Journal of Educational Technology & Society*, 2021. №24(1). С. 1–18.

УДК 614:371

**ІНТЕГРАЦІЯ ДОКУМЕНТАЛЬНИХ ТА ХУДОЖНІХ
ДЖЕРЕЛ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ ЯК ЗАСІБ
ФОРМУВАННЯ РАДІОЕКОЛОГІЧНОЇ ГРАМОТНОСТІ
УЧНІВ**

Романюк Д. О., Москалюк Н. В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: dianaaromanuk@gmail.com

Основною метою сучасної природничої освіти, згідно зі стандартами, є забезпечення розуміння учнями краси та дивовижності науки, а також формування навичок критичного споживання науково-технічної інформації у повсякденному житті [5, с. 11]. У постчорнобильський період це завдання стає критично важливим для збереження здоров'я. Як зазначає М. Кулик, навчання має подолати слабкі місця системи, яка фокусувалася на дискретних фактах, і перейти до вивчення

наскрізних концепцій та дисциплінарних ідей [5, с. 12].

Мета дослідження полягає в тому, щоб обґрунтувати ефективність інтеграції художньо-документальних джерел та науково-популярної літератури у процес навчання біології для формування радіоекологічної грамотності та навичок критичного мислення учнів у постчорнобильський період.

Згідно з дослідженням М. Кулика, лише зосередження на обмеженій кількості наскрізних концепцій та інтеграція документальних голосів минулого дозволяє учням критично оцінювати інформацію та свідомо ставитися до збереження здоров'я [5, с. 13]. На уроках біології при вивченні впливу радіації на живі системи критично важливим є звернення до «документальних голосів» очевидців. Книга С. Алексієвич «Чорнобильська молитва» (розділ «Дитячий хор») містить спогади, що демонструють повну відсутність радіобіологічних знань у перші дні аварії [1, с. 243–246]. Діти описують, як спостерігали за «незвичним малиновим сяйвом» над станцією, не розуміючи, що бачать потік іонізуючого випромінювання. Вчителі згадують, як проводили уроки при відчинених вікнах для «свіжого повітря», поки на подвір'ї осідав радіоактивний пил, а дітям наказували закопувати у пісок іграшки, бо пісок став «брудним» [1, с. 244–246].

Проблема збереження здоров'я в постчорнобильський період включає і аспекти соціальної адаптації. У збірці оповідань Є. Гуцала «Діти Чорнобиля» розкриваються трагічні долі школярів, які змушені були покинути домівки та звикати до статусу «переселенців» у нових школах [2].

Для зацікавлення сучасної молоді, яка сприймає Зону відчуження через досвід нелегальних подорожей та «сталкерства» (що описано у творах М. Камиша), важливо спрямувати цей інтерес у наукове русло [3, с. 15]. Розуміння історії трагедії та фізико-біологічних процесів стає доступним завдяки науково-популярним виданням, таким як книга К. Міхаліциної та С. Дворницького «Реактори не вибухають» [4, с. 42]. Використання такої літератури дозволяє учням брати участь у наукових дослідженнях та інженерному проектуванні власної безпеки, постійно переглядати та поглиблюючи свої знання протягом декількох років навчання [5, с. 12].

Аналізуючи стратегії інноваційного розвитку природничої освіти, ми підсумовуємо, що радіоекологічне виховання на уроках біології має за мету не лише заучування фактів, а формування навичок, достатніх для продовження пізнання науки поза школою.

Список літератури:

1. Алексієвич С. Чорнобильська молитва: хроніка майбутнього. Київ : Комора, 2016. 288 с.
2. Гуцало Є. П. Діти Чорнобиля : оповідання. Київ : Веселка, 1995. 104 с.
3. Камиш М. Оформляндія: прогулянка в Зону. Київ : Нора-Друк, 2015. 164 с.
4. Міхаліцина К., Дворницький С. Реактори не вибухають. Коротка історія Чорнобильської катастрофи. Київ : Портал, 2020. 88 с.
5. Кулик М. М. Радіоекологічна освіта та виховання учнівської молоді. *Стратегії інноваційного розвитку природничих дисциплін*: зб. матеріалів III Всеукр. наук.-практ. конф. (25–26 березня 2021 р.). Кропивницький, 2021. С. 11–13.

УДК 316.6:159.972:614.876(477)

**ЧОРНОБИЛЬСЬКА ТРАГЕДІЯ ЯК КОЛЕКТИВНА
ПСИХОЛОГІЧНА ТРАВМА УКРАЇНЦІВ**

Свідерська Г. М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: sviderska.g@gmail.com

26 квітня 2026 року виповнюється сорок років з часу найстрашнішої і найбільш руйнівної за своїми наслідками техногенної катастрофи – аварії на Чорнобильській атомній електростанції. За весь період існування ядерної енергетики це наймасштабніша подія як за кількістю загиблих і потерпілих людей, так і за економічним збитком. За даними організації «Союз Чорнобиль», із 600 тис. ліквідаторів аварії 10% померли, а 165 тисяч стали інвалідами, понад 8% території нашої держави зазнало прямого радіаційного ураження, офіційно постраждало близько трьох мільйонів осіб [1, с.154]. Однак сучасні дослідники

переконані, що психологічні наслідки цієї події є більш тривалими та соціально опосередкованими, ніж суто медичні ефекти радіації. Чорнобильська трагедія є однією з чорних сторінок вітчизняної історії, прикладом колективної психологічної травми нашого народу поряд із травмами, спричиненими двома світовими війнами, Голодомором, радянською окупацією-геноцидом, жахіттями сучасної російсько-української війни. Як відомо, колективна травма є психічною травмою, яка вплинула на групу людей внаслідок глобальної травматичної ситуації соціального, екологічного, техногенного або іншого характеру [2].

Колективна травма, на відміну від індивідуальної, має поширеність у просторі (тобто охоплює не тільки безпосередньо травмованих учасників) і поширеність у часі (має довготривалий характер і виходить за межі одного покоління). Нащадки жертв терору, геноциду чи катастрофи «успадковують» травму, стають її носіями, якщо їхні предки з нею не впоралися через відсутність або недостатність заходів зцілення. Як свідчить наша історія, таких заходів практично не було, травма не була достатньо «загоєна», оплакана, ритуалізована. На думку П. Горностая, суттєвим травмувальним фактором катастрофи на ЧАЕС було майже повне замовчування події впродовж перших днів у радянській пресі та офіційних заявах уряду. Пізніше широко застосовувалася тактика спотворення інформації через значне применшення масштабів і наслідків аварії. Відтак онтологічна безпека, штучно сконструйована радянською ідеологією, трансформувалася в онтологічну незахищеність, а згодом у культурну травму [1, с.154]. Для українців досі не доступні усі документи, які б пролили світло на справжніх винуватців трагедії, розставили всі крапки над «і». Сьогодні річниця Чорнобильської аварії накладається на сучасну ситуацію війни, і це підсилює відчуття травми, яка знову повторюється для України у жахливих масштабах.

Список літератури:

1. Горностай П. П. Психологія колективних травм: монографія. Інститут соціальної та політичної психології. Кропивницький: Імекс-ЛТД, 2023. 336 с.

2. Франкова І, Чабан О. Колективна травма населення України: реалії, перспективи та можливість дослідження трансгенераційного аспекту. *Психосоматична медицина та загальна практика*. 2023. Т.8. № 3. DOI: 10.26766/pmgrp.v8i3.442

УДК37.091.3:504(477)

**ОСВІТНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ
КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ
НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ В
КОНТЕКСТІ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ.**

Сірант О. В.

Тернопільський обласний комунальний інститут післядипломної
педагогічної освіти

E-mail: sirant2020@gmail.com

Аварія на Чорнобильській атомній електростанції 26 квітня 1986 року стала з найбільшою техногенною катастрофою в історії людства. Унаслідок вибуху реактора значна кількість радіоактивних речовин була викинута в атмосферу та розширилася на території багатьох країн Європи. За даними міжнародних досліджень, катастрофа призвела до масштабного радіоактивного забруднення довкілля, евакуації сотень тисяч людей та значних соціально-економічних наслідків. Актуальність дослідження зумовлена забезпеченістю формування в учнів сучасного наукового світогляду, здатності аналізувати екологічні проблеми та розуміти ризики техногенної діяльності людини. У контексті реформування освіти особливе значення має компетентнісний підхід, що передбачає не лише закріплення знань, але й формування здатності відкласти їх у реальних життєвих ситуаціях. Одним із ключових принципів сучасної освіти є компетентнісний підхід, який забезпечує формування в учнів інтегрованих умінь, знань і цінностей, інших для життя в сучасному суспільстві.

Концепція Нової української школи базується на формуванні ключових компетентностей: екологічна грамотність і здорове життя; природничо-наукова компетентність; громадянська та соціальна компетентність; інформаційно-цифрова компетентність. Вивчення наслідків Чорнобильської

катастрофи створює сприятливі умови для реалізації міжпредметної інтеграції та формування цих компетентностей. Дослідження сучасної педагогіки підкреслюють, що формування радіаційної грамотності є компонентом природничої освіти, особливо для країн з розвиненою атомною енергетикою. Учителі природничих дисциплін мають формувати ключові компетентності при поясненні явищ радіоактивності та їх впливу на довкілля і здоров'я людей [2, с. 178–183].

Вивчення наслідків Чорнобильської катастрофи має міждисциплінарний характер і може інтегрувати зміст різних навчальних предметів.

На уроках хімії учні можуть вивчати: радіоактивність і радіоактивний розпад; властивості радіонуклідів (Cs-137, Sr-90, I-131); хімічні процеси міграції радіонуклідів. На уроках біології доцільно розглядати: вплив іонізуючого випромінювання на клітини; мутації та генетичні зміни; адаптацію живих організмів до радіаційного впливу. У курсі географії можна аналізувати: поширення радіоактивного забруднення; зміни ландшафтів у зоні відчуження; соціально-економічні наслідки катастрофи.

Міжпредметна інтеграція допомоги формуванню цільового наукового світогляду учнів та розвитку системного мислення.

Досвід з викладання радіаційної тематики в школах різних країн показує, що інтеграція теми ядерної безпеки в навчальні програми сприяє формуванню відповідного ставлення до використання атомної енергії. [1, с. 317–320].

Список літератури:

1. Development of radiation education in schools after the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident — a study from the perspectives of regionality, multidisciplinary and continuity / Y. Kuroda et al. *Radioprotection*. 2020. Vol. 55, № 4. P. 317–324. URL: <https://doi.org/10.1051/radiopro/2020078>

2. Тимошук О. Обґрунтування структури радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук. *Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Педагогіка. Психологія»*. 2024. № 1. С. 178–183. URL: <https://doi.org/10.32782/academ-ped.psyh-2024-1.26>.

УДК 613.9+616.4+57.042

**ДЕЗАДАПТАЦІЯ ІНТЕГРАТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ
ІМУННОЇ СИСТЕМИ В ОСІБ, КОТРІ ЗАЗНАЛИ
ПРОЛОНГОВАНОГО ВПЛИВУ МАЛИХ ДОЗ
ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

Соколенко В. Л., Соколенко С. В.

Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького

E-mail: sokolenko@vu.edu.edu.ua

Питання стану здоров'я населення, котре зазнало впливу факторів аварії на ЧАЕС, залишається актуальним до цього часу [2]. Зокрема, це стосується осіб віком 18-24 роки, в яких ще не діагностовано гострих чи хронічних захворювань. Згідно з даними літератури, вік людини, на який припало радіаційне опромінювання, є одним з провідних факторів, що визначає наступні радіаційно-індуковані наслідки. Важлива роль у реалізації цих наслідків належить імунній системі [1]. Нами виявлені ознаки порушення адаптивних можливостей імунної системи, які, своєю чергою, корелювали зі змінами тиреоїдного статусу, ліпідного обміну та окисно-антиоксидантної системи у даної когорти населення України [3].

Обстежено 100 студентів віком 18-24 роки, котрі від народження до переїзду на навчання проживали на території, яка тривалий час перебувала в статусі зони посиленого радіоекологічного контролю Черкаської області. Під час екзаменаційної сесії, як фактора додаткового психоемоційного навантаження (зі зростанням концентрації кортизолу), у частини обстежених показник імунорегуляторного індексу CD4+/CD8+ вийшов за нижню межу гомеостатичної норми, що вважали проявом порушення інтегративної діяльності імунної системи. Статистичний аналіз показав, що предикторами ризику виявленої імуносупресії були стан гіпо- та гіпертиреозу, підвищена концентрація холестеролу ліпопротеїнів низької щільності (Хс-ЛПНЩ) та наявність синдрому вегето-судинних дисфункцій. При поєднанні кількох факторів ризик зниження імунорегуляторного індексу зростав. Таким чином, для прогнозування віддалених наслідків хронічного радіаційного

опромінювання для організму людини важливими залишаються пролонговані в часі дослідження з урахуванням численних факторів.

Список літератури:

1. Hernández L. et al. Aging and radiation: bad companions. *Aging Cell*. 2015. V.14(2). P.153-161. <https://doi.org/10.1111/accel.12306>
2. Minchenko J. M. et al. Role of radiosensitivity and radioresistance genetic markers in hematological and cardiovascular disease in persons exposed after the Chornobyl accident. *Probl. Radiac. Med. Radiobiol.* 2013. V.18. P. 220-231.
3. Sokolenko V. L., Sokolenko S. V. Manifestations of allostatic load in residents of radiation contaminated areas aged 18–24 years. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2019. V.10(4). P. 422-431. <https://doi.org/10.15421/021963>

УДК 574.4

**МЕХАНІЗМИ РАДІОАДАПТАЦІЇ БІОТИ
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ**

Стасів А. В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: standby148@gmail.com

Чорнобильська зона відчуження (ЧЗВ) за останні десятиліття перетворилася на унікальний природний полігон для вивчення довгострокового впливу іонізуючого випромінювання на живі системи. Попри катастрофічний характер аварії 1986 року, сучасний стан біоти ЧЗВ свідчить про запуск складних адаптаційних процесів, що охоплюють рівні від молекулярного до екосистемного. Дослідження цих механізмів є критично важливим для розуміння стратегій генетичної стабільності організмів в умовах хронічного опромінювання.

Одним із ключових механізмів виживання на клітинному рівні є активація систем репарації ДНК та антиоксидантного захисту. Встановлено, що організми дикої природи ЧЗВ демонструють здатність до швидкого «ремонт» генетичного

коду. Зокрема, птахів, що гніздяться на забруднених територіях, білки-репаратори (зокрема р53) перебувають у стані постійної готовності, що мінімізує кількість розривів ДНК порівняно з особинами з екологічно чистих регіонів [1]. Важливу роль відіграє явище радіаційного гормезису, за якого низькі дози опромінення стимулюють захисні сили. Наприклад, у мишоподібних гризунів поблизу «Рудого лісу» рівень антиоксиданту глутатіону в клітинах печінки на 20–30% вищий, ніж у контрольних групах, що дозволяє клітинам нейтралізувати вільні радикали до пошкодження мембран [1].

На організменному рівні спостерігаються стратегії селективної ізоляції радіонуклідів та епігенетичного регулювання. У водно-болотних екосистемах певні види риб здатні накопичувати Стронцій-90 у кістковій тканині, захищаючи від опромінення внутрішні органи [1]. У рослинному світі адаптація реалізується через метилювання ДНК – механізм, що дозволяє «налаштовувати» роботу генів без зміни самого коду. Рослини ЧЗВ передають цю епігенетичну «пам'ять» наступним поколінням, що проявляється у підвищеній стійкості саджанців до супутніх природних криз, таких як посуха чи надлишок ультрафіолету [3].

Особливу роль у стабільності екосистеми відіграє мікробіом. Бактерії родів *Deisococcus* та *Nitrobacter* витримують екстремальні дози радіації завдяки унікальним білкам, які миттєво «зшивають» розірвану ДНК [2]. Крім того, виявлено явища радіотропізму у меланін-вмісних грибів, які здатні перетворювати енергію випромінювання на ресурс для власного росту, фактично використовуючи радіацію як джерело енергії [2].

Важливим аспектом тривалої адаптації є взаємодія радіації з іншими техногенними чинниками, зокрема важкими металами. В умовах «комбінованого стресу» деякі види мохів та лишайників розвинули бар'єрні механізми, накопичуючи токсиканти (свинець, кадмій) у зовнішніх шарах клітин для захисту фотосинтетичного апарату [4]. Це підтверджує, що заповідна екосистема вибудувала нову рівновагу, де механізми детоксикації є універсальними. Таким чином, «вакуум людської присутності» та запуск глибоких молекулярних механізмів репарації стали вирішальними факторами відновлення

біорізноманіття Чорнобиля.

Список літератури:

1. Adaptive Responses under High Radiation: Studies of Chernobyl Wildlife and Ramsar Convention Inhabitants. *Dose-Response*. 2025. Vol. 23. DOI: 10.1177/15593258251385632.

2. Characterization of microbial communities in radiation-contaminated soils of the Chernobyl exclusion zone. *Journal of Microbiology*. 2017. Vol. 55. P. 500-515. DOI: 10.1007/s12275-017-7242-5.

3. Physiological and epigenetic responses of plants to ionizing radiation in the Chernobyl Exclusion Zone. *Physiologia Plantarum*. 2024. Vol. 176. e13745. DOI: 10.1111/ppl.13745.

4. Synergistic effects of radionuclides and heavy metals on the Chernobyl ecosystem: New insights into environmental stress. *Science of the Total Environment*. 2024. Vol. 912. 169542. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.169542.

УДК 37.017:504.7

**УРОКИ ЧОРНОБИЛЯ ЯК ЗАСІБ ГРОМАДЯНСЬКОГО
ВИХОВАННЯ ШКОЛЯРІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ
ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ**

Степанюк А. В., Міщук Н. Й.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: alstep@tnpu.edu.ua; mishchuk@chem-bio.com.ua

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю формування в учнів громадянської компетентності як ключової складової сучасної освіти, що визначена концепцією Нової української школи. В умовах глобальних екологічних викликів і суспільних трансформацій особливого значення набуває звернення до історичного досвіду, зокрема, осмислення Чорнобильської катастрофи як події, що стала маркером відповідальності, ризиків техногенного розвитку та ролі громадянського суспільства.

Катастрофа на Чорнобильській АЕС є не лише історичним фактом, а й потужним освітнім ресурсом, що дозволяє формувати у школярів критичне мислення, екологічну свідомість і ціннісне ставлення до життя. Вона має унікальний інтегративний

потенціал, що охоплює: історичний досвід; екологічні наслідки; соціально-політичні аспекти; морально-етичні дилеми. Це дозволяє розглядати її як міждисциплінарний освітній ресурс.

Концептуальною для нашого дослідження є думка про те, що громадянське виховання у навчальних предметах природничої освітньої галузі це не додатковий вид знань, який входить до їх змісту, а спосіб його осмислення. Такий підхід дозволяє здобувачам освіти через науку навчатися бути відповідальними громадянами, здатними приймати обґрунтовані рішення у складному і варіативному світі.

Проведений контекстний аналіз сутності таких понять, як «громадянське виховання» [1; 2], «Уроки Чорнобиля» (які ми тлумачимо як компонент моделі педагогічної інтеграції теми Чорнобиля у міжпредметний освітній простір) [3], а також зіставлення їх із змістом навчальних предметів природничої освітньої галузі, дозволило нам виокремити якості, цінності й установки, які доцільно формувати у школярів в процесі здобуття ними природничої освіти і через які типові навчальні ситуації. Наведемо їх перелік.

1. Громадянські якості (як риси поведінки).

У процесі вивчення біології, хімії, фізики, географії доцільно цілеспрямовано формувати: *відповідальність за наслідки рішень* (через аналіз екологічних кейсів (забруднення, біотехнології, енергетика); *доказовість і раціональність мислення* (уміння спиратися на наукові факти, а не на міфи чи маніпуляції); *критичність* (здатність адекватно оцінювання джерел інформації (наукові та псевдонаукові дані); *готовність до активної діяльності* (здатність долучатися до громадських обговорень екологічних і технологічних рішень); *екологічна відповідальність* (дотримання принципів сталого природокористування у власній поведінці).

2. Громадянські цінності (як внутрішні орієнтири).

Зміст навчальних предметів природничої освітньої галузі дозволяє формувати: *цінність життя і здоров'я* (людини та біосфери загалом); *цінність наукової істини* (повага до наукового знання як суспільного блага); *цінність сталого розвитку* (баланс між економічними потребами і збереженням довкілля); *цінність спільного блага* (усвідомлення, що природні ресурси є

колективною відповідальністю); *етичність наукової діяльності* (розуміння меж допустимого (принципи біо(еко)етики, генна інженерія, експерименти, використання ресурсів).

3. Громадянські установки (як готовність діяти певним чином).

Це найбільш «практичний» рівень, який проявляється у поведінкових намірах: *готовність діяти екологічно відповідально* (сортуння відходів, енергоощадність, свідоме споживання); *готовність до аргументованої дискусії* з питань науки і суспільства (наприклад, вакцинація, ГМО, зміна клімату); *нетерпимість до псевдонауки і дезінформації*; *готовність до колективних рішень* (участь у проєктах, громадських ініціативах, шкільному самоврядуванні); *установка на безпеку* (дотримання норм безпечної поведінки (у лабораторії, побуті, довкіллі).

Експериментальні дослідження різноманітних методик проведення «Уроків Чорнобиля» дозволили нам прийти до висновку, що найкращого результату у формуванні виокремлених якостей, цінностей та установок щодо громадянського виховання школярів в процесі здобуття ними природничої освіти можна досягнути шляхом використання проблемно-орієнтованих завдань і кейсів: аналіз локальних екологічних проблем; моделювання суспільних рішень (наприклад, будівництво заводу та екологічні ризики); робота з реальними даними та науковими джерелами; проєктна діяльність із соціальним компонентом. Ефективними є такі методи: кейс-метод; проблемне навчання; дебати; проєктна діяльність; аналіз медіатекстів; інтегровані уроки.

Наведемо приклади декількох апробованих нами кейсів:

1. Кейс «Наука і ризик»

Опис ситуації: Вчені пропонують нові ядерні технології, які дешевші, але менш перевірені.

Запитання: Чи варто ризикувати заради прогресу? Яка роль науки у запобіганні катастрофам? Хто відповідає за наслідки?

2. Кейс «Екологічна відповідальність»

Опис ситуації: Сучасні підприємства забруднюють довкілля, але забезпечують робочі місця.

Запитання: Що важливіше: економіка чи екологія? Чи

можна знайти баланс? Які уроки Чорнобиля тут актуальні?

3. Кейс «Особистий вибір»

Опис ситуації: Ви дізналися про екологічну небезпеку у своєму місті, але більшість людей ігнорує проблему.

Запитання: Чи варто діяти самостійно? Як вплинути на інших? Чи несе людина відповідальність за бездіяльність?

4. Кейс «Майбутнє енергетики»

Опис ситуації: Людство стоїть перед вибором: розвивати атомну енергетику чи відмовитися від неї після досвіду Чорнобильська катастрофа.

Запитання: Чи можливе «безпечне майбутнє» атомної енергетики? Які альтернативи існують? Яке рішення ви підтримуєте і чому?

Результати їх впровадження (на рівні пілотних спостережень) свідчать про підвищення рівня у здобувачів освіти критичного мислення; екологічної свідомості; громадянської відповідальності.

Отже, Чорнобильська катастрофа є ефективним засобом формування громадянської компетентності школярів. Її освітній потенціал реалізується через міжпредметну інтеграцію та інтерактивні методи навчання. Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні цілісної моделі педагогічної інтеграції теми Чорнобиля у міжпредметний освітній простір, формування громадянської компетентності школярів засобом використання інформації про Чорнобильську аварію.

Список літератури:

1. Бех І. Д. Виховання особистості : підруч. для студ. ВНЗ. Київ : Либідь, 2008. 840 с.

2. Пометун О. Активне навчання учнів історії та громадянської освіти у контексті запровадження Державного стандарту базової середньої освіти. *Український педагогічний журнал*. 2021. № 4. С. 106–115. URL : https://lib.iitta.gov.ua/729328/1/20UPJ_2021_04_web.pdf

3. Chernobyl Prayer: A Chronicle of the Future. Great Britain : Penguin Books, 2016. 304 p.

УДК 367:387.3(487)

**ВПЛИВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ НА
ПСИХІЧНЕ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНЦІВ**

Трисирука Н.В., Савелюк Н. М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: trisirukanadia84@gmail.com

Минає вже 40 років від тої страшної дати, як на Чорнобильській атомній електростанції сталася аварія, наслідки якої мають глобальний та непередбачувальний характер. Їх вивчення викликає питання біологічної значущості впливів малих рівнів радіації, тому що аналогів подібної аварії до цього часу не зустрічалося. [1; 2].

З роками негативний вплив катастрофи поступово зменшується, відбувається природне самоочищення території, радіоактивний фон падає. При цьому найбільшою проблемою медицини залишається вплив Чорнобиля на психічне здоров'я українців.

Підсумки пост-чорнобильського лиха мають катастрофічний характер і призводять до відчутної деформації самого способу життя мільйонів людей, а також спричинюють низку глобальних змін у психіці. А це: хронічний стрес, депресія, зростання конфліктності і поширення неконструктивних засобів подолання життєвих утруднень (алкоголізм, прояви ауто-агресії тощо), втрата життєвої перспективи, агресивність одних і споживацтво інших.

Радіофобія, панічні розлади, астеноневротичний синдром, у поєднанні з уже наявними захворюваннями викликали цілий комплекс психосоматичних і соматопсихічних порушень [3].

Надто вузьке тлумачення наслідків аварії призвело до концентрації уваги передусім на екологічних та медичних проблемах. Але, як відомо, здоров'я – це не тільки відсутність хвороб чи інвалідності, це поняття включає в себе, крім соматичного, також психічне благополуччя населення, зокрема дітей. Спочатку усі проблеми зі здоров'ям пов'язувалися з Чорнобилем, потім настала психічна втома і млява реакція, проте ціле покоління до цього часу пов'язує свої проблеми з цією

трагедією. На сьогодні це явище починає поступово відходити на задній план і стиратися з пам'яті. Проте у великій групі людей під впливом психосоматичних порушень сформувалася низка патологічних змін в організмі, що призвело до хронічної патології та інвалідизації.

У зв'язку з цим виникає необхідність вивчення перед-патологічних нервово-психічних порушень, різних психічних симптомів, які не досягли ступеня хвороби і зустрічаються як «аналоги симптому».

Згідно з проведеними після чорнобильської аварії науковими дослідженнями, у дітей та підлітків із зон радіаційного забруднення сталися помітні зміни в учбовій діяльності та якостях особистості. Серед них значне місце займають непатологічні форми психогенії, які виявляються в тимчасовій емоційній напруженості, функціональними розладами ЦНС з появою синдрому екологічної дезадаптації, основними проявами якого є підвищена збудливість, рухова гіперактивність аж до розгальмованості, швидка втомлюваність, що призводить до зниження успішності навчання, поведінкових розладів, невротичних реакцій [4].

Ці обставини вимагають підвищення ефективності психологічної допомоги дітям – мешканцям радіаційно забруднених територій і не тільки.

Особливо важливим являється психологічне вивчення і виявлення легких, допатологічних відхилень і психічних відхилень у психічному стані дітей, які не досягли ступеня хвороби, але в значній мірі визначають психічний розвиток і стан психічного здоров'я в подальшому житті особи [3].

У лікуванні проблем, пов'язаних з Чорнобилем, важливу роль відіграють не тільки медикаментозні засоби, але і психотерапія. Психотерапевтична корекція нормалізує вегетативні порушення і допомагає суттєво підвищити рівень психофізіологічної адаптації хворих на різноманітні захворювання. Результатом лікування є: посилення стабільності вегетативних функцій, нормалізується сон, підвищується настрій, зникають депресивні розлади. Це допомагає у подоланні психічних і психосоматичних порушень серед постраждалих внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС.

Безумовно, стрес, пов'язаний із найбільшою у світі радіаційною техногенною аварією, евакуація, переселення, пострадянські соціально-економічні зміни у суспільстві, недосконала політика соціального захисту постраждалих з боку держави, невизначеність майбутнього спричинили погіршення психічного здоров'я постраждалих. Але ще й існує нагальна потреба розробки і впровадження загальнонаціональної системи охорони психічного здоров'я постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи та можливих у майбутньому радіаційних аварій.

Травма від Чорнобильської аварії сьогодні – це не стільки про радіацію, скільки про довготривалий стрес, соціальну ізоляцію та відчуття вразливості, що посилюються новими кризами (зокрема війною) [4].

Список літератури:

1. Міністерство охорони здоров'я України. Стан психічного здоров'я населення України після аварії на ЧАЕС. Київ, 2016. 72 с.
2. Національна академія медичних наук України. Медико-психологічні наслідки Чорнобильської катастрофи. Київ, 2018. 120 с.
3. Логановський К. М. Психічне здоров'я постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС. *Журнал психіатрії та медичної психології*. 2015. № 2. С. 5–12.
4. Яворівський О. П. Психосоматичні розлади у постраждалих від Чорнобильської катастрофи. Київ: Здоров'я, 2010. 180 с.

УДК 581.1:504.5:546.3

**ВПЛИВ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ПРОРОСТАННЯ
НАСІННЯ *CARLINA ONOPORDIFOLIA* BESSER EX
SZAFER, KULCZ. ET PAWL. В УМОВАХ IN VITRO**

**Федорчук В. Ю., Прокоп'як М. З., Сташків І. П.,
Голіней Г. М., Дробик Н. М.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: viktoriafedorcuk2005@gmail.com

Забруднення ґрунтів і вод унаслідок промислової та військової діяльності спричиняє накопичення важких металів: кадмію (Cd), міді (Cu), свинцю (Pb) тощо у довкіллі. Ці метали мають шкідливий вплив на рослини, особливо на початкових етапах розвитку, коли формуються основні тканини зародка, а природні механізми захисту ще недостатньо функціонують. Проростання насіння є важливим індикатором життєздатності рослин, а його уповільнення чи пригнічення може суттєво знижувати чисельність виду.

Відомо, що кадмій проявляє сильний негативний вплив на молоді проростки. Його іони порушують функціонування ферментів, які регулюють процеси дихання та фотосинтезу, що призводить до накопичення вільних радикалів кисню та виникнення окислювального стресу. Наслідком цього є помітне зниження відсотка пророслого насіння, зменшення довжини коренів і пагонів, а також скорочення загальної біомаси проростків. Сvineць також небезпечним для початкових стадій розвитку: накопичується в тканинах насіння, перешкоджає поглинанню води, уповільнює проростання, знижує енергію проростання та пошкоджує клітинні оболонки. Мідь у невеликих дозах є необхідним мікроелементом для рослин, беручи участь у ферментативних процесах, синтезі хлорофілу та розвитку кореневої системи. Однак надлишок міді викликає пожовтіння листя (хлороз), уповільнює ріст коренів і пагонів та знижує показник проростання. Отже, різні важкі метали впливають на проростання по-різному: кадмій і свинець суттєво пригнічують проростання та ріст, тоді як мідь у невисоких концентраціях може його стимулювати, але стає шкідливою при підвищенні

вмісту важких металів [1–4].

У лабораторних дослідженнях визначають такі ключові показники проростання насіння: відсоток пророслого насіння, енергію проростання, довжину кореня та пагона, загальну масу проростків. Також можна розраховувати наступні індекси проростання насіння: відсоток кінцевої схожості, середньодобова схожість, середній час проростання, індекс схожості [5]. З літератури відомо, що порівняльний аналіз впливу кадмію, міді та свинцю на різні рослини виявив чітку закономірність: при дії кадмію спостерігається різке зниження відсотка проростання, значне скорочення довжини кореня та пригнічення росту пагонів, що супроводжується окислювальним стресом. Мідь у невеликих концентраціях сприяє проростанню та збільшує довжину коренів і пагонів, однак при високих дозах відсоток проростання знижується, а ріст коренів і пагонів сповільнюється. Свинець виявляє помірно високу токсичність: він зменшує відсоток проростання, істотно впливає на скорочення довжини кореня та спричинює зменшення біомаси проростків через порушення поглинання води [2].

На основі аналізу наукових джерел узагальнено типові ефекти впливу іонів важких металів на проростання насіння рослин і наведено ключові показники: відсоток проростання, довжина кореня та характерні риси токсичного впливу кожного металу. Кадмій спричиняє різке зниження відсотка проростання та скорочення довжини кореня, викликаючи сильний окислювальний стрес. Мідь може помірно знижувати проростання або навіть стимулювати його при низьких концентраціях; вплив на довжину кореня при цьому відносно незначний, а метал необхідний рослині в малих дозах. Свинець значно знижує відсоток проростання та сильно впливає на ріст кореня, порушуючи водопоглинання рослиною [1, 3].

Насіння *Carlina opordifolia* Besser ex Szafer, Kulcz. et Pawł. було зібране на г. Голиця, с. Гутисько, Бережанський район, Тернопільська область (295 м н. р. м.). Після стерилізації та попереднього замочування насіння у розчині 1 мг/мл індол-3-оцтової кислоти (IAA) насіння висаджували у стерильні чашки Петрі на агаризоване живильне середовище Мурасіге та Скуга з половинним вмістом макро- та мікроелементів без додавання

регуляторів росту. Проростання насіння відбувалося за температури 20–22 °С, фотоперіоду 16 годин світла / 8 годин темряви, при інтенсивності освітлення 3000 люкс та відносній вологості 55–60 %. Вплив іонів важких металів на проростання насіння *C. oporordifolia* було досліджено на прикладі CdCl_2 . При цьому протестовано концентрації CdCl_2 1 мМ, 5 мМ та 10 мМ; контроль – насіння, пророщене на середовищі без додавання кадмію. Кожен варіант досліду проводили у трьох повторностях.

Проростання насіння відслідковували впродовж 14 днів. У контрольних варіантах проростання починалося на 6-й день після висіву, а у дослідних варіантах – на 9-й день. У контрольних умовах насіння демонструвало максимальне значення відсотка кінцевої схожості, що становило 83 % на 14-й день. Цей показник був вищим у контрольних рослин приблизно в 1,3 раза за концентрації іонів Cd^{2+} 1 мМ та 5 мМ, а при 10 мМ – у 3 рази. Аналогічна динаміка спостерігалася й для показника середньодобової схожості, який знижувався зі збільшенням концентрації іонів Cd^{2+} , що свідчить про загальне уповільнення темпів проростання. Індекс проростання зменшувався пропорційно до концентрації іонів Cd^{2+} , підтверджуючи сильний стресовий вплив іонів кадмію на швидкість проростання та якість проростків. Попри негативний вплив Cd-стресу, насіння здатне було проростати навіть при найвищій концентрації кадмію, проте згодом у проростків, вирощених на середовищі з 10 мМ Cd^{2+} , а також у деяких, оброблених 5 мМ, з'являлися некротичні коричневі плями на листках. У жодному з дослідних варіантів не спостерігалось утворення коренів.

Отримані висновки підтверджують, що ранні етапи розвитку *C. oporordifolia* чутливі до впливу іонів важких металів, зокрема кадмію. Отримані дані мають практичну цінність для передбачення впливу промислового та військового забруднення на природні рослинні угруповання, а також для створення стратегій захисту біорізноманіття та підтримки життєздатності видів за несприятливих умов.

Список літератури:

1. Тюріна О. В. Оцінка впливу солей важких металів на проростання насіння рослини-біоремедіатора *Paulownia tomentosa* : дипл. робота. Одеса: ОНУ ім. І.І. Мечникова, 2017.

URL: <https://dspace.onu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/79515bb0-dd50-4efd-9c99-26c0998a93f7/content>.

2. Магнер А. Л. Вплив солей важких металів на проростання рослин тест-об'єктів : зб. ст. міжнар. наук. конф. Одеса : ОНУ, 2017. URL: <https://dspace.onu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/6552cd8d-ac93-4151-9060-af345eebcb76/content>

3. Журавльова І. М. Застосування гістохімічного методу при вивченні розподілу важких металів у проростках кукурудзи. *Біологія та валеологія* : наук. зб. Харків, 2019. URL: <https://dspace.hnpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/4faca26e-d35f-4b3e-aa27-c1eb91a4d8b2/content>

4. Almaghrabi O. A., Abdelmoneim T. S., Albishri H., Moussa T. A. A. Enhancement of maize growth using some plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) under laboratory conditions. *Life Science Journal*. 2014. Vol. 11 (11). P. 764–772.

УДК: 616.441-008.64:504.5(477.41)

ЙОДНА ПРОФІЛАКТИКА ЯК ЗАСІБ ЗАХИСТУ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ ПРИ РАДІАЦІЙНИХ АВАРІЯХ

Целінь Я. М., Чень І. Б.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: yanatselin@gmail.com

Аварія на Чорнобильській АЕС, яка відбулась 26 квітня 1986 року, призвела до масштабного радіоактивного забруднення навколишнього середовища. В атмосферу потрапила значна кількість радіонуклідів, серед яких ізотоп йоду I-131 [1].

У щитоподібній залозі людини радіоактивний йод накопичується дуже швидко. Тому ця залоза є одним із найбільш радіочутливих органів при радіаційних аваріях. Найбільше I-131 вразив дітей, оскільки саме в них процеси синтезу тиреоїдних гормонів відбуваються інтенсивніше, а маса щитоподібної залози є значно меншою. І це призводить до високої дози опромінення на одиницю тканини. Водночас значного впливу зазнали і підлітки віком до 18 років, які на момент аварії також входили до

групи підвищеного ризику розвитку патологій щитоподібної залози [3].

Основним шляхом надходження радіоактивного йоду до організму людини після аварії було споживання забруднених продуктів харчування, насамперед молока та молочних продуктів місцевого виробництва. Після потрапляння до організму ізотоп I-131 включається у метаболічні процеси щитоподібної залози, де відбувається його накопичення та подальший радіоактивний розпад з випромінюванням β -частинок та γ -квантів. Період напіврозпаду I-131 становить близько 8 діб, однак навіть за відносно короткий час цей ізотоп здатний викликати значне локальне радіаційне навантаження на тканини органу [2].

Іонізуюче випромінювання призводить до пошкодження клітинних структур, зокрема ДНК, що може викликати мутаційні зміни, порушення клітинного поділу та розвиток патологічних процесів у тканині щитоподібної залози. У результаті таких змін можуть формуватися вузлові утворення, гіперплазія та інші морфологічні порушення функціонального стану органу. Дослідження показали, що через 10–15 років після аварії спостерігалось збільшення об'єму щитоподібної залози та підвищена частота вузлових змін серед осіб, які зазнали впливу I-131 у дитячому віці [3].

Особливу небезпеку становило також опромінення під час вагітності, оскільки радіоактивний йод здатний проникати через плаценту до плода, накопичуючись у його щитоподібній залозі. Після народження опромінення могло продовжуватися через грудне молоко, що спричиняло додатковий внутрішній вплив на немовля. Можливі і зміни нейроендокринної регуляції в організмі дітей, які зазнали пренатального або раннього постнатального опромінення радіоактивним йодом. Такі ефекти пов'язані з порушенням гормонального балансу та функціонування гіпоталамо-гіпофізарно-тиреоїдної системи [3].

Йодна профілактика є ефективним і організаційно простим заходом зменшення негативного впливу радіоактивного йоду на щитоподібну залозу. Вона полягає у прийомі препаратів

стабільного йоду (калій йодид), який здійснює блокаду щитоподібної залози і перешкоджає накопиченню в ній радіоактивних ізотопів йоду та подальшій їх участі у синтезі тиреоїдних гормонів [5].

В даний час особливості проведення йодної профілактики у разі виникнення радіаційних аварій затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 408 від 09.03.2021.

Оптимальний ефект йодної профілактики можливий за умови завчасного прийому препарату за 6 і менше годин до надходження радіоактивних ізотопів йоду. Допустимий період для прийому стабільного йоду становить 24 години до і протягом шести годин після очікуваного початку впливу радіоактивного йоду. Початок йодопрофілактики пізніше, ніж через 14 годин після впливу радіоактивного йоду може завдати шкоди, так як сприятиме продовженню біологічного періоду піврозпаду радіоактивних ізотопів йоду, які вже накопичились у щитоподібній залозі [4].

На жаль, під час аварії на Чорнобильській АЕС йодна профілактика не була проведена вчасно так як «Тимчасова інструкція щодо екстреної профілактики уражень радіоактивним йодом» була затверджена МОЗ СРСР 07. 05. 1986 р. і надійшла в Україну лише 09. 05. 1986 р.

Крім того, значна частина території України знаходиться в зоні природного дефіциту йоду. В умовах хронічної нестачі йоду посилюється поглинання радіоактивного йоду щитоподібною залозою з навколишнього середовища. Тому вважають, що фоновий дефіцит йоду у населення України мав суттєвий вплив на підвищення частоти захворювань щитоподібної залози внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС [5].

Таким чином, радіоактивні ізомери йоду відіграли ключову роль у формуванні радіобіологічних наслідків для щитоподібної залози у різних груп населення України після аварії на Чорнобильській АЕС. Дослідження цих процесів має важливе значення для розуміння механізмів дії іонізуючого випромінювання на організм людини та для вдосконалення

систем радіаційного захисту і профілактики у разі можливих ядерних аварій у майбутньому.

Список літератури:

1. Піддубна А. Роль аварії на ЧАЕС у розвитку патології щитоподібної залози. Буковинський державний медичний університет: веб-сайт. URL: <https://www.bsmu.edu.ua/blog/rol-avari-na-chaes-u-rozvitku-patologi-shhitopodibno-zalozi/>

2. Коваленко Н. Жертви Чорнобиля і медичні наслідки радіації. Радіо Свобода: веб-сайт. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/27677731.html>

3. Логановський К. М., Талько В. В., Камінський О. В., Афанасьєв Д. Є., Масюк С. В., Логановська Т. К., Лавренчук Г. Й. Нейроендокринні ефекти пренатального опромінення радіоактивним йодом (огляд). *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2019. Вип. 24. С. 20–52.

5. Наказ МОЗ України від 09.03.2021 №408 «Про затвердження Регламенту щодо проведення йодної профілактики у разі виникнення радіаційної аварії». URL: <https://moz.gov.ua/uk/decrees/nakaz-moz-ukraini-vid-09032021--408-pro-zatverdzhennja-reglamentu-schodo-provedennja-jodnoi-profilaktiki-u-razi-viniknennja-radiacijnoi-avarii>

6. Скалецький Ю. М., Савицький В. Л., Печиборщ В. П., Насвіт О. І., Гуценко І. В. Проблеми йодної профілактики в Україні на випадок радіаційної аварії на атомній електростанції. *Вісник проблем біології і медицини*. 2014. Вип. 3, т. 1 (110). С. 321–325.

**ДОННІ БЕЗХРЕБЕТНІ ОЗЕРА ДАЛЕКЕ
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ**

Цибульська А.А.

Інститут гідробіології НАН України, Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник

E-mail: asyaieva-ihb@ukr.net

Представлено результати перших і натеper єдиних досліджень донних безхребетних (зообентосу) озера Далеке – у зв'язку з воєнними діями доступ до нього ускладнений. У липні – серпні 2016–2018 рр. зообентос досліджували на двох станціях озера на глибині 1–4 м, і на прибережних ділянках (0,2 м).

Озеро Далеке – невелике за площею (0,01 км²), відносно глибоке (до 6,6 м) озеро лівобережної заплави р. Прип'ять [1], входить до території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника. Донні ґрунти піщано-мулисті із включенням рослинних решток. Частка покриття акваторії вищими водними рослинами (ВВР) 5–10% [1], зообентос до глибини 2 м відбирали в основному в заростях ВВР.

Загальний список нараховував 48 НІТ (нижчих ідентифікованих таксонів) з 11 груп безхребетних. Найбільшою кількістю НІТ відрізнялись Oligochaeta і личинки Chironomidae (по 17 НІТ). Інші групи (Turbellaria, Nematoda, Ostracoda, Isopoda, личинки Odonata, Ephemeroptera, Trichoptera, інших Diptera та Gastropoda) були представлені 1–3 НІТ. Близьке таксономічне багатство (41 НІТ) зареєстровано у оз. Глибокому, дещо більшому, розташованому поруч [2]. Кількість НІТ по роках була різною, між роками подібність таксономічного складу низька – в окремий кластер виділився склад зообентосу у 2018 (29%, 20 НІТ), подібність 2016 і 2017 р. Становила 35% (відповідно 24 і 30 НІТ). На менших глибинах (0,1–2 м) кількість НІТ була вищою (9–17), на глибині 4 м – лише 2–4. Максимальна кількість НІТ зообентосу відмічена серед заростей ВВР (глечики, очерет). У 2018 р. відмічено зниження таксономічного багатства на глибині 2–4 м. Чи пов'язано це з погіршенням умов мешкання (кисневий режим, заростання ВВР) сказати складно. Так, личинки *Chaoborus* sp. (яких вважають індикатором заморних умов) в усі

роки зустрічались на глибині 4 м, а у 2018 р. – уже на 2 м.

Чисельність на станціях коливалась у межах 1000–17800 екз/м², біомаса – 2,57–26,81 г/м². Максимальні кількісні показники відмічені на глибині 2 м, максимальна чисельність – у заростях ВВР. Чисельність в середньому знизилась у 2018 р., біомаса залишилась на подібному рівні. Угруповання мали полідомінантну структуру за кількісними показниками і різнились практично на усіх станціях, за винятком глибини 4 м, де угруповання визначалось домінуванням *Chaoborus* sp.

Список літератури:

1. Зуб Л.М., Прокопук М.С., Гудков Д.І. Багаторічні спостереження за структурою заростей макрофітів у заплавах водоймах Чорнобильської зони відчуження. *Гідробіол. журн.* 2022. Т. 58. № 6. С. 41–56.

2. Силаєва А. Бентосні та перифітонні безхребетні оз. Глибоке (Чорнобильська зона відчуження) : зб. матеріалів Всеукр. наук.-практ. конф. «Об'єкти природно-заповідного фонду України: сучасний стан та шляхи забезпечення ефективної їх діяльності» (27–28 серп. (1 жовт.) 2024 р., м. Київ). Київ, 2024. С. 143–147.

УДК:582.475:630*23(282.247.322)

**РОЛЬ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (PINUS SYLVESTRIS L.) У
ВІДНОВЛЕННІ ПОРУШЕНИХ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ У
БАСЕЙНІ ПРИП'ЯТІ**

Чіпак Д. Т., Мацюк О. Б.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: diankaa.chipak@gmail.com

Лісові екосистеми басейну річки Прип'ять належать до природних комплексів Українського Полісся, які характеризуються значним біорізноманіттям та важливою екологічною роллю. Проте значна частина цих територій зазнала антропогенного впливу, зокрема внаслідок вирубування лісів, меліорації, пожеж та техногенних аварій. У зв'язку з цим актуальним є питання відновлення порушених лісових екосистем

із використанням аборигенних деревних порід, серед яких важливе місце посідає сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.).

Сосна звичайна (*P. sylvestris* L.) є однією з основних лісоутворювальних порід у лісах Полісся та широко поширена у північній частині України. Її значення зумовлене високою екологічною пластичністю, здатністю зростати на бідних піщаних ґрунтах, а також стійкістю до несприятливих кліматичних умов. Саме ці властивості роблять даний вид важливим компонентом процесів відновлення деградованих і порушених екосистем [1].

У басейні Прип'яті соснові ліси займають значні площі та відіграють ключову роль у формуванні лісових біогеоценозів. Встановлено, що соснові деревостани здатні ефективно накопичувати

біомасу та поглинати вуглець, що має важливе значення для стабілізації клімату та підтримання екологічної рівноваги регіону [2]. Крім того, сосна звичайна (*P. sylvestris* L.) бере участь у формуванні специфічних ґрунтових умов, сприяє накопиченню органічної речовини та покращує водний режим ґрунтів.

Важливою особливістю сосни звичайної (*P. sylvestris* L.) є її здатність швидко колонізувати відкриті або порушені ділянки, що робить цей вид типовою піонерною породою. На початкових етапах сукцесії сосна створює сприятливі умови для подальшого формування більш складних лісових угруповань, у яких поступово з'являються листяні породи та формується багаторярусна структура лісу [3]. Таким чином, соснові насадження часто виконують роль первинного етапу відновлення природних екосистем.

У регіонах Полісся, зокрема в басейні Прип'яті, сосна звичайна (*P. sylvestris* L.) також використовується у практиці лісовідновлення після лісових пожеж, суцільних вирубок та інших порушень. Її насадження характеризуються високою продуктивністю та здатністю формувати стабільні лісові фітоценози. Дослідження показують, що соснові деревостани можуть забезпечувати значний рівень киснепродуктивності та виконувати важливу екосистемну функцію щодо підтримання біогеохімічних циклів [2].

Крім екологічної ролі, сосна звичайна (*P. sylvestris* L.) є важливим індикатором стану навколишнього середовища. Зміни

морфологічних показників хвої, зокрема її довжини та кольору, можуть свідчити про рівень забруднення атмосферного повітря або вплив інших антропогенних факторів [4]. Це дає можливість використовувати соснові насадження для моніторингу стану лісових екосистем.

Отже, сосна звичайна (*P. sylvestris* L.) відіграє важливу роль у відновленні порушених лісових екосистем басейну Прип'яті. Завдяки своїй екологічній пластичності, здатності швидко освоювати порушені території та формувати стійкі деревостани, сосна звичайна (*P. sylvestris* L.) є ключовим елементом процесів лісовідновлення в регіоні. Подальші дослідження мають бути спрямовані на оптимізацію методів використання цієї породи у відновленні природних лісових екосистем та підвищення їх екологічної стійкості в умовах сучасних кліматичних змін.

Список літератури:

1. Мороз В. В., Криницький Г. Т. Біологічна продуктивність соснових деревостанів залежно від типу лісорослинних умов. *Збалансоване природокористування*. 2025. № 3. С. 45–52.
2. Lakyda P. I., Bilous A. M. Carbon sequestration potential of Scots pine forests in Polissia region of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2020. № 1. С. 13–19.
3. Анненков А. С. Особливості відтворення соснових насаджень Полісся природним шляхом. Стан і майбутнє лісової галузі : матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 2025. С. 40–44.
4. Никитюк П. А. Біоіндикація стану атмосферного повітря за допомогою сосни звичайної *Pinus sylvestris* L. *Вісник НУБГП*. 2022. № 3. С. 85–90.

УДК 598.2:502.4:355.01(477)

ВИКЛИКИ ВПЛИВУ ВІЙНИ НА ОРНІТОФАУНУ УКРАЇНИ

Шевчик Л. О., Фрицька Л. М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: shevchyklubov45@gmail.com

Військові конфлікти будучи потужним антропогенним фактором, – спричиняють значні трансформації природних екосистем. Війна охоплює широкий спектр взаємодії людини з фауною, зокрема й такі аспекти, як наслідки бойових дій та їх вплив на птахів. Ці проблеми постійно перебувають у фокусі уваги наукової спільноти [1,3]. У 2011 р. вийшла друком колективна монографія за матеріалами конференції «Екологія війни. Новий синтез заради миру і безпеки», в якій було зроблено спробу окреслити новий напрям з екології воєнних дій [4]. У книзі «Тварини і війна» (2014) [5] детально розглянуто, як воєнні дії, режим воєнного стану та окупація впливають на дику фауну, що дуже важливо в умовах широкомасштабної збройної агресії РФ.

Мета дослідження визначається необхідністю оцінки основних наслідків військових дій для орнітофауни України та визначення ключових факторів негативного впливу.

Дослідження базується на: аналізі наукових публікацій і екологічних звітів; узагальненні даних орнітологічних спостережень; порівняльному аналізі змін у структурі популяцій птахів до та під час війни; методах описової екології та системного аналізу.

Проведений аналіз дозволив встановити комплексний характер впливу російської агресії на орнітофауну України. Загалом у нових реаліях спостерігається зменшення чисельності рідкісних видів і зростання популяцій синантропних птахів, що свідчить про екологічну трансформацію біоценозів. У той же час, воєнні дії та окупація територій унеможливають контроль та управління на них з боку органів влади і призводять до втрати номінального біотичного різноманіття, щодо якого реалізується політика у сфері охорони навколишнього середовища. Передусім це втрата контролю над видами, що належать до системи

фонового моніторингу як види-індикатори ключових природних комплексів та як основа найбільш цінного раритетного ядра регіональних фаун.

Повномасштабна війна в Україні призвела до масштабного руйнування природних територій. Перш за все знищуються ліси, степи, суходільні луки та водно-болотні угіддя, що призводить до втрати місць гніздування та кормової бази птахів. Руйнування, спричинивши фрагментацію середовищ існування, порушують міграційні процеси. Шумове навантаження, вибухи та активність військової техніки змінюють поведінкові реакції птахів, зокрема комунікацію та орієнтацію, змушують їх уникати небезпечних територій, змінюють традиційні міграційні маршрути.

Саме війна, будучи потужним фактором зміни клімату, визначає динаміку структури угруповань, мінливість меж ареалів окремих видів. У ряді випадків вона здатна спричинити різке скорочення чисельності або локального вимирання червонокнижних видів [2].

Хімічне та фізичне забруднення довкілля продуктами горіння, важкими металами та вибуховими речовинами негативно впливає на фізіологічний стан птахів і їхню репродуктивну здатність.

Інтелектуальні втрати пов'язані із обмеженням наукових досліджень під час війни. Адже значна частина територій, будучи недоступною для моніторингу, позбавлена можливості оцінки реального стану орнітофауни.

Таким чином, війна в Україні спричиняє переважно негативний вплив на орнітофауну, що проявляється у зменшенні біорізноманіття, порушенні міграцій та деградації природних середовищ. Довгострокові наслідки можуть включати незворотні зміни в екосистемах і втрату окремих видів. Подальші дослідження мають бути спрямовані на моніторинг популяцій птахів і розробку заходів їх відновлення у післявоєнний період.

Список літератури:

1. Екополітика. Як війна впливає на птахів в Україні. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/ekspert-rozpoviv-yak-vijna-mozhe-vplivnuti-na-ptahiv/>

2. Високий Замок. Куди поділися горобці: як війна та зміна клімату впливають на орнітофауну України. URL: <https://wz.lviv.ua/news/535465-kudy-podilysia-horobtsi-iaak-viina-ta-zmina-klimatu-vplyvaiut-na-ornitofaunu-ukrainy/>

3. LB.ua. Орнітологи заявили, що війна впливає на міграцію птахів. URL: <https://lb.ua>.

4. Machlis G.E., Hanson T., Špirić Z., McKendry J.E. (eds). Warfare Ecology. A New Synthesis for Peace and Security. Dordrecht : Springer, 2011. 200 p. (NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security). DOI: 10.1007/978-94-007-1214-0.

5. Salter C., Nocella A.J., Bentley J.K.C. (eds). Animals and War: Confronting the Military-Animal Industrial Complex. Lanham : Lexington Books, 2014. 304 p.

УДК 504.5:631.95:582.998.1

**ПОРІВНЯЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ
СОНЯШНИКА ОДНОРІЧНОГО (*HELIANTHUS ANNUUS L.*)
В ВОДНИХ І ҐРУНТОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ПІСЛЯ
ЯДЕРНИХ АВАРІЙ**

Шлянта Т. Б.¹, Сокіл Б.Б., Гуменюк Г. Б.¹, Сверстюк А. С.²

¹Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

²Тернопільський національний медичний університет
імені І. Я. Горбачевського

E-mail: tshlianta@gmail.com

Фіторемедіація є одним із підходів використання рослин для вилучення радіонуклідів із довкілля, що застосовувався після катастрофи на ЧАЕС. Особливе місце серед рослин-аккумуляторів займає соняшник однорічний (*Helianthus annuus L.*). У 1994 році дослідження проводилися на відстані приблизно 1-2 км від зруйнованого 4-го реактора ЧАЕС. Експеримент передбачав висадження соняшника однорічного (*Helianthus annuus L.*) у водному середовищі на плавучих платформах, зокрема в охолоджувальному ставку станції, що прилягає до енергоблоків, а також у техногенних водоймах системи водопостачання. Результати показали, що цей вид здатний знижувати концентрацію радіоактивного цезію (¹³⁷Cs) та стронцію (⁹⁰Sr), що

дозволило скоротити витрати на очищення водою від цих радіонуклідів на 10%. На відміну від водних екосистем, ефективність в умовах ґрунтового забруднення є значно нижчою. Це підтверджено дослідженнями проведеними після аварії на АЕС «Фукусіма-1», розташованій у північно-східній частині Японії. У 2011-2012 роках було проведено польові дослідження на сільськогосподарських угіддях у межах префектури Фукусіма, зокрема на відстанях приблизно 30-60 км від станції через атмосферне випадання радіонуклідів. Дослідження було проведено на орних алювіальних та андоземних ґрунтах, що характеризуються високою здатністю до фіксації ^{137}Cs . Встановлено, що вирощування сільськогосподарських культур на забруднених ділянках не забезпечувало істотного зниження вмісту радіоактивного цезію (^{137}Cs) у ґрунті [2].

Відмінності між аваріями на Чорнобильській АЕС та АЕС «Фукусіма-1» зумовлені комплексом чинників, що впливають на підходи до ліквідації їх наслідків. У зоні Чорнобильської АЕС дослідження проводилися через певний час після аварії, коли внаслідок фізико-хімічних трансформацій у довкіллі спостерігалось зниження рухомості радіонуклідів. Натомість на території АЕС «Фукусіма-1» експериментальні та відновлювальні роботи розпочалися після аварії, за умов переважної фіксації радіонуклідів у ґрунтовому вбирному комплексі. Крім того, ефективність міграції та накопичення радіонуклідів істотно залежить від типу ґрунтів, їх сорбційних властивостей, а також від генетично зумовлених особливостей рослин, зокрема різних сортів сояшника [1].

Аналіз минулого свідчить про актуальність і потенціал застосування фіторемераційних технологій. Сорт сояшника (*Helianthus annuus* L.) швидко росте, адаптується до різних умов і накопичує радіоактивні елементи у вегетативній масі значно ефективніше за інші рослини. Розвинена коренева система ефективно вилучає забруднювачі, що підтверджує можливість використання ризофільтрації. Крім того, сояшник (*Helianthus annuus* L.) здатний поглинати важкі метали: Cu^{2+} , Cd^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} та Zn^{2+} [1].

Фіторемерація із застосуванням сояшника однорічного (*Helianthus annuus* L.) є перспективним та екологічно безпечним

методом очищення радіоактивно забруднених середовищ, особливо водних. Разом із тим її ефективність залежить від умов середовища, генетичних особливостей рослин та належної утилізації забрудненої біомаси, що потребує подальших досліджень і вдосконалення технологій. Незважаючи на це, результати досліджень підтверджують значний потенціал біологічних методів у відновленні довкілля після радіаційного впливу.

Список літератури:

1. Alexandra de Castro. Sunflowers, cleaners of nuclear disasters. United academics magazine. URL:<https://www.ua-magazine.com/2022/03/27/sunflowers-cleaners-of-nuclear-disasters/>

2. Phytoremediation of strontium by different sunflower cultivars (*Helianthus annuus* L.): insights from accumulation traits and subcellular distribution / M. Sun et al. *International Journal of phytoremediation*. 2025. P. 1–10. URL: <https://doi.org/10.1080/15226514.2025.2586803>

УДК 37:502/504(477)

**ОСВІТНІ АСПЕКТИ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ
КАТАСТРОФИ**

Шурин О. І.

Рівненський державний гуманітарний університет

E-mail: olena.shuryn@rshu.edu.ua

Аварія на Чорнобильській атомній електростанції 26 квітня 1986 року стала однією з найбільших техногенних катастроф в історії людства. Наслідки катастрофи виявилися не лише екологічними чи медичними. Подія суттєво вплинула на соціальні інститути, зокрема на систему освіти. Зміни торкнулися організації навчального процесу, здоров'я учнів, психологічного стану дітей, а також змісту освітніх програм і напрямів наукових досліджень.

У зв'язку із масовою евакуацією населення із зони високого радіоактивного забруднення школи та дитячі садки в Прип'яті,

Чорнобилі та навколишніх населених пунктах припинили роботу.

Це спричинило низку освітніх проблем: перевантаження шкіл у місцях переселення; необхідність швидкої інтеграції дітей-переселенців у нові колективи; адаптацію навчальних програм; створення спеціальних оздоровчих таборів і санаторних шкіл.

У багатьох випадках учні, які були евакуйовані, переживали тривалі перерви в навчанні, що позначалося на їхніх освітніх результатах.

Діти стали однією з найбільш уразливих груп після катастрофи. Радіоактивне забруднення спричинило підвищення ризику захворювань [1]. У системі освіти це проявилось у зростанні кількості дітей із хронічними захворюваннями, необхідності регулярних медичних обстежень у школах, організації спеціальних програм оздоровлення, адаптації навчального навантаження.

З'явилися спеціалізовані санаторні школи та освітні програми, які поєднували навчання з медичною реабілітацією.

Чорнобильська катастрофа значною мірою стимулювала розвиток екологічної освіти в Україні та світі. У навчальних програмах з'явилися теми, пов'язані з екологічною безпекою та відповідальним використанням природних ресурсів. Екологічна освіта почала розглядатися як важливий інструмент формування екологічної свідомості та відповідального ставлення до навколишнього середовища [2].

Після аварії активізувалися міждисциплінарні дослідження, які об'єднували фізику, біологію, медицину, екологію та педагогіку. В університетах і наукових центрах почали розвиватися освітні програми з радіаційної екології та безпеки.

Сьогодні Чорнобильська зона відчуження стала унікальною територією для наукових досліджень і освітніх практик. Тут проводяться екологічні та біологічні дослідження, спостереження за відновленням екосистем, дослідження впливу радіації на живі організми тощо.

На території зони функціонують наукові станції, де працюють дослідники з різних країн. Для здобувачів освіти

екологічних і природничих спеціальностей організовуються польові практики та дослідницькі експедиції.

Чорнобиль став своєрідною «відкритою лабораторією», що дозволяє вивчати довготривалі наслідки радіаційного забруднення та процеси природного відновлення екосистем [3].

Чорнобильська катастрофа стала подією, яка глибоко вплинула не лише на екологію та здоров'я людей, а й на систему освіти. Евакуація населення, погіршення стану здоров'я дітей та психологічні наслідки вимагали адаптації освітніх практик і розвитку нових форм підтримки учнів.

У довгостроковій перспективі катастрофа сприяла появі нових освітніх напрямів, зокрема екологічної освіти та досліджень радіаційної безпеки. Чорнобильська зона перетворилася на важливий науковий і освітній простір, де вивчаються процеси відновлення природи та вплив радіації на екосистеми.

Список літератури:

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Екологічна освіта та наука. URL: <https://mepr.gov.ua/topics/novyny/ekologichna-osvita-ta-nauka/> (дата звернення: 31.03.2026).

7. Колб О., Кухтей Р. Уроки Чорнобильської катастрофи в контексті забезпечення національної безпеки України. *Українська поліцейстика: теорія, законодавство, практика*. № 1 (1). 2021. С. 95–99.

8. Матеріали психологічних читань «Чорнобиль й війна – трагічний екологічний досвід історичної пам'яті». URL: <https://kpr.cnu.edu.ua/2023/05/08/chornobylski-chytannia-na-fakulteti-psykholohii/>

УДК 574.583:581.526.325:504.064

**ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА
ЗАЛИШКОВИХ ОЗЕР КОЛИШНЬОЇ ВОДОЙМИ-
ОХОЛОДЖУВАЧА ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС ЗА
САПРОБІОЛОГІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ
ФІТОПЛАНКТОНУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ**

Щербак В. І., Михайлюк О. В., Гудков Д. І., Беляєв В. В.

Інститут гідробіології НАН України

E-mail: olia16_09@ukr.net

Залишкові озера, що сформувалися на території колишньої водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС, є трансформованими гідроекосистемами, сучасний стан яких визначається сукупністю гідрологічних, гідрохімічних і біотичних процесів. Не менш важливою є їх радіоекологічна характеристика, питома активність ^{90}Sr становила 0,5-7,8 Бк/л, ^{137}Cs - 0,3-1,8 Бк/л, частка сорбованих форм - $4,8 \pm 3,1\%$ та $9,3 \pm 5,8\%$, відповідно. У цих умовах важливого значення набуває біоіндикаційна оцінка якості водного середовища за сапробіологічними характеристиками фітопланктону, оскільки водорості чутливо реагують на зміну рівня органічного забруднення та комплексу абіотичних чинників [1; 2]. Відповідно одним із найбільш інформативних підходів є аналіз сапробіологічної характеристики видів-індикаторів фітопланктону з розрахунком індексу сапробності за методом Пантле-Букк в модифікації Сладечека [3; 4].

Метою роботи була оцінка якості водного середовища залишкових озер колишньої водойми-охолоджувача ЧАЕС за видами-індикаторами водоростей впродовж вегетаційного сезону (весна, літо, осінь) 2024 року.

Альгологічні проби відібрані з акваторії залишкових озер ВО ЧАЕС: північно-східна, північно-західна, південно-східна та південно-західна частини.

Загалом виявлено 375 видів водоростей з яких 265 видів є видами-індикаторами сапробності, що складає 71 % відповідно отримані дані є репрезентативними, з встановлених видів-індикаторів 9 - належали до α -ксеносапробної (3 %), до 113 α -олігосапробної (42 %), 121 - до β -мезосапробної (46 %) та 22 - до

α -мезосапробної (8 %) зон. Важливим є те, що впродовж вегетаційного сезону і фітопланктоні всіх досліджених водойм не було ідентифіковано ρ -полісапробні види. Що вказує на відсутність чітко виражених джерел забруднення води. Отже, основу сапробіологічної характеристики формували σ -олігосапробні та β -мезосапробні види, що характерно для вод із невисоким або помірним ступенем органічного забруднення.

Встановлено, що індекс сапробності Пантле–Букк у модифікації Сладечека за чисельністю видів (S_N) становив 1,88 у північно-східній, 1,97 - у північно-західній, 1,96 - у південно-східній та 2,08 - у південно-західній частинах. Величини за біомасою (S_B) були: 1,75 у північно-східній частині, 1,95- у північно-західній, 1,99 - у південно-східній та 2,04 - у південно-західній частинах. Середні значення індексу для всіх водойм становили Δ 1,98 за чисельністю та Δ 1,93 за біомасою, що загалом відповідає β -мезосапробній зоні та свідчить про помірний рівень органічного забруднення водного середовища.

Найменші значення індексу сапробності встановлено в північно-східній частині залишкових озер колишньої ВО, найбільші - у південно-західній. Це, вочевидь пов'язано з особливостями водообміну, з глибиною та накопиченням органічної речовини.

Таким чином, можна стверджувати, що існуюча радіоекологічна ситуація у залишкових озерах не є негативним чинником, який впливає на співвідношення водоростей-індикаторів різних зон сапробності і величини індексу сапробності, які характеризуються як β -мезосапробна зона, що свідчить про задовільний стан екосистеми цих водойм.

Список літератури:

1. Михайлюк О. В. Сапробіологічні характеристики водоростей залишкових озер антропогенного походження. *Науковий вісник Ужгородського університету*. Серія: Біологія. 2025. Вип. 59. С. 47–49. <https://doi.org/10.32782/1998-6475.2025.59.10>

2. Луценко Д. А. Щербак В. І. Оцінка якості води Канівського водосховища за фітопланктоном. Суспільство, довкілля і зміна клімату : матеріали студентської наукової конференції (13–14 березня 2017 р.). / відп. ред. В. І. Карамушка,

наук. ред.: С. Г. Бойченко, І.Г. Вишенська, К. І. Деревська та ін. Київ : Логос, 2017. С. 10–11.

3. Shcherbak V.I., Semeniuk N.Ye. Structural and functional characteristics of phytoplankton, algal mats, detritus and water quality under main abiotic factors in urban ponds (case study of urban settlement Hostomel, Bucha district, Kyiv Region, Ukraine): Report I. Species and taxonomic composition, ecological diversity of phytoplankton and filamentous algal mats characteristics under main abiotic factors. *Algologia*, 2023, Vol. 33, №. 1, pp. 22-47. <https://doi.org/10.15407/alg33.01.022>

4. Shcherbak V.I., Semeniuk N.Ye. Structural and functional characteristics of phytoplankton, algal mats, detritus and water quality under main abiotic factors in urban ponds (case study of urban settlement Hostomel, Bucha District, Kyiv Region, Ukraine): Report II. Quantitative indicators, dominant complexes of phytoplankton, detritus and water quality of urban ponds. *Algologia*, 2023, Vol. 33, №. 2, pp. 65-82. <https://doi.org/10.15407/alg33.02.065>

УДК 504.054:57.08

**ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ
СТУДЕНТІВ КРІЗЬ ПРИЗМУ ВИВЧЕННЯ ПРИЧИН ТА
НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ**

**Явна В. В., Михайлишин Н. Т., Карпець Ю. А.,
Москалюк Н. В.**

Тернопільський національний педагогічний університет імені
Володимира Гнатюка

E-mail: moskalyuk@chem-bio.com.ua

Чорнобильська катастрофа за масштабами впливу на екосистеми та здоров'я населення визнана однією з найтяжчих техногенних аварій в історії людства. Події 26 квітня 1986 року виявили системні деструктивні чинники: від конструкційних недоліків реактора до критичних прорахунків в управлінні безпекою ядерних об'єктів. Наслідки трагедії мали катастрофічний характер: станом на початок 1988 року серед персоналу ЧАЕС та сил цивільної оборони було зафіксовано 145 випадків гострої променевої хвороби, 29 з яких завершилися летально. Масштаби внутрішнього опромінення населення також

були безпрецедентними, понад 150 тисяч осіб отримали дози опромінення щитоподібної залози [33, с. 83].

Мета нашого дослідження дослідити вплив вивчення причин та наслідків аварії на ЧАЕС на рівень екологічної свідомості та компетентності молоді із застосуванням активних методів навчання.

Події на ЧАЕС стали наслідком кумулятивного ефекту технічних недосконалостей та системних прорахунків у менеджменті атомної галузі. Масштабний викид радіонуклідів спричинив тотальне забруднення довкілля України (атмосфери, гідросфери та ґрунтового покриву) і далеко за її межами. Особливу небезпеку становили радіоізотопи цезію-137 та стронцію-90, чия міграція через атмосферні

опади призвела до довготривалої деградації екосистем. Дослідження підтверджують, що початковий етап аварії характеризувався домінуванням короткоживучих ізотопів, зокрема радіоактивного йоду, що в поєднанні з цезієм-137 зумовило критичне радіологічне навантаження на біоту та населення.

Радіоактивне забруднення територій спричинило масштабну примусову міграцію, що призвело до дезінтеграції сталих соціальних та родинних структур. Екзогенний стрес, зумовлений втратою майна та звичного способу життя, суттєво підірвав рівень суспільної довіри до державних інституцій. Медико-соціальний аспект наслідків характеризувався стійкою тенденцією до зростання онкопатологій, що потребувало безперервної адаптації системи охорони здоров'я та реабілітаційних стратегій [44, с. 297]. Окремим викликом постала «травма невизначеності»: масові прояви радіофобії, депресивних станів та тривожних розладів змусили державу ініціювати комплексні програми психосоціальної підтримки постраждалого населення.

Дослідження причин та наслідків Чорнобильської катастрофи дозволяє сприяти усвідомленню суспільством ризиків ядерної енергетики та важливості відповідального відношення до навколишнього середовища. Розвиток наукових методів та підходів до формування екологічної компетентності сприяє підвищенню рівня екологічної грамотності населення, що є

важливим для сталого розвитку. Може стати стимулом для активізації громадської участі у розв'язанні проблем екології та управління ризиками.

У світі, де наростає усвідомлення важливості збереження природи та раціонального використання ресурсів, екологічна компетентність стає однією з найбільш актуальних якостей для кожного громадянина. Це особливо важливо в умовах Нової української школи (НУШ), яка спрямована на формування нового покоління не лише з точки зору знань, але й з урахуванням важливості відповідального ставлення до навколишнього середовища [10, с. 47].

Екологічна компетентність постає не лише як сукупність знань про природне середовище, а як комплексна здатність особистості інтерпретувати складні взаємозв'язки в екосистемах, аналізувати антропогенний вплив та проєктувати стратегії збереження біорізноманіття. Ця дефініція охоплює інтегровану готовність суб'єкта до оцінки ситуацій та прийняття відповідальних рішень у площині сталого розвитку. Згідно з науковими підходами, формування екологічної компетентності забезпечує перехід до раціонального природокористування, усвідомлення детермінованості здоров'я людини станом довкілля та готовність до впровадження принципів здорового способу життя у повсякденну практику [12, с. 188].

Фундаментальними компонентами екологічної компетентності є когнітивна база, аналітичні здібності, внутрішня мотивація та аксіологічна відповідальність. Освітній процес забезпечує глибоке розуміння архітектоніки природних зв'язків та наслідків антропогенного впливу. Аналітичний складник дозволяє фахівцю чи учню диференціювати екологічні стратегії за ступенем їхньої ефективності. Стосовно учнівської молоді, екологічна компетентність трактується як інтегроване особистісне утворення, що забезпечує готовність до оперативної мобілізації знань і досвіду. Це дозволяє самостійно ідентифікувати екологічні виклики, приймати рішення на засадах екоцентризму та усвідомлювати власну причетність до збереження довкілля в інтересах сталого розвитку [31, с. 251].

Мотиваційна готовність та суб'єктна відповідальність є невід'ємними атрибутами екологічної компетентності, що

визначають усвідомлення індивідом своєї ролі у збереженні природної рівноваги. Формування цієї компетентності трансформується із вузькоосвітнього завдання у глобальний суспільний пріоритет, спрямований на забезпечення екологічно збалансованого майбутнього. Це комплексна система, що інтегрує когнітивні знання, аналітичний інструментарій та ціннісні орієнтації, дозволяючи особистості приймати верифіковані рішення. Процес її розбудови в межах екологічної освіти є фундаментальною умовою розвитку екологічної культури, де знання, переконання та практичні дії утворюють цілісну модель гармонійної взаємодії людини та довкілля.

Формування екологічної компетентності крізь призму Чорнобильського досвіду дозволяє підготувати фахівця, здатного до превентивного мислення. Компетентний випускник – це не лише знавець радіобіології, а особистість, яка усвідомлює глобальну взаємозалежність технічного прогресу та цілісності біосфери, що є критично важливим для відбудови та безпекового майбутнього України.

Список літератури:

1. Гринюк С. О. Формування екологічної складової наукової картини світу учнів та екологічної компетентності. *Технології інтеграції змісту освіти*. 2018. Вип. 10. С. 187–199.
2. Сидоренко В. В. Концептуальні засади Нової української школи: ключові компетентності, ціннісні орієнтири, освітні результати. *Методист*. №5. 2018. 59 с.
3. Стручок В. С. Аналіз причин виникнення втрат внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. *Збірник тез I Міжнародної наукової конференції «Воєнні конфлікти та техногенні катастрофи: історичні та психологічні наслідки» (до 35 роковин аварії на Чорнобильській АЕС)*. 2021. С. 83–84.
4. Пустовіт Н. А., Пруцакова Л. О. Формуємо екологічну компетентність школярів : посібник для вчителів. Київ: «Педагогічна думка», 2020. 164 с.
5. Чорнобильська катастрофа в контексті історії України: збірник статей / за ред. О. І. Михайлова. Київ : Видавничий дім «Києво-Могилянська академія», 2018. 208 с.

УДК 37:614.876

**ОСВІТНІ АСПЕКТИ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ
КАТАСТРОФИ**

Янковська Л. В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: lubayank@gmail.com

Аварія на Чорнобильській АЕС з часом поступово стає менш гострою темою в суспільній свідомості, а згадки про неї викликають менше болю. Покоління змінюються, і для сучасних дітей ця подія здебільшого перетворюється на історію з підручників, а не на джерело реального страху перед можливістю повторення трагедії. Вчителі сьогодні стикаються із важливим завданням – виховати нове покоління, яке зможе сприймати ці трагічні події з розумінням та усвідомленням їхнього масштабу. Аварія на ЧАЕС не лише частина історії нашої країни, але й наш спільний болючий досвід подолання складних подій. Отже, про цю трагедію обов'язково потрібно говорити з учнями, враховуючи їх вікові особливості.

Чорнобильська катастрофа має багато аспектів для обговорення: руйнівні наслідки для довкілля, мільйони постраждалих від значних доз радіації, героїчний подвиг ліквідаторів, питання ставлення до людської життя і гідності в СРСР, засоби для захисту від радіації, надання першої медичної допомоги тощо.

Наслідки катастрофи на Чорнобильській АЕС залишаються серйозною екологічною проблемою для України навіть сьогодні, переходячи з фази гострого радіаційного впливу до тривалих екологічних змін. З часом замість «короткоживучих» ізотопів домінуючу роль почали відігравати Цезій-137 і Стронцій-90 (з періодом напіврозпаду близько 30 років), які продовжують накопичуватися в ґрунтах і лісах. Крім того, поступово збільшується кількість Америцію-241 – продукту розпаду Плутонію-241, який є ще токсичнішим і здатний активно мігрувати в екосистемах. Ліси виступають основним резервуаром цих радіоактивних речовин, а найбільші концентрації радіонуклідів спостерігаються в грибах, ягодах, хвої та корі

дерев. Лісові пожежі в зоні відчуження, як це сталося у 2022 році, становлять значну загрозу, оскільки вони сприяють поверненню накопиченої радіації в атмосферу. За оцінками фахівців, міне близько 20 тисяч років, перш ніж територія навколо станції стане придатною для проживання [4].

Через відсутність людей зона відчуження поступово перетворилася на унікальний природний заповідник, де кількість великих ссавців значно зросла. Масові мутації через вплив радіації більше не спостерігаються, але в окремих популяціях зафіксовані зміни в репродуктивних процесах і фізіологічних характеристиках. Радіонукліди продовжують накопичуватися в донних відкладах водойм і мігрувати трофічними ланцюгами водних екосистем.

Значні пошкодження інфраструктури (об'єкту «Укриття»), спричинені бойовими діями, особливо у 2022 році, вимагають відновлення захисних споруд.

Учням потрібно розповідати, як важливо запобігати повторенню подібного. Це дає змогу підкреслити значення дбайливого ставлення до природи, і як кожен з нас, навіть на індивідуальному рівні, може впливати на екологічний стан планети сьогодні.

Окрему увагу слід приділити історіям про тих, хто жертнував собою після аварії на Чорнобильській АЕС: рятувальників, які виконували небезпечну і героїчну роботу; науковців, що вивчали наслідки катастрофи; медиків, які допомагали постраждалим. Ці приклади не лише надихають, а й показують людський потенціал у подоланні надзвичайних ситуацій. Також варто залучити особисті родинні історії. Можливо, хтось із родичів учнів чи вчителів був учасником ліквідації аварії або свідком подій. Такі розповіді природно викликають у дітей більший інтерес і сприяють глибшому розумінню теми [3].

Аварія на Чорнобильській АЕС може бути розглянута як приклад, що підкреслює цінність людського життя. У часи існування СРСР життя людини не мало такої ваги, яку йому надають у демократичних країнах. Через це влада тривалий час приховувала інформацію про трагедію. Завдання громадянського суспільства – усвідомити уроки минулого та зробити все

можливе, щоб не допустити повторення подібних сценаріїв у майбутньому.

Учням потрібно дати знання про засоби для захисту від радіації. Сучасна наука пропонує точні інструменти для вимірювання рівня радіаційного фону, а офіційні джерела активно інформують про необхідні дії у разі аварійної ситуації. Засоби захисту від радіації поділяються на кілька категорій: препарати для профілактики, індивідуальне спорядження для захисту тіла та обладнання для контролю радіаційного фону. Медичні засоби, такі як йодна профілактика, застосовуються для захисту щитоподібної залози, перешкоджаючи накопиченню радіоактивного йоду. Індивідуальний захист органів дихання та шкіри необхідний для запобігання проникненню радіоактивного пилу в організм і на поверхню шкіри. Протигази забезпечують очищення повітря від аерозолів, тоді як спеціальні комбінезони використовуються для захисту від радіоактивного пилу та біологічних загроз. Серед найбільш ефективних засобів захисту також виділяють технічні та організаційні: герметизація приміщень (герметичне закриття вікон, дверей і вентиляційних отворів); укриття (перебування в підвалах або будівлях із залізобетону чи цегли, які значно знижують рівень гамма-випромінювання); санітарна обробка (обов'язкове зняття і утилізація верхнього одягу після прогулянки на вулиці, а також ретельне миття тіла) [1].

Варто організовувати майстер-класи з надання першої медичної допомоги для школярів, а також актуалізувати знання про дії та поведінку у випадку радіаційної аварії.

Цінними є рекомендації щодо виведення радіонуклідів та зменшення впливу радіації на організм. Учням потрібно пояснити, які продукти слід включати в раціон: ті, що містять природні сорбенти, такі як пектин, а також антиоксиданти і мінерали-антагоністи. Пектини допомагають зв'язувати радіоактивні речовини (цезій, стронцій) у кишечнику, сприяючи їх виведенню природним шляхом (яблука (особливо печені), цитрусові, груші, сливи, абрикоси, смородина, журавлина, агрус, буряк морква, кабачки). Продукти з високим вмістом антиоксидантів та селену захищають клітини від окислювального стресу та сприяють відновленню тканин (зелений чай –

потужний антиоксидант, який допомагає очищати організм; ягоди та фрукти із темним пігментом – чорниця, чорна смородина, темний виноград, гранат). Мінерали-антагоністи відіграють важливу роль, блокуючи накопичення шкідливих речовин в організмі, оскільки вони заміщують радіонукліди і не дозволяють їм закріплюватися в тканинах: калій замінює радіоактивний цезій (його джерела: банани, курага, картопля в мундирі, горіхи); кальцій запобігає накопиченню стронцію в кістках (міститься в сирі, молоці, кунжуті); йод захищає щитоподібну залозу від радіоактивного йоду (можна отримати з морської капусти, морепродуктів, йодованої солі) тощо [1].

Отож, у сучасних реаліях, коли питання ядерної безпеки знову опинилися в центрі уваги, аварія на Чорнобильській АЕС нагадує про те, що технічні помилки або людська недбалість можуть мати наслідки, які впливатимуть на багато поколінь. Наш нинішній обов'язок полягає не лише у збереженні пам'яті про цю трагедію, але й у спрямуванні зусиль на запобігання подібним екологічним катастрофам у майбутньому.

Список літератури:

1. Васько Л.М., Почерняєва В.Ф., Баштан В.П. Засоби захисту організму від дії іонізуючого випромінювання. Полтава, 2017. 130с.

2. Клименко М. О., Клименко О. М., Клименко Л. В. Радіоекологія : підручник. Рівне : НУВГП, 2020. 304 с.

3. Як розповісти учням про аварію на Чорнобильській АЕС: поради вчителям, підбірка відео та літератури для дітей різного віку. URL: <https://nus.org.ua/2023/04/24/yak-rozpovisty-uchnyam-pro-avariyu-na-chornobylskij-aes-porady-vchytelyam-pidbirka-video-ta-literatury-dlya-ditej/>

4. Roman Makhinko. Long-term consequences of the Chornobyl disaster for aquatic ecosystems: A retrospective analysis and prognosis. *Ecological Safety Ecological Safety and Balanced Use of Resources*. Vol. 15, № 2, 2024 P. 58-67.

УДК 582.28:574.2:614.876(477.41)

**АДАПТАЦІЯ МЕЛАНОГЕННИХ ГРИБІВ ДО
РАДІАЦІЙНОГО ТА ХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ**

Яворівський Р. Л., Партола К. І.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: forik-botan@i.ua; partolaksenia17@gmail.com

Сучасні екологічні трансформації в Чорнобильській зоні відчуження (ЧЗВ), зумовлені тривалим впливом іонізуючого випромінювання та новими техногенними викликами періоду повномасштабного вторгнення 2022–2026 рр., які спричинили додаткове антропогенне навантаження на екосистеми, актуалізують дослідження адаптаційного потенціалу мікробіоти, зокрема її грибної складової. У цьому контексті гриби, як ключовий компонент мікробіоти, відіграють важливу роль у функціонуванні екосистем, оскільки беруть участь у процесах деструкції органічної речовини, біогеохімічних циклах та акумуляції різних полютантів, демонструючи при цьому значну екологічну пластичність і здатність до адаптації в умовах радіаційного та хімічного навантаження.

Серед мікроскопічних грибів, поширених у ґрунтах, на поверхнях субстратів і в екстремальних екологічних умовах, виразно виділяється група меланогенних видів, у клітинах яких синтез меланіну розглядається як один із ключових механізмів радіорезистентності, що забезпечує захист від іонізуючого випромінювання та сприяє їх виживанню в умовах підвищеного радіаційного навантаження. Такі гриби демонструють здатність до колонізації найбільш забруднених ділянок і можуть використовувати радіацію як регуляторний фактор розвитку, що додатково свідчить про їхню адаптивну пластичність і екологічну значущість в умовах радіоактивного та техногенного впливу [5].

Фундаментальною основою такої стійкості у меланогенних грибів є меланін-опосередкована адаптація, що забезпечує ефективний захист клітин від оксидативного стресу та сприяє підтримці цілісності генетичного апарату в умовах мультифакторного, зокрема радіаційного й хімічного,

навантаження. Високий вміст меланіну в клітинних стінках цих грибів зумовлює їхню здатність екранувати іонізуюче випромінювання та нейтралізувати активні форми кисню. Однією з найбільш значущих стратегій адаптації є феномен радіотропізму – здатність міцелію грибів до спрямованого росту в бік джерела випромінювання, що особливо виражено у меланізованих форм. Біохімічний механізм цього явища пов'язаний зі зміною електронних властивостей меланіну під дією опромінювання, що призводить до стимуляції метаболічних процесів, підвищення інтенсивності обміну речовин і посилення росту біомаси. У цьому контексті меланін виконує роль своєрідного енергетичного трансдуктора, здатного перетворювати енергію іонізуючого випромінювання в біологічно доступні форми, що забезпечує меланогенним грибам значну конкурентну перевагу в деградованих екосистемах, де інші організми зазнають пригнічення.

Особливого значення набуває здатність меланогенних мікроміцетів протистояти поєднаному впливу радіації та хімічних ксенобіотиків, зокрема військового походження, що формують складне мультистресове середовище в умовах Чорнобильської зони відчуження. Дослідження механізмів мікоремедіації свідчать, що такі гриби ефективно акумулюють не лише радіонукліди, а й важкі метали (Pb, Cd, Cu), які потрапляють у ґрунт із залишками боєприпасів та іншими техногенними джерелами [3]. Серед них особливо виділяються представники родів *Cladosporium*, *Alternaria*, *Exophiala*, *Cryptococcus* та *Wangiella*, відомі своєю високою радіостійкістю та здатністю до інтенсивної акумуляції забруднювачів. Процеси детоксикації базуються на поєднанні біосорбції клітинною стінкою та внутрішньоклітинної акумуляції, що забезпечує зниження біодоступності токсикантів [1]. Важливу роль у цих процесах відіграє меланін, який завдяки наявності функціональних груп (карбоксильних, фенольних) виступає ефективним сорбентом, здатним зв'язувати іони металів і переводити їх у малорухомі, менш токсичні форми. Взаємодія меланогенних мікроміцетів із компонентами ракетного палива та органічними забруднювачами супроводжується проявом синергічної толерантності: попередня радіоадаптація індукує активацію ферментативних систем

(лакказ, пероксидаз), що беруть участь у деструкції складних органічних сполук. У результаті такі гриби сприяють деградації токсикантів, стабілізації ґрунтових консорціумів і підтриманню функціонування екосистем у зонах екологічного лиха [2]. Вивчення цих адаптаційних стратегій відкриває перспективи для прогнозування процесів самовідновлення екосистем ЧЗВ та розробки інноваційних підходів до біоремедіації забруднених територій [4].

Отже, меланогенні гриби є ключовим компонентом мікробіоти Чорнобильської зони відчуження, що демонструє високий адаптаційний потенціал у відповідь на комплексний вплив іонізуючого випромінювання та хімічних полютантів. Їхня стійкість зумовлена меланін-опосередкованими механізмами, які забезпечують ефективний захист клітин, регуляцію метаболічної активності та здатність до використання радіації як екологічного чинника. Поєднання процесів радіотропізму, біосорбції та внутрішньоклітинної акумуляції токсикантів, а також активація ферментативних систем деструкції складних сполук визначають провідну роль цих організмів у трансформації та детоксикації забруднювальних речовин. У результаті меланогенні мікроміцети не лише витримують екстремальні умови середовища, а й активно сприяють стабілізації екосистем, підтриманню біогеохімічних процесів і відновленню природних комплексів. Таким чином, їхнє вивчення має важливе теоретичне та прикладне значення для розвитку сучасної радіоекології, прогнозування динаміки забруднених екосистем і обґрунтування ефективних підходів до біоремедіації територій, постраждалих унаслідок радіаційного та техногенного впливу.

Список літератури:

1. Dadachova E., Casadevall A. Ionizing radiation: how fungi cope, adapt, and exploit with the help of melanin. *Current Opinion in Microbiology*. 2008. Т. 11 № 6. С. 525–531. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18848901/>
2. Dighton J., Tugay T., Zhdanova N. Fungi and ionizing radiation from radionuclides. *FEMS Microbiology Letters*. 2008. Т. 281. № 2. С. 109–120. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18279333/>

3. Gadd G. M. Metals, minerals and microbes: geomicrobiology and bioremediation. *Microbiology (Reading)*. 2010. Т. 156. № 3. С 609–643. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20019082/>

4. Karpenko Y. V., Redchitz T. I., Zheltonozhsky V. A., Dighton J., Zhdanova N. N. Comparative responses of microscopic fungi to ionizing radiation and light. *Folia Microbiologica (Praha)*. 2006. Т. 51, № 1. С. 45–49. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16821711/>

5. Zhdanova N., Tugay T., Dighton J., Zheltonozhsky V., McDermott P. Ionizing radiation attracts soil fungi. *Mycological Research*. 2004. Т. 108, № 9. С. 1089–1096. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15506020/>

УДК 581.1:574.4:539.16

РОСЛИНИ-РАДІОПРОТЕКТОРИ: МОРФОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ МЕХАНІЗМИ ЗАХИСТУ ВІД ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Яворівський Р. Л., Семенюк К. Р.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: forik-botan@i.ua, katyayav2003@gmail.com

У 2026 році відзначається 40-річчя аварії на Чорнобильській АЕС – події, що спричинила масштабне радіоактивне забруднення довкілля та суттєво вплинула на структуру, видовий склад і функціонування рослинних угруповань у природних біоценозах України. Іонізуюче випромінювання, що утворилося в результаті аварії, викликало значне забруднення ґрунтів, водойм і рослинності, порушивши фізіологічні та морфологічні процеси у флорі та змінивши її видовий і кількісний склад на постраждалих територіях. Вивчення впливу радіації на рослини дозволяє не лише оцінити масштаби шкоди для довкілля, але й виявити природні механізми стійкості окремих видів флори, що можуть бути використані для відновлення забруднених територій та формування адаптивних рослинних угруповань.

Особливо цінними у цьому контексті є рослини з радіопротекторними властивостями, здатні зменшувати

оксидативний стрес, стабілізувати клітинні мембрани, підтримувати фотосинтетичний апарат, оптимізувати водний та мінеральний обміни і підвищувати адаптивний потенціал у забруднених зонах. Радіопротекторні механізми реалізуються через синтез антиоксидантів, флавоноїдів, каротиноїдів, фенольних сполук та активацію ферментів каталази, пероксидази і супероксиддисмутази [1, 4].

Виражені радіопротекторні властивості виявляються у представників різних родин, зокрема родини Бобові (*Fabaceae*), серед яких відзначаються як культурні види (наприклад, горох посівний (*Pisum sativum* L.), квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.), люцерна посівна (*Medicago sativa* L.)), так і дикорослі – конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.), чина лучна (*Lathyrus pratensis* L.), люцерна хмелеподібна (*Medicago lupulina* L.) та інші. У цих видів радіаційний стрес може стимулювати підвищення синтезу каротиноїдів і фенольних сполук, що сприяє стабілізації фотосинтетичного апарату, клітинних мембран і підтриманню ефективності водного та мінерального обміну. Морфологічні адаптації включають добре розвинену стрижневу кореневу систему, розгалужену листову поверхню, що забезпечує ефективний фотосинтез, потовщення клітинних стінок, яке підвищує стійкість до оксидативного стресу, а також симбіоз із бульбочковими бактеріями, що забезпечує додаткове живлення азотом і підсилює адаптивні властивості рослин у стресових умовах.

У представників родини Злакові або Тонконогові (*Poaceae* (*Gramineae*)), зокрема пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.), ячменю звичайного (*Hordeum vulgare* L.), вівса посівного (*Avena sativa* L.), костриці лучної (*Festuca pratensis* Huds.) тощо радіопротекторний ефект проявляється через підвищену активність антиоксидантних ферментів і фенольних сполук, що стабілізує клітинні мембрани, підтримує тургор тканин і водоутримання, а також захищає фотосинтетичний апарат. Морфологічно ці види демонструють вузькі лінійні листки з великим співвідношенням площі до об'єму, що сприяє ефективному газообміну, а потужна мичкувата коренева система дозволяє поглинати воду з глибоких шарів ґрунту.

Представники родини Айстрові або Складноцвіті

(*Asteraceae* (*Compositae*)), такі як ехінацея пурпурова (*Echinacea purpurea* (L.) Moench), нагідки лікарські (*Calendula officinalis* L.), соняшник однорічний (*Helianthus annuus* L.), чорнобривці розлогі (*Tagetes patula* L.) виявляють високу антиоксидантну активність і підвищену концентрацію флавоноїдів у листках і квітках, що підсилює фотосинтетичну ефективність і стійкість до оксидативного стресу. Їхні опушені листки та щільні тканини зменшують втрату води і підвищують стабільність клітинних мембран. Серед цих видів переважають культурні, які широко застосовуються в сільському господарстві та декоративному садівництві, проте аналогічні радіопротекторні механізми спостерігаються і у дикорослих представників родини *Asteraceae*.

У видів родини Розові (*Rosaceae*), як культурних, так і дикорослих (наприклад, шипшина собача (*Rosa canina* L.), малина (*Rubus idaeus* L.), суниці садові (*Fragaria × ananassa* Duch.), слива домашня (*Prunus domestica* L.)) накопичення поліфенолів і антоціанів підтримує цілісність клітинних мембран і активність хлоропластів. Крім того, види цієї родини мають добре розвинену кореневу систему і міцні стебла, що сприяє підтримці фізіологічної стійкості рослин у стресових умовах.

Хрестоцвіті або Капустяні (*Brassicaceae* (*Cruciferae*)), зокрема, ріпак (*Brassica napus* L.), редька посівна (*Raphanus sativus* L.), капуста городня (*Brassica oleracea* L.) демонструють синтез глюкозинолатів у листках і коренях, що стабілізує клітинні структури та знижує пошкодження ДНК. Крім того, листки цих видів багаті на каротиноїди та фенольні сполуки, які забезпечує збереження фотосинтетичної активності й стабільність мембран при впливі іонізуючого випромінювання.

Радіопротекторні властивості відзначені також у представників родин Губоцвіті (*Lamiaceae*) – м'ята перцева (*Mentha piperita* L.), шавлія лучна (*Salvia officinalis* L.); Зонтичні (*Apiaceae*) – морква дика (*Daucus carota* L.), селера пахуча (*Apium graveolens* L.); Подорожникові (*Plantaginaceae*) – подорожники великий (*Plantago major* L.) та ланцетолистий (*P. lanceolata* L.) тощо. Ці види характеризуються посиленням синтезом фенольних сполук, каротиноїдів та антиоксидантних ферментів, що забезпечує підтримку фотосинтетичної активності, водного та мінерального обміну, а також життєстійкості.

Отже, рослини з радіопротекторними властивостями демонструють комплекс морфологічних, фізіологічних та біохімічних адаптацій: добре розвинену кореневу систему, розгалужену листову поверхню, потовщені клітинні стінки та щільні тканини, активний синтез антиоксидантів, флавоноїдів, каротиноїдів і фенольних сполук, а також підвищену активність ферментів каталази, пероксидази та супероксиддисмутази. Ці властивості стабілізують клітинні мембрани, підтримують фотосинтетичний апарат, забезпечують ефективний водний і мінеральний обмін та підвищують стійкість рослин до оксидативного стресу. Аналіз ботанічних і біохімічних показників свідчить, що такі види можуть слугувати «живим щитом» проти іонізуючого випромінювання, сприяючи відновленню екосистем, формуванню адаптивних рослинних угруповань та збереженню біорізноманіття. Фундаментальні знання про морфологічні, фізіологічні й біохімічні особливості таких рослин дозволяють розробляти науково обґрунтовані підходи до озеленення і реабілітації територій, постраждалих від радіаційного впливу, і залишаються актуальними навіть через 40 років після Чорнобильської катастрофи [1–5].

Список літератури:

1. Мельник В. В., Курбет Т. В. Аналіз радіоактивного забруднення ^{137}Cs наземної фітомаси дикорослих ягідних рослин вологих суборів Українського Полісся. *Сучасні проблеми екології*: тези XIII Всеукр. наук. конф. студентів, магістрів та аспірантів. Житомир : ЖДТУ, 2017. С. 35.

2. Пархоменко Н. Н. Урок: Рослини-радіопротектори і антиоксиданти – помічники в поліпшенні самопочуття людини. URL: <https://vseosvita.ua/lesson/roslyny-radioprotektory-i-antyoksydanty-pomichnyky-v-polipshenni-samopochuttia-liudyny-454317.html>

3. Проєкт: «Рослини – рятівники від радіації. URL: <https://naurok.com.ua/pro-kt-roslini-ryativniki-vid-radiaci-300683.html>.

4. Скиба В. В. Особливості накопичення радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr вищими водними рослинами в умовах радіоактивно забруднених водойм Лісостепу України. *Агробіологія*. 2013. № 10. С. 170–174.

5. Zarubina N. ^{137}Cs circulation in forest ecosystems on the territory of the Chernobyl exclusion zone (Plant). *Доповіді Національної академії наук України*. 2022. № 2. С. 92–98.

УДК 504.5.477

**РАДІОЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ
КАТАСТРОФИ ТА СУЧАСНІ МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ
ДОВКІЛЛЯ**

Яцюк В. М., Варик Г. С., Бойко М. П.

Тернопільський науково-дослідний експертно-криміналістичний
центр МВС України

E-mail: yatsuk-@ukr.net

Чорнобильська катастрофа – найбільша та найтяжча екологічна катастрофа за всю історію людства, що трапилася 26 квітня 1986 року, коли вибухнув реактор 4-го енергоблоку Чорнобильської АЕС. Великий викид радіоактивного пилу піднявся на висоту 1500 м і був перенесений вітром до Скандинавії, Центральної та Південно-Східної Європи, Північної Італії, уразив територію України та сусідніх держав.

Основними забруднювальними елементами були йод-131, цезій-137 (цезій і телур у вигляді аерозолів), стронцій-90, ізотопи плутонію, всі інертні гази, що містилися в реакторі. Забруднювальні речовини поширювались у вигляді суміші пари, твердих часток та у складі органічних сполук [5].

Сила забруднення залежала від погодних умов, зокрема, вітру та опадів, які проходили в перші дні після аварії. Найсильніше постраждали території, на яких в цей час пройшов дощ. Велика частина стронцію і плутонію випала в межах 100 кілометрів від станції, оскільки вони містилися в основному в більших частках. Йод і цезій поширилися на більшу територію [6].

Внаслідок забруднення було виведено близько 5 млн га земель сільськогосподарського користування, а довкола АЕС створена 30-кілометрова зона відчуження.

Вплив ізотопів та сила випромінювання на живі організми

призвели до сильної зміни екосистем (Рудий ліс, річка Прип'ять, забруднені озера), де перевищена концентрація ізотопів цезію спостерігається і в наш час.

Відповідно до Основних засад (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2030 року одним з інструментів їх реалізації є моніторинг стану довкілля та контроль у сфері охорони навколишнього середовища і забезпечення екологічної безпеки [4].

До основних напрямків радіологічного контролю відносять радіоекологічний моніторинг, ядерно-радіаційний моніторинг, радіогеохімічний моніторинг, моніторинг поверхневих водних систем, радіогідрогеологічний моніторинг. Для отримання достовірної та об'єктивної інформації при проведенні наведених вище видів моніторингу використовують радіометричні, радіохімічні та спектроскопічні методи [1].

За допомогою радіометричних методів, до яких належать польова радіометрія та дозиметрія, експертне визначення радіоактивності, радіометрія золи, отримують дані про радіоактивний фон та рівень радіоактивності середовища. Для проведення вимірювань використовуються дозиметри ДРГ-01Т, дозиметр індивідуального фотоконтролю універсальний ІФКУ, ДК-2, ДК-50, КДТ-1, ІКС-А, ДЕГ-07, ІКД-4. ДП-22-В, ДП-23, ДП-24, ДП-63 А [3].

За допомогою радіохімічних методів визначають наявність відповідних ізотопів, використовуючи хімічні підходи до дослідження.

Дослідження проводять у наступній послідовності: відбір і підготовка проб досліджуваних об'єктів; внесення носіїв та мінералізація проб; очищення виділених радіонуклідів від сторонніх нуклідів та супутніх мікроелементів; ідентифікація та перевірка радіохімічної чистоти; радіометрія виділених радіонуклідів; розрахунок активності та висновки [2].

Спектроскопічні методи передбачають дослідження зразків за допомогою спектрофотометрів, найчастіше рентгенофлуорисцентних аналізаторів, емісійних спектрометрів з

індукційно-зв'язаною плазмою ICP-MS, атомно-адсорбційних спектрометрів.

Забезпечення високого рівня радіологічного контролю з використанням новітніх методів виявлення та моніторингу забруднення гарантує якісне та об'єктивне дослідження екосистем, відслідковування наявності та концентрації ізотопів та їх мутаційного впливу на живі організми, розробки науково-методичних підходів до вирішення проблем утилізації та захоронення радіоактивних відходів.

Список літератури:

1. Клименко М.О., Прищепя А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля: підручник. 2-ге вид., допов. та перероб. Рівне: НУВГП, 2023. 350 с.

2. Методи й засоби радіаційного контролю. URL: <https://studfile.net/preview/3741658/page:11/>

3. Прилади і методи радіаційного контролю. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload.html

4. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28.02.2019 № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>.

5. Чорнобильська катастрофа: дії, результати та уроки. URL: <http://www.ukraine-eu.mfa.gov.ua/eu/ua/publication/content/5657.htm>

6. Чорнобильська катастрофа. Пам'ятаємо. URL: <http://mmf.lnu.edu.ua/le/cor/342>

УДК 614.876:159.9(477)

**ПСИХОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ
КАТАСТРОФИ ДЛЯ ЛІКВІДАТОРІВ ТА ЕВАКУЙОВАНИХ:
40 РОКІВ ПІСЛЯ ТРАГЕДІЇ**

**Юрчишин О. М., Федорів О. Є., Копач О. Є., Крицька Г. А.,
Пашко К. О.**

Тернопільський національний медичний університет
імені І. Я. Горбачевського

E-mail: yurchyshyn@tdmu.edu.ua

Чорнобильська катастрофа 1986 року стала не лише екологічною та радіаційною трагедією, а й масштабним психологічним потрясінням для мільйонів людей. Сорок років потому медична спільнота продовжує фіксувати довгострокові психологічні наслідки цієї події, які охоплюють три основні групи постраждалих: ліквідаторів аварії, евакуйованих мешканців та населення, яке проживало у зонах радіоактивного забруднення.

Дослідження свідчать, що серед ліквідаторів катастрофи значно поширені посттравматичний стресовий розлад (ПТСР), депресія та тривожні розлади. За даними ВООЗ, поширеність ПТСР серед ліквідаторів у окремих вибірках сягає 30–35%, тоді як серед загального населення цей показник становить близько 4–5% [1, с. 47]. Особливо вразливими є особи, які безпосередньо брали участь у гасінні пожежі та першочергових аварійно-рятувальних роботах у 1986–1987 роках.

Евакуйовані мешканці Прип'яті та 30-кілометрової зони відчуження демонструють специфічний психологічний синдром, пов'язаний із примусовим переселенням, втратою місця проживання та соціальних зв'язків. У науковій літературі цей феномен описується як «синдром переселенця», що включає хронічне почуття провини, ностальгію, порушення ідентичності та соціальну дезадаптацію [2, с. 112]. Для значної частини переселенців характерна стигматизація в нових громадах через побоювання «радіаційного зараження».

Важливим аспектом є міжпоколінні психологічні наслідки катастрофи. Дослідження другого покоління – дітей ліквідаторів та евакуйованих – виявляють підвищений рівень тривожності, схильність до іпохондрії та специфічні страхи, пов'язані з

онкологічними захворюваннями [3, с. 78]. Ці дані підкреслюють необхідність довгострокового психологічного супроводу постраждалих спільнот.

В умовах сучасних реалій, коли Україна знову зіштовхнулась із загрозою радіаційних аварій внаслідок військових дій на Запорізькій АЕС, досвід психологічної роботи з постраждалими від Чорнобильської катастрофи набуває особливої актуальності. Системне впровадження програм психосоціальної підтримки, розроблених на основі чорнобильського досвіду, є необхідною умовою подолання психологічних наслідків для населення, що проживає поблизу ядерних об'єктів [4, с. 204].

Таким чином, 40-річний досвід вивчення психологічних наслідків Чорнобильської катастрофи демонструє, що радіаційні аварії спричиняють тривалі й глибокі зміни психічного здоров'я постраждалого населення. Комплексний підхід до психологічної реабілітації має включати індивідуальну та групову психотерапію, соціальну підтримку, подолання стигматизації та просвітницьку роботу в громадах [5, с. 33].

Список літератури:

1. Bromet E. J., Havenaar J. M., Guey L. T. A 25 Year Retrospective Review of the Psychological Consequences of the Chernobyl Accident. *Clinical Oncology*. 2011. Vol. 23, №. 4. P. 45–50.
2. Волошин О. І., Сидорчук Л. П. Психосоціальні наслідки Чорнобильської катастрофи: монографія. Чернівці : Медуніверситет, 2018. 234 с.
3. Дроздовська С. Б. Психологічне здоров'я дітей ліквідаторів аварії на ЧАЕС. *Актуальні проблеми психології*. 2020. Т. 7, Вип. 52. С. 74–83.
4. Кириленко Т. С. Психологія стресу та посттравматичні стресові розлади: навч. посіб. Київ : Університет, 2021. 312 с.
5. World Health Organization. Health effects of the Chernobyl accident and special health care programmes. Geneva : WHO Press, 2006. 160 p.

РОЗДІЛ 3
ЧОРНОБИЛЬ У НАУКОВОМУ ДИСКУРСІ, КУЛЬТУРНИХ
ТА ТУРИСТСЬКИХ ПРАКТИКАХ І СУСПІЛЬНІЙ
ПАМ'ЯТІ

УДК 930.85:004.946:338.48

ЕТНОКУЛЬТУРНИЙ ЛАНДШАФТ ЧОРНОБИЛЬСЬКОГО
ПОЛІССЯ: ПОТЕНЦІАЛ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ
ДЛЯ СУЧАСНОГО ТУРИЗМУ

Алєйнова П. Д., Єпик Л. І.

Сумський національний аграрний університет

E-mail: polinaalejnova@gmail.com, larusyabarabash2017@gmail.com

Етнокультурний ландшафт Чорнобильського Полісся є унікальним феноменом, що поєднує природні, історичні та культурні компоненти, сформовані впродовж тривалого часу взаємодії людини з навколишнім середовищем. До Чорнобильської катастрофи ця територія вирізнялася самобутньою культурою, традиційним способом життя, специфічною забудовою та особливими формами господарювання, що відображали адаптацію населення до природних умов Полісся. Після аварії значна частина цього ландшафту була втрачена або трансформована, що актуалізує питання його збереження та відтворення.

У сучасних умовах особливого значення набуває ідея віртуальної реконструкції етнокультурного ландшафту як інструменту збереження культурної спадщини та її інтеграції у туристичний простір. Віртуальні технології дозволяють відтворити втрачені поселення, елементи традиційної архітектури, обрядові практики та повсякденне життя мешканців регіону. Це дає можливість для формування цілісного уявлення про культурне середовище, що існувало до катастрофи [1].

Потенціал віртуальної реконструкції полягає у поєднанні наукових досліджень, архівних матеріалів, усних свідчень та сучасних цифрових технологій. Створення інтерактивних платформ, віртуальних турів, 3D-моделей та мультимедійних проєктів дозволяє залучити широку аудиторію до пізнання етнокультурної спадщини Чорнобильського Полісся. Такий

підхід є особливо актуальним у контексті обмеженого доступу до окремих територій та необхідності збереження їхнього природного стану [2].

Важливою перевагою віртуальної реконструкції є можливість інтеграції освітнього та туристичного компонентів. Вона може використовуватися як у навчальному процесі, так і в туристичній діяльності, забезпечуючи глибше розуміння історії, культури та способу життя населення регіону. Це сприяє формуванню у відвідувачів ціннісного ставлення до культурної спадщини.

Разом із тим реалізація таких проєктів потребує міждисциплінарної співпраці фахівців у галузях історії, етнографії, географії, інформаційних технологій та туризму. Важливим є також дотримання принципів автентичності та наукової достовірності при відтворенні культурних об'єктів і практик.

Список літератури:

1. Барановська Н. П. Чорнобильська трагедія: нариси з історії. Київ: Ін-т історії України НАН України, 2021. 254 с.

9. Тури в Чорнобиль та Прип'ять. URL: <https://flixiess.com/uk/tury/katehoriya/tours-to-chernobyl/>

УДК 621.039.58(477.41):504.5]:070:004.738.5

**ЧОРНОБИЛЬСЬКА АТОМНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ В
ЕКОЛОГІЧНОМУ ДИСКУРСІ ОНЛАЙН-МЕДІА
«РУБРИКА»**

Барна С. С., Мединська О. Я.

Тернопільський національний педагогічний університет імені

Володимира Гнатюка

E-mail: serhiybarna@tnpu.edu.ua , medynskao@ukr.net

Сучасний медіапростір України демонструє стрімке зростання соціально-комунікативного попиту на екологічну інформацію [1]. Це зумовлено не лише глобальними кліматичними змінами, а й специфічними національними чинниками: історичною пам'яттю про аварію на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС) та її наслідками. Онлайн-медіа «Рубрика», позиціонуючи себе як видання формату журналістики рішень

(solution journalism), формує унікальний екологічний дискурс, у якому ЧАЕС водночас виступає як об'єкт безпекових загроз та як простір формування суспільного запиту на інформацію про ситуацію в зоні її розташування.

За результатами аналізу контенту онлайн-медіа «Рубрика» за перше півріччя 2025 року виокремлено чотири ключові тематичні групи: стан довкілля, екорішення, екологічна освіта та наслідки воєнних дій. Тематика, пов'язана з Чорнобильською зоною відчуження, інтегрована в кожну з цих груп, що свідчить про багатогранність її висвітлення. З огляду на це виокремлено дві групи матеріалів, які опубліковані за моніторинговий період:

1. ЧАЕС у контексті воєнних загроз. В екологічному дискурсі видання Чорнобильська АЕС представлена в тематичній групі «Екологічні наслідки воєнних дій». Об'єкт розглядається через призму техногенної безпеки та екоциду. Ілюстративним є матеріал *«Займання на ЧАЕС після удару російського безпілотної локалізували: у Міндовкілля розповіли про наслідки»* (15.02.2025) [2], у якому акцентується на фіксації збитків, оцінці ризиків для здоров'я населення та оперативності реагування державних органів. У цьому контексті ЧАЕС є символом вразливості екосистем в умовах російсько-української війни, де радіаційна загроза знову стає інструментом тиску.

За моніторинговий період в онлайн-медіа «Рубрика» актуалізуються такі теми:

– *ліквідація наслідків російських атак.* У матеріалі «На ЧАЕС вже дев'ятий день триває ліквідація наслідків атаки: що відомо» (22.02.2025) висвітлюється тривала операція, під час якої фахівці здійснювали моніторинг ситуації із застосуванням сучасних технологій, зокрема безпілотних літальних апаратів;

– *фінансування реконструкції інфраструктури ЧАЕС (Арки Нового безпечного конфайнменту) міжнародними інституціями та державами-донорами:* «Україна на дослідження пошкоджень Арки на ЧАЕС отримає 400 тисяч євро», 04.03.2025; «Франція, Велика Британія та Єврокомісія на відновлення арки ЧАЕС виділили ще 42,5 мільйона євро», 26.06.2025» [2].

Такі матеріали акцентують не лише на факті руйнування, а й на механізмах фіксації збитків довкіллю та міжнародній співпраці задля подолання екологічних криз.

2. Чорнобильська зона як науковий та природний резерват. Поза контекстом війни «Рубрика» висвітлює Чорнобильську зону як унікальну екосистему, що перебуває у стані трансформації. У межах групи «Стан довкілля» (категорія «Біорізноманіття») видання публікує матеріали про відновлення фауни. Прикладом є матеріал «Науковці Чорнобильської зони закріплювали пташенят найзагадковішого птаха України» (21.06.2025). Такі матеріали змінюють сприйняття зони відчуження з «території катастрофи» на «територію наукових відкриттів» та важливий осередок збереження біорізноманіття.

Онлайн-медіа «Рубрика» репрезентує себе як видання формату журналістики рішень через дискурсивні стратегії, які використовує для посилення впливу на аудиторію, зокрема: акцент на рішеннях: висвітлюючи кризові ситуації на ЧАЕС, медіа спрямовує увагу на конструктивні дії та управлінські рішення, наприклад, здійснення моніторингу радіаційної безпеки об'єктів, залучення міжнародної фінансової та технічної допомоги для відновлювальних робіт, посилення заходів фізичного захисту критичної інфраструктури, підвищення прозорості інформаційної політики щодо стану ЧАЕС; медіатизація екологічного контенту та формування свідомості: через конструктивне висвітлення тематика Чорнобиля стає частиною широкого метапроцесу – формування екологічного мислення та соціальної відповідальності; візуалізація та доказовість, реалізовані на основі використання фактичних даних та коментарів експертів, дозволяє протидіяти «небезпечним наративам» та дезінформації, що супроводжують тему атомної енергетики.

У цьому контексті ілюстративним є матеріал («Запобігають пожежам та п бідвищують біорізноманіття: як живуть здичавілі корови у Чорнобильській зоні», 25.04.2025) про унікальну популяцію здичавілих свійських корів, які вже майже 10 років мешкають у заповіднику. За даними наукового співробітника Сергія Жили, ці тварини сприяють підвищенню біорізноманіття Полісся та запобігають пожежам. У поєднанні з іншими матеріалами про наукові дослідження чорного лелеки – одного з найзагадковіших видів української фауни, занесеного до

Червоної книги, та динаміку його популяції на основі даних фотопасток, медіа транслює наратив про «природу, що оживає», трансформуючи імідж Чорнобиля з місця трагедії на символ стійкості екосистем [2].

Чорнобильська тематика суттєво впливає на статистику згадуваності регіонів. У структурі екологічного контенту аналізованого медіа Київська область, до якої територіально належить ЧАЕС, є абсолютним лідером за кількістю публікацій – 45 матеріалів, що становить понад 40% від загальної кількості про цей регіон. Це підтверджує, що стан Чорнобильської АЕС та екологічні виклики столичного регіону є центральними в порядку денному видання. Аналіз частотності згадувань цієї теми у загальній структурі екологічного контенту медіа виявляє таку закономірність: тема аварії на ЧАЕС є одним із ключових факторів, що сформували високий соціально-комунікаційний попит українців на екологічну інформацію. Серед сукупної кількості усіх публікацій з екологічної тематики матеріали про Чорнобиль становлять десяту частину в межах чотирьох виокремлених тематичних груп. Згадки про Чорнобильську зону з'являються нерівномірно і зазвичай прив'язані до надзвичайних подій (лютий 2025 р.) або сезонної наукової діяльності (червень 2025 р.). Отже, тема ЧАЕС в аналізованому медіа хоч і не є домінантною, порівняно з групами «Екорішення» чи «Стан довкілля», проте вона залишається важливою складовою екологічного контенту, особливо в контексті фіксації екоциду та висвітлення наукового потенціалу України.

Таким чином, в екологічному дискурсі онлайн-видання «Рубрика» Чорнобильська АЕС постає багатогранним об'єктом, де перетинаються минуле і майбутнє. Медіа ефективно поєднує висвітлення безпекових питань із надихаючими історіями про наукові експедиції та відновлення рідкісних видів. Такий підхід дозволяє задовольнити соціально-комунікаційні потреби суспільства в достовірній інформації про ЧАЕС, водночас виступаючи інструментом протидії російському екоциду та платформою для популяризації ідей «зеленого» відновлення України. Матеріали спрямовані на формування екологічної свідомості реципієнтів через репрезентацію «закодованих взірців культури» та природовідповідних поведінкових моделей. Це

відповідає загальній стратегії онлайн-медіа «Рубрика» – орієнтувати суспільство на конструктивні рішення навіть у найскладніших кризових ситуаціях.

Список літератури:

1. Скалацька О. В. Екологічна проблематика у медійних трендах. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Філологія. Журналістика. 2023. Том 34 (73) № 6 2023. С. 232–236. DOI <https://doi.org/10.32782/2710-4656/2023.6/40>

2. Рубрика. URL : <https://rubryka.com/>

УДК 338.482:504.06(477.41)

ЕКОЛОГО-ТУРИСТИЧНА ЦІННІСТЬ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

Віленський В. О., Новікова А. В.

Сумський національний аграрний університет

E-mail: vilenskiy221@gmail.com, aNovikova1208@gmail.com

Чорнобильська зона відчуження за останні десятиліття трансформувалася з території суто техногенної катастрофи на унікальний природний полігон. Питання її еколого-туристичної цінності набуває особливої актуальності у зв'язку з зростанням попиту на науковий і пізнавальний туризм.

Відсутність інтенсивної антропогенної діяльності сприяла відновленню екосистем Полісся. Створення Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника підкреслило статус території як резервату біорізноманіття. Для екологічного туризму ключовими об'єктами стають: популяції коня Пржевальського, зубра, бурого ведмеда та рисі; мозаїка лісових та водно-болотних угідь, що не мають аналогів у Європі за ступенем невтручання людини [1].

Екологічний туризм у ЧЗВ виходить за межі класичного спостереження за природою. Його цінність полягає: у демонстрації стійкості природи (наочний приклад регенерації екосистем після екстремального впливу); радіоекологічному вихованні (формування культури безпеки та розуміння наслідків глобальних катастроф).

Розвиток екотуризму в регіоні обмежений режимом

радіаційної безпеки. Пріоритетом залишається суворе зонування територій, де відвідування можливе лише за встановленими маршрутами, що мінімізують вплив на вразливі ділянки заповідника. Окрему складність становить мінна небезпека, спричинена військовими діями в регіоні, що вимагає проведення додаткових заходів із демінування та постійного моніторингу безпекових умов. Крім того, антропогенне навантаження на екосистеми має бути чітко регламентованим, аби туристичні потоки не порушували природні процеси самовідновлення флори та фауни [2].

Еколого-туристичний потенціал Зони відчуження полягає у синергії природного відродження та меморіальної цінності. Трансформація ЧЗВ у об'єкт екологічної просвіти сприяє зміні сприйняття території з «мертвої зони» на «зону життя», що є важливим кроком для її інтеграції у міжнародний туристичний простір. Це дозволяє сформуванню нової парадигми використання посттехногенних ландшафтів як платформ для наукового пізнання та екологічної етики. У перспективі Чорнобильська зона може стати світовим еталоном раціонального поєднання заповідної справи з контрольованим пізнавальним туризмом.

Список літератури:

1. Гащак С. П., Вишневський Д. О., Чижевський І. В. Чорнобильська зона відчуження – унікальний полігон для вивчення дикої природи. *Екологія та ноосферологія*. 2019. Т. 30, № 2. С. 85–92.

2. Коротун С. І. Географія туризму України : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2021. 215 с.

УДК 911.9

**ЗОНА ВІДЧУЖЕННЯ ЯК АТРАКТИВНИЙ ОБ'ЄКТ
РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ**

Гавришок Б. Б., Долопікула Г. М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: gavrok2911@tnpu.edu.ua

Актуальність дослідження зумовлена зростаючим світовим інтересом до об'єктів, що асоціюються з глобальними

історичними трансформаціями та техногенними ризиками. Чорнобильська зона відчуження (ЧЗВ), яка тривалий час сприймалася виключно як осередок екологічної небезпеки, на сучасному етапі проходить процес реконцептуалізації.

Феномен популярності ЧЗВ корелює з концепцією «темного туризму» [2], що передбачає відвідування місць, пов'язаних зі смертю, катастрофами або трагічними подіями. Проте чорнобильський кейс є складнішим за класичні деструктивні дестинації. Місто Прип'ять та навколишні села слугують «капсулою часу», що демонструє побут пізньорадянської епохи. Зона стала унікальним майданчиком для спостереження за регенерацією екосистем у відсутності людського впливу.

Туристична привабливість ЧЗВ базується на поєднанні декількох об'єктів. Ключовими серед них є центр міста Чорнобиль, об'єкт «Укриття» та новий безпечний конфайнмент, ЗГРЛ «Дуга» тощо.

Статистичні дані останніх років (до повномасштабного вторгнення) демонстрували стрімку динаміку зростання потоку відвідувачів, де частка іноземних туристів перевищувала 60%. Це свідчить про перетворення ЧЗВ на бренд глобального масштабу. Розвиток туризму в зоні відчуження стикається з низкою викликів. Постає питання етичності комерціалізації трагедії. Тому під час екскурсій розважальний елемент мінімізується на користь просвітницького. Існує конфлікт між «сталкерством» та офіційними екскурсіями. Впорядкування чітких маршрутів дозволяє забезпечити збереження цілісності об'єктів [1].

Туризм у ЧЗВ виконує роль інструменту «м'якої сили». Відвідувачі з усього світу отримують можливість побачити Україну як країну, що не лише пережила катастрофу, а й здатна долати її наслідки, інтегруючи складну спадщину в сучасний культурний контекст.

Розвиток екскурсійних послуг забезпечує надходження до бюджету через систему спеціальних перепусток та сервісних зборів, створює робочі місця для гідів, стимулює суміжні галузі. Незважаючи на високий потенціал, існують стримувальні чинники, зокрема фізична деградація об'єктів та безпекова ситуація, зумовлена наслідками окупації частини зони у 2022

році.

Чорнобильська зона відчуження є унікальним багатогранним об'єктом, що не має аналогів у світі. Її розвиток як туристичної дестинації дозволяє трансформувати травматичний досвід у ресурс для сталого розвитку. Науковий підхід до управління туризмом у ЧЗВ має базуватися на балансі між економічною доцільністю, екологічною безпекою та повагою до історичної пам'яті.

Список літератури:

1. Худоба В., Скабара Р., Самарцева, М.. Чорнобильська зона відчуження як унікальний туристичний напрямок. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: географія*, 2021, № 50(1), С.111–118. <https://doi.org/10.25128/2519-4577.21.1.13>

2. Stone P. R. A dark tourism spectrum: Towards a typology of death and macabre related tourist sites, attractions and exhibitions. *Tourism: An International Interdisciplinary Journal*, 2006 №54.2, P. 145-160.

УДК 504.054:502.17(477.41)

**ТРАГЕДІЯ ЧОРНОБИЛЯ: ВІД ТЕХНОГЕННОГО
КОЛАПСУ ДО ЗОНИ ВІДРОДЖЕННЯ**

Герасим Я., Ласа С. І., Москалюк Н. В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: moskalyuk@chem-bio.com.ua

26 квітня 1986 року позначене в історії як дата безпрецедентної техногенної катастрофи на 4-му енергоблоці Чорнобильської АЕС.

Внаслідок вибухів під час технічних випробувань у довкілля потрапила радіоактивна хмара, сумарна активність ізотопів якої в десятки разів перевищувала наслідки ядерного удару по Хіросімі. Масштабний викид створив глобальні екологічні виклики, що залишаються актуальними й сьогодні. Особливої уваги заслуговує самопожертва близько 240 тисяч ліквідаторів, які зазнали критичного радіаційного впливу під час

приборкання пожежі [1].

Метою дослідження є комплексний аналіз еколого-біологічних та соціально-політичних наслідків Чорнобильської катастрофи крізь призму сорокарічного досвіду, а також обґрунтування необхідності формування екологічної компетентності майбутніх фахівців.

Героїзм пожежників дозволив уникнути критичного сценарію – потужного водневого вибуху, що міг би багаторазово посилити масштаби лиха для Східної Європи. Радіаційного впливу безпосередньо після аварії зазнали близько 8,5 млн осіб, а забруднення охопило 155 тис. км² територій, третина з яких – угіддя сільськогосподарського призначення [5]. Створення Зони відчуження через критичне забруднення абіотичних компонентів (повітря, ґрунтів, вод) призвело до вилучення земель з господарського обігу. Попри антропогенну пустку, ця територія стала унікальним резерватом: тут мешкають близько 400 видів хребетних та 1200 видів рослин, серед яких понад 80 мають статус рідкісних або занесені до Червоної книги України [3]. Водночас біота регіону залишається об'єктом інтенсивного радіобіологічного моніторингу через високий рівень генетичних мутацій.

На той час керівництво Радянського Союзу проголосили «гласність і відкритість» [2]. Однак надзвичайна ситуація на ЧАЕС засвідчила фальшивість гасел. Розуміючи, що екологічна катастрофа такого масштабу матиме негативні наслідки для комуністичного режиму, керівництво СРСР обрало курс на її замовчування. Уся інформація про Чорнобильську катастрофу одразу опинилася під ідеологічним контролем КПРС і КГБ. Чорнобильська трагедія засвідчила неготовність державної верхівки підпорядкувати політичні інтереси гуманістичним цінностям життя і здоров'я людей. Щоб продемонструвати, наче б то ніякої небезпеки радіації немає, партійне керівництво не відмінило першотравневу демонстрацію. На Хрещатик за п'ять днів після аварії вивели сотні тисяч людей, в тому числі школярів. Наступного дня всі газети рясніли парадними повідомленнями.

Питання верифікації кількості жертв Чорнобильської

катастрофи залишається дискусійним у науковій спільноті через відсутність єдиної методології оцінювання. За даними організації «Лікарі світу за запобігання ядерній війні» [4], смертність лише серед ліквідаторів оцінюється у 50–100 тис. осіб, а загальна кількість жертв може сягати 246 тис. Інші джерела наводять цифри від 540 до 900 тис. постраждалих. На територіях з аномальним радіоактивним фоном досі проживає від 2 до 7 млн осіб. Радіогенний вплив підтверджується різким зростанням онкопатологій: зокрема, аналіз випадків раку щитоподібної залози серед осіб, які на момент аварії були дітьми або підлітками, свідчить про зростання захворюваності з 59 випадків у доаварійний період до 725 випадків за період 1986–2019 рр. [3].

Чорнобильська проблема залишається динамічним викликом, а не статичною історичною подією. Сучасний стан об'єкта «Укриття» свідчить про перманентну техногенну загрозу: фізичне зношення «Саркофага» вимагає постійного моніторингу та інженерних інновацій. Розуміння цих ризиків є критичним для студентів-біологів, адже ймовірність руйнації старих захисних споруд і подальша міграція радіонуклідів потребують готовності до розробки нових стратегій екологічного захисту та біоіндикації.

Чорнобильська катастрофа залишається фундаментальним уроком відповідальності влади перед суспільством. Дефіцит відповідей на ключові питання безпеки та тривалий негативний вплив на здоров'я громадян, особливо дитячого населення, виводять проблему мінімізації наслідків аварії у ранг пріоритетних завдань державного рівня. Сучасні трансформації соціально-психологічного стану населення забруднених територій та необхідність гарантування прав майбутніх поколінь зумовлюють нагальну потребу у розробці оновленої Концепції захисту населення, що відповідала б актуальним викликам та міжнародним стандартам безпеки.

Перспективи подальшого розвитку атомної енергетики у світі мають базуватися не на нарощуванні потужностей, а на безумовному пріоритеті безпеки. Ключовим викликом для інженерної та наукової думки залишається створення систем, здатних повністю локалізувати радіацію та мінімізувати наслідки

ймовірних інцидентів. Попри те, що з моменту аварії на ЧАЕС минуло чотири десятиліття, її наслідки залишаються у фокусі світової науки. За класифікацією UNSCEAR та ВООЗ, Чорнобильська трагедія залишається еталоном ядерної катастрофи найвищого рівня, що зобов'язує людство до перегляду парадигми експлуатації ядерних об'єктів.

Список літератури:

1. Бакуменко В. Д. та ін. Сучасні підходи до вирішення проблем Чорнобильської зони відчуження та безумовного (обов'язкового) відселення : монографія. Київ : УАДУ, 2000. 151 с.
2. Десятников П. Біль, якому немає меж: Чорнобильська трагедія. *Пожежна безпека*. 2004. № 4. С. 10–13.
3. Інформаційні матеріали до річниці аварії на Чорнобильській АЕС. URL: <https://uinp.gov.ua/informaciyni-materialy/zhurnalistam/informaciyni-materialy-do-rokovyn-avariyi-na-chornobylskiy-aes> (дата звернення: 05.07.2026).
4. Плохій С. Чорнобиль. Історія ядерної катастрофи. Київ : [б. в.], 2019.
5. Чорнобиль. Наслідки для довкілля, здоров'я та прав людини. Досвід подолання (офіц. док., кн., зб. наук. ст. 1999–2002 рр.) / М-во освіти і науки України, Держ. наук.-техн. б-ка України, Інформ.-бібліогр. від. ; уклад. А. В. Луговська. Київ, 2003. 14 с.

УДК 338.48:316.7:17(477.41)

**ТРАНСФОРМАЦІЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ
ВІДЧУЖЕННЯ ЯК ОБ'ЄКТА ТУРИЗМУ ТА ПАМ'ЯТІ:
ЕТИЧНІ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ**

Гетьман Х. С., Єпик Л. І.

Сумський національний аграрний університет

E-mail: kristia1529@gmail.com, larusyabarabash2017@gmail.com

Трансформація Чорнобильської зони відчуження як об'єкта туризму та пам'яті є складним і багатовимірним процесом, що поєднує історичний, культурний, етичний та соціально-економічний виміри. Територія, яка виникла внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції, поступово набуває нового статусу – не лише як простір екологічної катастрофи, але й як місце пам'яті, наукового пізнання та специфічного туристичного інтересу.

У сучасному контексті Чорнобильська зона відчуження розглядається як об'єкт так званого «темного туризму», що передбачає відвідування місць, пов'язаних із трагічними подіями. Такий тип туризму має суперечливий характер, адже з одного боку він сприяє збереженню історичної пам'яті та підвищенню обізнаності суспільства про наслідки техногенних катастроф, а з іншого – може призводити до поверхневого або сенсаційного сприйняття трагедії [1]. Важливим аспектом трансформації зони є її осмислення як простору пам'яті. Формування відповідних наративів, створення музеїв, меморіальних об'єктів та освітніх програм сприяє глибшому розумінню подій Чорнобильської катастрофи та їхнього впливу на суспільство. У цьому процесі особливу роль відіграє етичний підхід, що передбачає повагу до постраждалих, уникнення комерціалізації трагедії та відповідальне ставлення до історичного контексту.

Соціально-економічний вимір розвитку туризму в зоні відчуження полягає у створенні нових можливостей для регіону, зокрема у сфері зайнятості, розвитку інфраструктури та залучення інвестицій. Туризм може виступати інструментом популяризації України на міжнародному рівні, а також сприяти розвитку наукових і освітніх ініціатив. Водночас важливо

забезпечити баланс між економічними інтересами та збереженням унікальності території [2].

Суттєвим викликом є забезпечення безпеки відвідувачів, контроль за дотриманням екологічних норм та обмеження антропогенного впливу на територію. Не менш важливим є формування відповідальної поведінки туристів, що передбачає усвідомлення значення цієї території як місця трагедії, а не лише об'єкта цікавості.

Отже, трансформація Чорнобильської зони відчуження як об'єкта туризму та пам'яті є складним процесом, що потребує комплексного підходу та врахування етичних, соціальних і економічних чинників.

Список літератури:

1. Іванов А. М. «Темний» туризм як один з перспективних видів туризму. Бізнеснавігатор. 2021. № 5. С. 186-191.
2. Романова А. А. Види туризму та їх класифікація у контексті сучасних тенденцій розвитку туристичної індустрії. Економіка та управління національним господарством. 2022. № 4 (65). С. 13-19.

УДК 911.3:39:911.37(477.41)

ЕТНОГЕОГРАФІЧНІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПОЛІССЯ: ВІД ТРАДИЦІЙНОГО РОЗСЕЛЕННЯ ДО ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

Гончаренко С. О., Єпик Л. І.

Сумський національний аграрний університет

E-mail: cofia20191981@gmail.com, larusyabarabash2017@gmail.com

Полісся – унікальний регіон України, що охоплює північну частину країни, межує з Білоруссю та охоплює території Волинської, Рівненської, Житомирської та Київської областей. Ця територія вирізняється своєю природною різноманітністю: широкі ліси, численні болота, річки та озера створюють специфічний ландшафт, який історично впливав на характер людського поселення та соціокультурні практики місцевих спільнот.

Однією з найзначніших трансформацій стало будівництво Чорнобильської атомної електростанції на межі 1970 – 1980-х років. Цей проєкт радикально змінив етногеографічну карту

регіону: зростання промислових центрів, інфраструктури та одночасне створення ізольованих територій для обслуговуючого персоналу спричинило зсув традиційних поселень [1].

Найрадикальніша трансформація Полісся відбулася після Чорнобильської катастрофи 1986 року. Багаторічні експлуатаційні та радіоекологічні наслідки призвели до евакуації населення та створення Зони відчуження, яка охопила понад 2,6 тис. км². Традиційні поселення стали покинутими, а етнокультурна тканина регіону була порушена.

Сучасне Полісся переживає нову хвилю трансформацій. Туристичні практики, зокрема темний туризм, екологічні експедиції та етнокультурні маршрути, дозволяють відновити зв'язок із історією та культурною спадщиною регіону. Водночас виникає етичне питання: як балансувати між дослідженням території та збереженням пам'яті про трагедію та постраждале населення [2].

Регіональні ініціативи з ревіталізації та охорони природної і культурної спадщини дозволяють формувати нову ідентичність Полісся – поєднанням історичного знання, культурної пам'яті та екологічної свідомості.

Етногеографічні трансформації Полісся – це історія про взаємодію людини, культури та природи, що проходить від традиційного розселення до сучасної Зони відчуження. Хоча катастрофічні події призвели до руйнування звичного побуту, вони відкрили нові перспективи для дослідження, збереження та популяризації унікальної природної та культурної спадщини регіону.

Список літератури:

1. Глушко М. Середнє Полісся у системі етнографічного районування України: локалізація, межі (за матеріалами наукових досліджень другої половини XX – початку XXI ст.). Вісник Львівського університету. Серія історична. 2023. Вип. 43. С. 15-33.
2. Чорнобильська зона відчуження готова до змін – вирішувати людям URL: <https://polissya.today/chornobylska-zona-vidchuzhennya-hotova-do-zmin-vyrishuvaty-lyudyam>

УДК 008:316.722:930.85(477.41)

**КУЛЬТУРОЛОГІЧНА РЕФЛЕКСІЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ
КАТАСТРОФИ: ТРАНСФОРМАЦІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ
ІДЕНТИЧНОСТІ ТА ІСТОРИЧНОЇ ПАМ'ЯТІ**

Єпик Л. І.

Сумський національний аграрний університет

E-mail: larusyabarabash2017@gmail.com

Культурологічна рефлексія Чорнобильської катастрофи є важливим напрямом осмислення цієї події як складного соціокультурного феномену, що суттєво вплинув на трансформацію національної ідентичності та історичної пам'яті українського суспільства. Чорнобиль виходить за межі суто техногенної катастрофи, набуваючи значення символу, який поєднує екологічний, історичний, культурний і моральний виміри.

У культурному дискурсі Чорнобиль постає як травматичний досвід, що формує нові підходи до осмислення минулого та сучасності. Він стає частиною колективної пам'яті, яка передається через літературу, мистецтво, кінематограф, усні історії та публічні практики пам'ятання.

Важливим аспектом є трансформація національної ідентичності, яка відбувається під впливом Чорнобильської катастрофи. Подія сприяла формуванню більш критичного ставлення до історії, посиленню усвідомлення цінності людського життя, безпеки та правди [1]. Водночас вона стала одним із чинників консолідації суспільства, формування почуття спільної долі та відповідальності за майбутнє країни.

Особливу роль відіграє процес комеморації, що включає створення меморіалів, музеїв, освітніх програм та публічних заходів, спрямованих на збереження пам'яті про події Чорнобильської катастрофи. Через ці практики формується історична пам'ять, яка не лише фіксує факти, але й визначає ціннісні орієнтири суспільства.

Водночас важливим є питання етичного осмислення Чорнобиля, що передбачає відмову від поверхневого або сенсаційного сприйняття події та зосередження на її глибинних гуманістичних аспектах [2].

Отже, культурологічна рефлексія Чорнобильської катастрофи відіграє важливу роль у процесах трансформації національної ідентичності та формування історичної пам'яті. Вона сприяє глибшому розумінню минулого, формуванню ціннісних орієнтирів та усвідомленню відповідальності за майбутнє, що є важливим для розвитку сучасного українського суспільства.

Список літератури:

1. Чорнобиль у культурі та мистецтві: як катастрофа стала символом боротьби за майбутнє URL : <https://pravdatutnews.com/society/2024/12/14/52214-chornobyl-u-kulturi-ta-mystectvi-yak-katastrofa-stala-symvolom>

2. Чорнобиль. Культурна рефлексія. URL: <https://library.kr.ua/virtual-art/chornobyl/>

УДК 338.48-6:504.5

**ІНДУСТРІЯ ГОСТИННОСТІ ТА ТУРИСТИЧНІ
ДЕСТИНАЦІЇ ЗОН ТЕХНОГЕННИХ КАТАСТРОФ**

Задворний С. І.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: zadvornyi90@tnpu.edu.ua.

Техногенні катастрофи є тригерами низки суспільних зрушень, які впливають на динаміку і тенденції розвитку багатьох видів економічної діяльності на локальному, регіональному, національному та глобальному рівнях. Туризм як складний багатокомпонентний суспільний феномен також виявляється надзвичайно вразливим до подібних деструктивних впливів, що зумовлює трансформацію туристичних потоків й стратегій безпеки. Туристичні дестинації зазнають суттєвих змін у межах формування нових парадигм стійкого розвитку галузі в умовах підвищених ризиків та невизначеності. У цьому контексті індустрія гостинності має комплексно забезпечити сервісний супровід дестинацій такого типу.

У нашому розумінні туристичні дестинації зон техногенних катастроф – це специфічні території, де відбулися масштабні аварії, спричинені діяльністю людини. На зазначених територіях розвивається своєрідний напрям «темного» туризму – туризм

антропогенних катастроф. Він передбачає відвідування місць хімічних і транспортних катастроф та місць, котрі людство довело до надзвичайних станів. Особливою популярністю користуються місця, пов'язані з техногенними катастрофами [3]. До основних факторів, що спонукають туристів відвідувати такі місця дослідники феномену «похмурих» турів називають потребу в гострих емоційних відчуттях, епатаж, надмірну зацікавленість тощо [1]. Найбільш відомими туристичними destinations, у цьому контексті є зона Чорнобильської катастрофи (Україна), місце аварії на АЕС Фукусіма-1 (Японія), колишнє шахтарське місто Віттенум (Австралія) та ін. Подорожі до цих destinations мають переважно екстремальний характер.

Основною концепцією успіху підприємств індустрії гостинності є максимальне задоволення потреб і запитів клієнтів [2]. Цей підхід є сучасним і відносно нестандартним для традиційної системи гостинності. Водночас сама сфера послуг повинна адаптуватися до новітніх трендів та оперативно відповідати на запити ринку. З огляду на це, пріоритетними є такі напрями: організація розміщення та харчування, логістика й безпека, цифровізація, ревіталізація територій, а також врахування етичних та управлінських аспектів.

Список літератури:

1. Буряк А. А., Левченко І. В., Маховка В. Н., Борисенко К. О. Сутність «темного» туризму як перспективного напрямку розвитку туристичних destinations: міжнародний досвід. *Ефективна економіка*. 2022. № 10. URL:<https://nauka.com.ua/index.php/ee/article/view/661/668>.
2. Демчук Л., Тарасюк Г., Каленська В. Індустрія гостинності: до визначення поняття. *Економіка та суспільство*, 2024. № 61. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3819/3739>.
3. Луцки М. Географія темного туризму у світі. *Економічні науки. Вісник Хмельницького національного університету*. 2022. № 4. С.97-104.

УДК 338.48

**ОРГАНІЗАЦІЯ ТУРИЗМУ В ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ ЗОНІ
ВІДЧУЖЕННЯ У ДОВОЄННИЙ ПЕРІОД ТА ПОВОЄННІ
ПЕРСПЕКТИВИ**

Заставецька Л. Б., Заставецький Т. Б., Семененко О. О.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: zastlesia@gmail.com

Чорнобильська зона відчуження, яка виникла внаслідок катастрофи на Чорнобильській атомній електростанції у 1986 році, стала унікальним об'єктом для розвитку так званого «похмурого» туризму. Ця зона, з її незвичайною історією та атмосферою, привертає туристів з усього світу. У даній статті розглянемо організацію туризму в Чорнобильській зоні відчуження у довоєнний період та перспективи його розвитку в повоєнний час.

Після катастрофи на Чорнобильській АЕС, у 1995 році зона була відкрита для перших туристів. Тоді її відвідали всього 900 осіб. Основними туристичними атракціями стали інфраструктура атомної електростанції, зокрема реактор №4, покритий бетонним саркофагом, а також покинуте місто Прип'ять, яке часто називають «містом-привидом». Ці місця з їхньою таємничою та трагічною історією стали магнітом для туристичних груп.

Впродовж наступних років кількість відвідувачів зростала. У 2013 році Чорнобильську зону відвідали 17,8 тис. туристів. Однак у 2014 році спостерігався спад до 8,4 тис. осіб через політичну ситуацію в Україні, зокрема через воєнні дії росії у східних регіонах України. Незважаючи на це, з 2015 року почався значний ріст числа туристів, що відвідали зону: 16,4 тис. осіб у 2015 році, 35,1 тис. осіб у 2016 році, 46,1 тис. осіб у 2017 році, 71,9 тис. осіб у 2018 році та 124,0 тис. осіб у 2019 році. Аналіз відвідуваності туристами цієї території свідчить про певну сезонність. Майже у кожному році, у період з 2017 до 2019 рр. кількість відвідуваності спостерігалась у квітні та у вересні-жовтні.

У 2019 році спостерігалось стрімке зростання кількості відвідувачів Чорнобильської зони відчуження. На це вплинуло

кілька факторів, серед них: вихід американського міні-серіалу «Чорнобиль», який сприяв популяризації цього місця серед туристів, особливо іноземних; запровадження прозорої системи реєстрації туристів, які бажають відвідати Чорнобильську зону відчуження; створення безпечних умов для відвідування зони; наявність кількох туроператорів, які пропонують високоякісні послуги пов'язані з подорожами в межах даної території; розробка та впровадження 21 туристичної стежки на території Чорнобильської зони відчуження, які задовольняють потреби різних груп туристів.

Аналіз географії туристів у Чорнобильську зону відчуження свідчить про те, що найбільші потоки відвідувачів були з України, Польщі, Німеччини, США, Великобританії, Швеції, Данії, Чехії та ін. Зростання інтересу до похмурого туризму може призвести до збільшення кількості відвідувачів з інших країн у майбутньому.

Сьогодні, після завершення активних бойових дій в Україні, Чорнобильська зона відчуження має потенціал для подальшого розвитку туризму. Відновлення стабільності в регіоні, а також зростаючий інтерес до темного туризму можуть стати основними факторами, які сприятимуть зростанню кількості туристів.

Серед головних факторів розвитку Чорнобильської зони відчуження як туристичної локації можемо зазначити наступні: потреба в покращенні транспортної та туристичної інфраструктури, включаючи готелі, інформаційні центри та екскурсійні маршрути; активна промоція Чорнобиля як туристичного напрямку через соціальні мережі та міжнародні туристичні виставки; забезпечення безпеки туристів через контроль за радіаційним фоном та впровадження нових технологій для моніторингу; розвиток екологічного туризму, включаючи організацію екскурсій до природних заповідників, які утворилися внаслідок відсутності людської діяльності; збереження культурної спадщини та пам'яток, що залишилися після катастрофи, для освітніх цілей та залучення туристів.

Чорнобильська зона відчуження є унікальним місцем, яке має великий потенціал для розвитку туризму. Довоєнний період показав зростаючий інтерес до цього регіону, а повоєнний

перспективи відкривають нові можливості для залучення туристів. З правильним підходом до організації туризму, Чорнобиль може стати важливим центром для похмурого туризму в Україні та за її межами.

Список літератури:

1. Bakota D., Zastavetska L., Płomiński A. The disaster at the Chernobyl Nuclear Power Plant and tourism. Status and prospects of tourism development in the area of radioactive contamination. *Annual Set The Environment Protection*. 2018. № 20. P. 495-511.

2. Daniel Bakota, Robert Machowski, Arkadiusz Płomiński, Aliaksei Ramanchuk, Mariusz Rzętała, Lesia Zastavetska. The Disaster as a Factor in the Development of Modern Tourism. A Study Case Based on the Chernobyl Nuclear Power Plant. December 2020. *Journal of Environmental Management and Tourism XI, Winter (7(47))*: 1729-1741. DOI: 10.14505/jemt.v11.7(47).14 <https://journals.aserspublishing.eu/jemt/article/view/5726>

УДК 94(477)»1986»:621.039.58

ЧОРНОБИЛЬСЬКА ТРАГЕДІЯ: ІСТОРІЯ КАТАСТРОФИ

Зілецький В. М., Москалюк М. М.

Тернопільський національний педагогічний університет

імені Володимира Гнатюка

E-mail: vova.ziletskiy@gmail.com

Чорнобильська катастрофа залишається однією з найактуальніших тем сучасної науки та суспільства, оскільки її наслідки відчутні й через сорок років. Вивчення довгострокового впливу радіації на екосистеми та здоров'я людей дозволяє отримати важливі дані для прогнозування наслідків подібних аварій у майбутньому [3; 4]. Зона відчуження стала унікальним природним лабораторним об'єктом, де відбувається відновлення флори і фауни, що дає змогу спостерігати адаптацію живих організмів до радіаційного забруднення [3]. Сучасні еко-критичні дослідження розглядають Чорнобиль не лише як техногенну катастрофу, а як простір трансформації взаємодії людини і природи, де формується нова модель постантропогенного

ландшафту [3]. Крім того, катастрофа привертає увагу до міжнародної ядерної безпеки, вдосконалення конструкцій атомних станцій та систем контролю, що важливо для запобігання подібним аваріям [2; 4]. Соціальні та гуманітарні наслідки Чорнобиля, зокрема евакуація населення та робота ліквідаторів, формують уроки для підготовки людей до надзвичайних ситуацій [2; 4].

Мета дослідження полягає у комплексному аналізі наслідків катастрофи та актуалізації історичної пам'яті про трагічні події 1986 року. Дослідження фокусується на висвітленні суперечливості офіційних звинувачень, висунутих персоналу АЕС, який діяв у межах чинних на той час інструкцій, не володіючи повною інформацією про конструктивні недоліки реактора. Особлива увага приділяється аналізу політичної відповідальності радянського керівництва, чий курс на приховування масштабів лиха спричинив транскордонне поширення радіації та призвів до численних жертв серед цивільного населення. Робота підкреслює руйнівний вплив ідеологічного тиску на процеси прийняття рішень, коли фахові попередження про небезпеку ігнорувалися заради збереження політичного іміджу держави.

Система державного управління того часу базувалася на стратегії інформаційної ізоляції та замовчування будь-яких техногенних інцидентів (зокрема вибухів на шахтах), що було спрямовано на підтримку ілюзії безпомилкового функціонування радянської індустрії. Така деструктивна політика була застосована і під час Чорнобильської катастрофи: прагнення зберегти статус «ідеальної держави» призвело до фатального зволікання з евакуацією. Приховування фактів у перші дні після вибуху позбавило населення можливості вчасного захисту та спричинило невинуваті людські втрати.

Збереження пам'яті про трагедію на ЧАЕС є обов'язком не лише України, а й усього світу, оскільки історія має слугувати інструментом превенції майбутніх катастроф. Глобальний досвід Чорнобиля чітко окреслив причинно-наслідкові зв'язки масштабного екологічного колапсу. В сучасних умовах, попри наявність досконаліших технологій проектування систем

захисту, ключовим фактором безпеки залишається неухильне дотримання регламентів на кожному промисловому об'єкті, що підкреслює важливість високої професійної відповідальності майбутніх фахівців.

Попри значну часову дистанцію, рецидиви Чорнобильської трагедії залишаються гострою психосоціальною проблемою. Комеморативні практики та свідчення очевидців розкривають глибоку травму, пов'язану з деструкцією родинних зв'язків, втратою близьких та вимушеною депопуляцією цілих міст. Процес ресоціалізації переселенців у нових громадах супроводжувався радикальною зміною життєвого устрою, коли люди, маючи лише документи та базовий мінімум речей, були змушені адаптуватися до чужого середовища. Цей аспект «життя з чистого аркуша» є критично важливим для розуміння довгострокового впливу катастрофи на психоемоційне здоров'я нації.

Системні прорахунки в експлуатації АЕС призвели до катастрофічних гуманітарних та екологічних наслідків. Радіаційний вплив спричинив масові випадки гострої променевої хвороби, лейкемії та зростання рівня дитячої смертності. Крім медичного аспекту, трагедія мала руйнівний вплив на біоту регіону: відбулася деградація унікальних екосистем, зокрема значне забруднення басейну річки Прип'ять та лісових масивів. Одним із найбільш постраждалих об'єктів став «Рудий ліс» (площею близько 202 км²), який акумулював критичні дози радіоактивного пилу, що призвело до загибелі соснових насаджень [1]. Протягом наступних десятиліть у зоні спостерігалися стійкі тератогенні ефекти та генетичні мутації у популяціях іхтіофауни та ссавців.

Повна реабілітація екосистем Чорнобильського регіону триватиме століттями, проте вже сьогодні ми спостерігаємо унікальні процеси природного відродження. Створення Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника стало ключовим етапом у збереженні біорізноманіття: наявність 75 видів тварин, занесених до Червоної книги України, є переконливим індикатором відновлення природного середовища. Поступове зниження

радіаційного фону та відсутність антропогенного тиску перетворили Зону відчуження на унікальний природний резерват, де природа самостійно долає наслідки техногенного колапсу.

Чорнобильська трагедія стала визначальною подією XX століття, яка показала масштаби техногенної катастрофи, наслідки радіоактивного забруднення та важливість ядерної безпеки. А дослідження цієї аварії дозволяють оцінити вплив на екологію, здоров'я людей і соціально-політичні процеси, а також формують уроки для сучасного і майбутнього розвитку енергетики та захисту навколишнього середовища.

Список літератури:

1. Чорнобильська катастрофа. URL: <http://mmf.lnu.edu.ua/le/cor/342>
2. Плохій С. М. Чорнобиль. Історія ядерної катастрофи / С. М. Плохій; [пер. з англ. В. Махоніна]. Харків: Бібколектор, 2019. 396 с.
3. Rozinkevych N. Ecocritical Study of the Chornobyl Disaster (Based on Materials of Contemporary Literature of Fact). *Kyiv-Mohyla Humanities Journal*. 2024. № 11. С. 204–225. URL: <https://doi.org/10.18523/2313-4895.11.2024.204-225>
4. Yap C. K., Al-Mutairi K. A. Chernobyl nuclear catastrophe: lessons for sustainability and UNSDGs in health, energy, and environmental recovery. *Frontiers in Public Health*. 2025. Vol. 13. URL: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1552122>

УДК 504:930.85(477.41)

**ЧОРНОБИЛЬСЬКА ЗОНА ВІДЧУЖЕННЯ: ВІД
ТЕХНОГЕННОЇ ТРАГЕДІЇ ДО
МУЛЬТИДИСЦИПЛІНАРНОГО ПРОСТОРУ ПАМ'ЯТІ**

Зінченко К. Є., Новікова А. В.

Сумський національний аграрний університет

E-mail: zincenkokata6@gmail.com, avikova1208@gmail.com

Чорнобильська катастрофа 1986 року стала не лише найбільшою техногенною трагедією XX століття, але й важливим маркером у сучасному науковому та культурному дискурсі. Після 2020 року дослідження Чорнобиля дедалі більше набувають міждисциплінарного характеру, поєднуючи історію, соціологію, культурологію та екологію.

У науковому середовищі Чорнобиль розглядається як глобальний виклик, що актуалізує питання екологічної безпеки та суспільної пам'яті. Згідно з аналітичними матеріалами Українського інституту національної пам'яті, катастрофа стала предметом нових студій, які поєднують гуманітарні та природничі науки.

Культурні практики після 2020 року демонструють активне переосмислення трагедії. Виставка «Чорнобиль. Подорож» у Києві стала прикладом інтеграції мистецтва та історії, де катастрофа постала як культурний феномен, що формує ідентичність поколінь. Подібні проєкти сприяють утвердженню Чорнобиля як символу пам'яті та осмислення минулого [2].

Туристичний вимір Чорнобиля набув особливого значення у контексті «темного туризму». Зона відчуження стала простором культурного туризму, де поєднуються інтерес до історії, екології та постіндустріальних ландшафтів. Дослідження Ковальчука показують, що відвідування Чорнобиля сприяє формуванню критичного ставлення до технологічних ризиків та усвідомленню цінності екологічної безпеки [1].

Узагальнюючи викладене, можна стверджувати, що після 2020 року Чорнобильська зона відчуження остаточно трансформувалася з ізольованої території «відчуження» на динамічний простір інтелектуальної та культурної рефлексії. Сучасні дослідження та суспільні практики демонструють

зміщення фокусу з пасивної жалоби на активне вивчення уроків стійкості, де досвід подолання катастрофи стає фундаментом для нової екологічної етики. Таке мультидисциплінарне осмислення дозволяє розглядати Зону не лише як пам'ятку минулого, а й як стратегічний ресурс для формування безпечного майбутнього в умовах глобальних технологічних та кліматичних викликів. Ця еволюція сприйняття підтверджує, що Чорнобиль залишається живим символом, який продовжує генерувати актуальні сенси для сучасного українського та світового співтовариства.

Список літератури:

1. Ковальчук А. С. Темний туризм як інструмент формування екологічної свідомості. *Вісник КНУКиМ. Серія: Туризм*. 2021. Т. 4, № 1. С. 45-58.

10. Чорнобиль: Переосмислення / за ред. В. М. Тиліщак. Український інститут національної пам'яті. Київ : Пріоритети, 2021. 84 с.

УДК 338.48-6:17:316.7(477.41)

**ТЕМНИЙ ТУРИЗМ У ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ: ЕТИЧНІ
ВИКЛИКИ ТА РОЛЬ У ЗБЕРЕЖЕННІ
СУСПІЛЬНОЇ ПАМ'ЯТІ**

Іщенко Ю. Ю., Єпик Л. І.

Сумський національний аграрний університет

E-mail: sisenko961@gmail.com, larusyabarabash2017@gmail.com

Темний туризм у Зоні відчуження є складним соціокультурним явищем, що поєднує інтерес до місць трагедій із потребою осмислення історичних подій та збереження суспільної пам'яті. Чорнобильська зона, сформована внаслідок аварії на атомній електростанції, поступово стала одним із найбільш відомих об'єктів темного туризму у світі, привертаючи увагу відвідувачів, дослідників та представників різних культурних середовищ.

Сутність темного туризму полягає у відвідуванні місць, пов'язаних із трагічними подіями, катастрофами або складними історичними процесами. У випадку Чорнобильської зони це не лише інтерес до індустриальних об'єктів чи покинутих територій,

але й прагнення зрозуміти масштаби катастрофи, її наслідки для людей і довкілля, а також усвідомити уроки минулого. Темний туризм може виконувати важливу освітню та меморіальну функцію [2].

Разом із тим розвиток такого виду туризму супроводжується низкою етичних викликів. Одним із ключових є ризик перетворення трагедії на об'єкт комерціалізації та розваги, що може призводити до поверхневого або сенсаційного сприйняття подій. Особливої уваги потребує питання поваги до постраждалих, їхніх родин та пам'яті про загиблих. У цьому контексті важливо формувати відповідальне ставлення як з боку організаторів туристичних послуг, так і з боку відвідувачів.

Етичний підхід до розвитку темного туризму передбачає створення змістовних наративів, які базуються на історичній правді, наукових дослідженнях та гуманістичних цінностях. Важливу роль відіграють музеї, інформаційні центри, екскурсійні програми та освітні ініціативи, що сприяють глибшому розумінню подій Чорнобильської катастрофи. Такий підхід дозволяє перетворити туристичний досвід на процес осмислення, а не споживання [1].

Водночас важливим є забезпечення безпеки відвідувачів, контроль за дотриманням правил перебування на території та обмеження негативного впливу на природне середовище. Це вимагає чіткої регламентації туристичної діяльності та відповідального управління територією.

Отже, темний туризм у Чорнобильській зоні відчуження є неоднозначним, але важливим явищем, що поєднує етичні виклики з можливостями збереження суспільної пам'яті.

Список літератури:

1. Чорнобиль серед найстрашніших туристичних напрямків світу. Режим доступу: <https://vartonews.com.ua/2019/09/26/chornobyl-sered-najstrashnichych-turystichnych-naprjamkiv-svitu/>

2. «Чорний туризм» та історична пам'ять. URL : <https://day.kyiv.ua/article/cuspilstvo/chornyy-turyzm-ta-istorychna-pamyat> (дата звернення: 29.03.2026).

УДК 338.48-6:504.05(477.41)

**ПЕРСПЕКТИВИ ВІДНОВЛЕННЯ ТУРИСТСЬКО-
ЕКСКУРСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ
ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ**

Коваленко О. В.

Сумський національний аграрний університет

E-mail: olexkkovalenko@ukr.net

Трансформація Чорнобильської зони відчуження з глобального туристичного центру на режимний об'єкт підвищеної небезпеки стала прямим наслідком повномасштабної агресії, яка почалася 24.02.2022 р. За офіційною позицією ДАЗВ (Державне агентство України з управління зоною відчуження), з першого дня вторгнення будь-яка екскурсійна діяльність була офіційно припинена задля безпеки цивільних осіб та збереження контролю над ядерними об'єктами [1].

Аналіз поточної ситуації свідчить, що період окупації Зони відчуження у лютому-березні 2022 року завдав нищівного удару по інфраструктурі, яка створювалася десятиліттями. На сьогодні державна політика зосереджена виключно на відновленні систем радіаційного моніторингу та фізичного захисту об'єктів, що робить питання повернення туристів вторинним.

ДП «ЦОТІЗ» (Державне підприємство «Центр організаційно-технічного, інформаційного забезпечення УЗВ»), яке забезпечувало організаційний супровід відвідувачів, наразі констатує, що вся їхня технічна база, наразі використовується виключно для адміністрування доступу фахівців, науковців та міжнародних спостерігачів, таких як місії МАГАТЕ [2].

Важливою перешкодою для відновлення екскурсій є тотальне замінування територій окупаційними військами; фахівці наголошують, що навіть перевірені маршрути потребують повторного обстеження саперами, оскільки карти мінувань відсутні, а загроза вибухонебезпечних предметів залишається надзвичайно високою в лісових масивах та покинутих будівлях. Окрім того, пошкодження логістичної інфраструктури, зокрема пунктів харчування та санітарних об'єктів, робить неможливим надання послуг за стандартами, що діяли до 2022 року. Згідно зі стратегічними планами ДАЗВ, зона відчуження в поствоєнний

період має перетворитися на індустріальний і науковий хаб, що докорінно змінить профіль екскурсійної діяльності [1].

Станом на 2026 рік офіційна позиція всіх дотичних структур залишається консолідованою: поновлення туризму в 30-кілометровій зоні можливе лише після остаточного зняття воєнної загрози та проведення масштабної сертифікації безпеки територій. Досвід супроводу офіційних делегацій, який зараз накопичує ДП «ЦОТІЗ», стане фундаментом для розробки нових маршрутів «меморіального туризму». Таким чином, відновлення туристсько-екскурсійної діяльності потребує не лише часу, а й повної перебудови організаційної моделі відповідно до викликів нової безпекової реальності.

Список літератури:

1. Державне агентство України з управління зоною відчуження : офіційний сайт. URL: <https://dazv.gov.ua>
2. Державне підприємство «ЦОТІЗ» : офіційний сайт. URL: <https://cotiz.org.ua>

УДК 338.48:711.16:502.1(477.41)

**РЕВІТАЛІЗАЦІЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ЯК
УНІКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТА ІНДУСТРІАЛЬНОЇ ТА
ПРИРОДНОЇ СПАДЩИНИ В ТУРИСТИЧНИХ
ПРАКТИКАХ**

Кожушко А. О. Єпик Л. І.

Сумський національний аграрний університет

E-mail: kozuskoanastasia88@gmail.com,

larusyabarabash2017@gmail.com

Ревіталізація Чорнобильської зони як унікального об'єкта індустріальної та природної спадщини є складним і водночас перспективним напрямом розвитку сучасних туристичних практик. Територія, що виникла внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції, поєднує у собі ознаки індустріального ландшафту та відновленої природної екосистеми.

Індустріальна спадщина Чорнобильської зони представлена об'єктами енергетичної інфраструктури, зокрема комплексом атомної електростанції, містом Прип'ять та іншими техногенними локаціями, що зберігають матеріальні свідчення

подій 1986 року. Ці об'єкти мають значну історичну та культурну цінність, оскільки відображають особливості розвитку радянської індустріальної системи, технологічні досягнення та водночас її вразливість. У контексті ревіталізації вони розглядаються як елементи індустріальної спадщини, що потребують збереження, інтерпретації та включення у туристичні маршрути [2].

Ревіталізація зони передбачає не відновлення її до попереднього стану, а переосмислення функцій території з урахуванням сучасних викликів та потреб. У туристичному контексті це означає створення безпечних маршрутів, впровадження цифрових технологій для супроводу відвідувачів та формування цілісного наративу, що поєднує історичний і культурний виміри.

Важливим аспектом ревіталізації є дотримання етичних принципів, що передбачають повагу до пам'яті про трагедію, уникнення її комерціалізації та забезпечення відповідального ставлення до території. Не менш значущим є питання безпеки, яке включає контроль за рівнем радіаційного навантаження та обмеження доступу до небезпечних зон [1].

Соціально-економічний потенціал ревіталізації полягає у можливості розвитку туризму як інструменту популяризації території, залучення інвестицій та створення нових робочих місць. Водночас важливо забезпечити баланс між використанням ресурсів та їх збереженням, що відповідає принципам сталого розвитку.

Список літератури:

1. Ліщинська О. І. Ідея ревіталізації Чорнобиля: естетичний досвід подолання наслідків екологічної трагедії URL : <https://dspace.onua.edu.ua/items/d1d4b753-20df-4300-98ad-3acbecd218f8>
2. Проект. Ревіталізація чорнобильської зони. Розробка об'єктів туристичної інфраструктури URL : https://mors.in.ua/tech№logy/3590-proekt-revitalizaciya-chor№bylskoyi-zony-rozrobka-obyektiv-turystych№yi-infrastruktury.html#google_vignette

УДК 338.482:502.17(477.41)

**ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОГО ТА
НАУКОВОГО ТУРИЗМУ В ЧОРНОБИЛЬСЬКОМУ
РАДІАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНОМУ БІОСФЕРНОМУ
ЗАПОВІДНИКУ**

Лагуткіна М. В., Єпик Л. І.

Сумський національний аграрний університет

E-mail: marialagutkina136@gmail.com,

larusyabarabash2017@gmail.com

Перспективи розвитку екологічного та наукового туризму в Чорнобильському радіаційно-екологічному біосферному заповіднику є важливим напрямом сучасного туристичного та наукового дискурсу, що поєднує питання охорони довкілля, збереження біорізноманіття та осмислення наслідків техногенних катастроф. Територія заповідника, яка сформувалася внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, сьогодні є унікальним простором для досліджень природних процесів, відновлення екосистем і взаємодії людини з природним середовищем у посткатастрофічних умовах.

Екологічний туризм у межах заповідника передбачає організацію відвідувань з дотриманням принципів сталого розвитку та мінімального втручання у природні процеси. У цьому контексті Чорнобильський заповідник виступає як своєрідна лабораторія під відкритим небом, де можна спостерігати процеси природного відновлення флори і фауни [2].

Науковий туризм у заповіднику має значний потенціал, оскільки територія є унікальним об'єктом для проведення досліджень у галузях екології, біології, географії, радіобіології та інших наук. Залучення студентів, науковців та дослідницьких груп сприяє розвитку міжнародної співпраці, обміну досвідом та створенню нових знань про функціонування екосистем у специфічних умовах радіаційного впливу. Важливою складовою є також освітній компонент, що дозволяє інтегрувати результати досліджень у навчальний процес.

Серед перспектив розвитку екологічного та наукового туризму слід виділити створення спеціалізованих екологічних маршрутів, облаштування інтерпретаційних центрів,

впровадження сучасних цифрових технологій для супроводу туристів, а також розробку освітніх програм і польових практик для студентів. Особливу роль відіграє інтерпретація території як простору пам'яті, що поєднує природну унікальність із історичним контекстом аварії [1].

Разом із тим розвиток туризму в межах заповідника потребує чіткого дотримання безпекових норм, контролю за рівнем радіаційного навантаження та обмеження антропогенного впливу. Важливим є також формування етичного підходу до відвідування території, що виключає сенсаційність та комерціалізацію трагедії.

Список літератури:

1. Чорнобильський туризм – історія про те, як усе починалося. URL : <https://trips-to-chernobyl.com/uk/ chornobylskij-turizm-istoriya-pro-te-yak-use-pochinalosya/>

2. Чорнобиль: «радіоактивна перлина» українського туризму. URL : <https://compass-tour.com.ua/?m0prm=2& show=509>

УДК 316.7:338.48-6(477.41)

ЧОРНОБИЛЬСЬКА ЗОНА ВІДЧУЖЕННЯ ЯК ФЕНОМЕН «ТЕМНОГО ТУРИЗМУ»: ТРАНСФОРМАЦІЯ ТРАГЕДІЇ У ТУРИСТИЧНИЙ РЕСУРС

Новікова А. В.

Сумський національний аграрний університет

E-mail: anovikova1208@gmail.com

Чорнобильська катастрофа 1986 року є однією з найбільших техногенних трагедій в історії людства, що залишила незгладимий слід у колективній пам'яті українського народу та світової спільноти.

Сьогодні Чорнобильська зона відчуження є унікальним об'єктом «темного туризму» з кількох причин: вона є матеріальним свідком однієї з найбільших катастроф ХХ століття, феномен «законсервованого» міста Прип'ять із зупиненим годинником часу створює унікальний естетичний та екологічний досвід, природне відродження екосистем у зоні відчуження (де за відсутності людської присутності сформувалося унікальне біорізноманіття) додає екологічний

вимір до туристичної привабливості об'єкта [1].

Туристична відвідуваність ЧЗВ демонструвала стійку позитивну динаміку до початку повномасштабного вторгнення. Якщо у перші роки після відкриття зони для відвідування в 2011 році щорічний потік не перевищував кількох тисяч осіб, то у 2019 році він досяг рекордних 124 тисяч відвідувачів, збільшившись на 30-40% після виходу однойменного серіалу НВО «Чорнобиль». Цей факт є яскравим свідченням потужного впливу культурних медіапродуктів на формування туристичного попиту.

Мотиваційна структура відвідувачів ЧЗВ є неоднорідною та включає кілька ключових компонентів: пізнавальну, меморіальну та екологічну складову.

Повномасштабне вторгнення російської федерації в Україну у 2022 році, тимчасова окупація ЧЗВ та завдані нею екологічні пошкодження додали новий драматичний вимір до чорнобильського нарративу. Зона відчуження перетворилася на арену подвійної трагедії, що формує якісно новий контекст для осмислення її туристичного потенціалу в повоєнний період [2].

Таким чином, Чорнобильська зона відчуження є унікальним феноменом на перетині «темного туризму», меморіальної культури та екотуризму, що потребує комплексного наукового осмислення та відповідального підходу до управління туристичною діяльністю. Подальше дослідження цього феномену є актуальним як у контексті розвитку теорії «темного туризму», так і в площині практичних завдань повоєнного відновлення туристичної галузі України.

Список літератури:

1. Боуен Д., Кларк Дж. Contemporary tourist behaviour and dark tourism sites. *Tourism Management*. 2022. Vol. 91. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2022.104512>
2. Державне агентство України з управління зоною відчуження : офіційний сайт. URL: <https://dazv.gov.ua>

УДК 504.054:621.039

**ЧОРНОБИЛЬСЬКА КАТАСТРОФА ЯК ФАКТОР
ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ
УКРАЇНСЬКОГО СУСПІЛЬСТВА: ВІД ХХ ДО ХХІ
СТОЛІТТЯ**

Петрушка С. Б.

Приватний фаховий навчальний заклад «Медичний коледж»
E-mail: svitpetrushka@gmail.com

Чорнобильська катастрофа 26 квітня 1986 року стала однією з найбільших техногенних аварій в історії та найбільшою катастрофою ядерної енергетики. Вибух на четвертому енергоблоці ЧАЕС спричинив масштабне радіоактивне забруднення територій України, Білорусі та частини Європи [4, с. 20].

Наслідки були комплексними: екологічними, медичними та соціально-політичними. До катастрофи питання екології в СРСР рідко обговорювалися, а інформація контролювалася державою [3, с. 48]. Чорнобиль змусив суспільство переосмислити ризики техногенного розвитку.

Причини аварії – технічні недоліки реактора РБМК та порушення правил безпеки під час експерименту. Вибух спричинив викид великої кількості радіоактивних ізотопів та потребу термінових ліквідаційних заходів [4, с. 55].

Інформаційна закритість влади призвела до невідомості масштабів забруднення, стимулювавши активізацію громадянської позиції [3, с. 63]. Ліквідатори – військові, науковці, інженери та медики – проводили дезактивацію, евакуацію та будівництво захисного укриття, обмеживши поширення радіації [5, с. 92].

Катастрофа активізувала екологічний рух в Україні: з'явилися громадські організації, а екологічна проблематика стала важливою частиною суспільного дискурсу.

Після здобуття незалежності у 1991 році Чорнобиль вплинув на формування державної екологічної політики та законодавства, зокрема на прийняття Закону України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення» [2].

Гуманітарне осмислення трагедії посилили твори Світлани Алексієвич «Чорнобильська молитва», що містить свідчення очевидців і показує соціальні та психологічні наслідки катастрофи [1, с. 29].

У ХХІ столітті зона відчуження стала природною лабораторією для дослідження впливу радіації на екосистеми. Незважаючи на забруднення, спостерігається відновлення дикої природи [4, с. 140]. Досвід Чорнобиля вплинув на міжнародну політику ядерної безпеки [5, с. 92].

Отже, Чорнобиль сприяв формуванню екологічної свідомості українського суспільства, розвитку законодавства та активізації екологічного руху. Осмислення уроків трагедії важливе для сучасної екологічної політики та безпеки.

Список літератури:

1. Алексієвич С. Чорнобильська молитва. Хроніка майбутнього. Київ: КОМОРА, 2016. 292с.

11. Закон України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи». Відомості Верховної Ради України. 1991. № 92-ХІІ. Ст. 1105.

12. Кудряченко А. Чорнобильська катастрофа в історичній пам'яті українського суспільства. Київ: НІСД, 2020. 178с.

13. Плохій С. Чорнобиль: історія ядерної катастрофи. Харків: Клуб сімейного дозвілля, 2019. 384 с.

14. Савченко В. Екологічні наслідки Чорнобильської катастрофи та їх сучасне осмислення. Київ: Наукова думка, 2018. 240 с.

УДК 621.311.25:621.039.58:94

**ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ АВАРІЙ НА АТОМНИХ
ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ СВІТУ**

Постна В. В. Дяченко Л. А.

Сумський національний аграрний університет

E-mail: lidiyabako@ukr.net, postnanika@gmail.com

Відповідно до низки досліджень, проведених колективом фахівців у сфері енергетики щодо аварій на АЕС аварії на АЕС, за даними світової статистики, фіксуються у Головній службі даних небезпечних інцидентів – MNIDAS [1].

Аварію на АЕС «Фукусіма-1» зумовив один з найсильніших в історії Японії землетрус магнітудою (умовна величина, яка характеризує енергію, що виділяється під час землетрусу у вигляді сейсмічних хвиль) у 9 одиниць. Саме землетрус і удар цунамі вивели з ладу зовнішні засоби електропостачання і резервні дизельні генератори. Це стало причиною збою роботи усіх систем нормального та аварійного охолодження і привело до розплавлення активної зони реакторів на енергоблоках 1, 2, і 3 у перші дні розвитку аварії.

Варто зазначити, що у Японії, незалежно одне від одного, було проведено 4 масштабних розслідування, результати яких були представлені у 2012 році [1]:

1. Дослідження причин катастрофи на АЕС «Фукусіма-1» МАГАТЕ із залученням міжнародних експертів показали, що причинами аварії були землетрус і цунамі; недоліки у протиаварійних заходах.

2. Відповідно до звіту АЕС Токійської енергетичної компанії (ТЕРСО) визнано «оцінка цунамі, у підсумку, виявилася незадовільною, і корінною причиною аварії є недостатня підготовка до впливу цунамі.

3. Парламентська комісія назвала катастрофу «рукотворною», у тому сенсі, що хоч недоліки в безпеці АЕС, особливо по відношенню до стихійних лих, були виявлені ще до 2011 року, ні ТЕРСО, ні регулюючі органи не зробили нічого, щоб ліквідувати їх.

4. Незалежна комісія звернула увагу на «міф про безпеку», пануючий у всій атомній галузі Японії. У самій індустрії, у

регулюючому відомстві і у свідомості місцевої влади не допускалася думка про те, що АЕС можуть становити серйозну небезпеку. Це привело до того, що значні аварії на станціях не розглядалися як ймовірні, і ніяка підготовка до них не здійснювалася.

У висновках слід зазначити наступне: Аварії на АЕС світу негативно впливають на розвиток довкілля, національної економіки різних країн, а також мають низку інших несприятливих впливів на розвиток сучасних та майбутніх поколінь. Це зумовлює потребу у перегляді управлінських рішень на різних рівнях, щоб зберегти кращі можливості для людства та життєдіяльність на нашій планеті.

Список літератури:

1. Interim Report. Investigation Committee on the Accident at Fukushima Nuclear Power Stations of Tokyo Electric Power Company. 2021. 188 p.
2. Kniazevych A., Golovkova L., Diachenko L. Chernobyl exclusion zone – a world famous tourist brand of Ukraine. *Review of transport economics and management*, 2022, Iss. 7 (23). 15-30.

УДК 338.484:39(477:476)

**РОЗРОБКА ТРАНСКОРДОННИХ ЕТНОГРАФІЧНИХ
МАРШРУТІВ «ШЛЯХАМИ ПОЛІСЬКОЇ ДОЛІ»:
ІНТЕГРАЦІЯ АУТЕНТИЧНИХ ТРАДИЦІЙ У СУЧАСНИЙ
ТУРИСТИЧНИЙ ПРОСТІР**

Пташніченко С. О., Єпик Л. І.

Сумський національний аграрний університет

E-mail: gxxverr1310@gmail.com, larusyabarabash2017@gmail.com

Розробка транскордонних етнографічних маршрутів «Шляхами Поліської долі» є актуальним напрямом розвитку сучасного туризму, що поєднує збереження культурної спадщини з інноваційними підходами до її популяризації. Полісся як унікальний етнокультурний регіон вирізняється багатством традицій, обрядів, народних ремесел і особливим способом життя, що формувався століттями. У сучасних умовах глобалізації виникає потреба не лише у збереженні цієї спадщини, а й у її інтеграції в сучасний туристичний простір

через створення привабливих і змістовних туристичних продуктів [1].

Сутність транскордонних етнографічних маршрутів полягає у поєднанні територій різних держав, об'єднаних спільною історико-культурною спадщиною Полісся. Концепція маршруту «Шляхами Поліської долі» передбачає відображення життєвого циклу поліщуків через призму їхніх традицій, побуту та світогляду. Особливу увагу приділено локальним історіям, легендам і символам, що формують унікальну ідентичність регіону. Важливим є також поєднання природних ресурсів Полісся з його культурною спадщиною, що дозволяє створити комплексний туристичний досвід.

До основних елементів маршруту належать етнографічні музеї та скансени, традиційні поселення з автентичною архітектурою, майстер-класи з народних ремесел, гастрономічні локації з традиційною поліською кухнею, а також фестивалі та обрядові дійства.

Інтеграція аутентичних традицій у сучасний туристичний простір передбачає використання інноваційних інструментів, зокрема цифровізації маршрутів через мобільні додатки, QR-коди та аудіогіди. Важливу роль відіграє сторітелінг, який дозволяє емоційно залучити туриста та зробити сприйняття культурної спадщини більш глибоким [2].

Очікуваними результатами реалізації таких маршрутів є збереження та популяризація етнокультурної спадщини Полісся, розвиток локальних громад, підвищення туристичної привабливості регіону та активізація транскордонної співпраці. Разом із тим існують певні виклики, зокрема необхідність розвитку інфраструктури, забезпечення балансу між комерціалізацією та збереженням автентичності.

Список літератури:

1. Гапоненко Г. І. Євтушенко О. В. Шамара І. М. Сичугова І. С. Сталий розвиток етнографічного туризму як засіб збереження та повоєнного відновлення етнокультурної спадщини України. *Бізнес Інформ*. 2023. № 10. С. 216-226.

2. Не чужа зона відчуження або дорогами Сталкера. URL: <https://kyivregiontours.gov.ua/routes/route-3-chor>

УДК 316.4.063.3:39(477.41)

**ПРИМУСОВЕ ПЕРЕСЕЛЕННЯ ЯК ЕТНОГЕОГРАФІЧНИЙ
ФЕНОМЕН: ДОСВІД ЧОРНОБИЛЯ**

Ростока В. С., Єпик Л. І.

Сумський національний аграрний університет

E-mail: rostokaviktoria25@gmail.com,

larusyabarabash2017@gmail.com

Примусове переселення як етногеографічний феномен є складним і багатовимірним процесом, що охоплює зміни у просторовій організації населення, трансформацію культурного середовища та порушення традиційних форм життєдіяльності. Досвід Чорнобиля у цьому контексті є одним із найяскравіших прикладів, який дозволяє дослідити наслідки раптового переміщення населення під впливом техногенної катастрофи.

Після аварії на Чорнобильській атомній електростанції значна частина населення була змушена покинути свої домівки у зоні відчуження та прилеглих територіях. Це переселення мало не лише фізичний, але й глибокий соціокультурний характер, адже люди втрачали не лише житло, але й звичне середовище існування, соціальні зв'язки, культурні практики та локальну ідентичність [1].

З етногеографічної точки зору, переселення призвело до зміни розселення населення, формування нових поселень та інтеграції переселенців у різні соціокультурні середовища. Водночас відбувався процес адаптації до нових умов, що супроводжувався як збереженням окремих елементів традиційної культури, так і їх трансформацією під впливом нового оточення.

Важливим аспектом є збереження нематеріальної культурної спадщини переселенців, зокрема звичаїв, обрядів, діалектів та традиційного способу життя. У нових умовах ці елементи культури набувають особливого значення як засіб підтримання зв'язку з втраченим простором та формування почуття спільності серед переселенців. Разом із тим виникає ризик поступової асиміляції та втрати унікальних культурних особливостей.

Примусове переселення також має значний психологічний вимір, пов'язаний із травматичним досвідом втрати дому,

порушенням звичних життєвих стратегій та необхідністю адаптації до нових соціальних умов [2].

Отже, примусове переселення внаслідок Чорнобильської катастрофи є вагомим етногеографічним феноменом, що відображає складні процеси трансформації простору, культури та ідентичності. Його осмислення сприяє глибшому розумінню взаємозв'язку між людиною і територією, а також ролі культурної спадщини у збереженні соціальної цілісності в умовах кризових змін.

Список літератури:

1. «Сказали: рятуйте дітей, шукайте куди виїхати»: історія переселенки з Чорнобильської зони, яка живе на Кіровоградщині. URL : <https://suspilne.media/kropyvnytskiy/732949-skazali-ratujte-ditej-sukajte-kudi-viihati-istoria-pereselenki-z-corobilskoi-zoni-aka-zive-na-kirovogradsini/>
2. Чорнобиль. «Жива» зона відчуження. URL : <https://tsdaea.archives.gov.ua/Publications/2024/chorobyl/>

УДК 316.7:7:94(477)

**СУЧАСНЕ ПЕРЕОСМИСЛЕННЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ
ТРАГЕДІЇ В КОНТЕКСТІ ВІЙНИ ТА МИСТЕЦТВА (НА
ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЗАХОДІВ ОСВІТНЬОГО
ВОЛОНТЕРСЬКОГО ПРОЄКТУ «ПАТРІОТИЧНІ Й
НЕБАЙДУЖІ»)**

Сеньовська Н. Л., Скуратко Т. М.

Тернопільський національний педагогічний університет імені
Володимира Гнатюка

E-mail: ipp56@tnpu.edu.ua; tanyabidov@gmail.com

Чорнобильська катастрофа поки що вважається найстрашнішим цивільним ядерним інцидентом у світі. Однак, сьогодні Україні загрожує не менш страшне випробування: потенційний вибух Запорізької АЕС, котра зараз знаходиться під контролем російських окупантів. Саме тому в контексті обговорення російсько-української війни ХХІ століття, її потенційних та реальних проблем так важливо не забувати про досвід Чорнобиля й уживати всіляких заходів, щоби уникнути

нової біди.

Трагічний досвід українців після вибуху на Чорнобильській АЕС 26 квітня 1986 року був багатогранно переосмислений у мистецтві. І використання цих набутків дають можливість зробити відповідну виховну роботу цікавішою для дітей та молоді, полегшити сприйняття складної інформації. Для виховної роботи такого типу доцільно використовувати лекцію-презентацію. Такі форми виховання уже чотири роки активно застосовує команда освітнього волонтерського проєкту «Патріотичні й небайдужі» [1] (м. Тернопіль).

Загальновідомо, що лекція передбачає «логічно завершену, науково обґрунтовану і систематизовану подачу окремого питання, теми або розділу, ілюстрованого наочністю чи демонстрацією» [3, с. 118]. Розроблені командою «Патріотичні й небайдужі» лекції-презентації характеризуються використанням значної кількості відео-аудіо-візуальних матеріалів, котрі не просто ілюструють мовлення спікера, а є частиною змістового наповнення (конкретизують, деталізують, доповнюють ним сказане). Таким чином, великий об'єм методично опрацьованої, чітко систематизованої й концентрованої інформації «фільтрується» доказовістю й аргументованістю суджень, «освітлюється» достатньою кількістю фактів, аргументів, прикладів, текстів чи документів, які підтверджують основні тези доповіді. Відбувається також активізація пізнавальної діяльності слухачів, створюється створення доброзичлива атмосфера й встановлюється контакт з аудиторією та ефективний зворотній зв'язок. За таких умов використання різноманітних засобів наочності є педагогічно доцільним. Отже, «лекція-презентація є інноваційною формою патріотичного виховання, яка дає можливість ефективно впливати на погляди й переконання дітей та молоді, формувати у них почуття обов'язку та відповідальності перед своєю Батьківщиною, захоплення її красою та силою її неймовірних громадян» [2, с. 263]. Ще однією перевагою лекції-презентації є можливість її легкого поєднання із іншими видами діяльності в межах одного заходу.

Присвячена темі Чорнобильської катастрофи лекція-презентація команди освітнього волонтерського проєкту «Патріотичні й небайдужі» носить назву «Чорнобиль їх не

навчив» і передбачає не тільки розкриття мистецької інтерпретації надскладного досвіду нашого народу після вибуху на Чорнобильській АЕС, але й проводить паралелі з нинішніми ядерними загрозами, перед котрими опинилася Україна внаслідок російської агресії.

Ця лекція-презентація була розроблена у першому півріччі 2024 року й успішно апробована:

1. Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка, факультет філології і журналістики (29–30. 04.2024) <https://www.facebook.com/share/p/s7gkP4v44CpBe37t/>

2. Тернопільський національний медичний університет ім. І. Я. Горбачевського, фармацевтичний факультет (3.05.2025) https://www.facebook.com/story.php?story_fbid=122230079204195821&id=61555874657142&rdid=0cOtcgAxxCSkhJP7

3. Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка, факультет філології і журналістики; (8. 05.2024) <https://www.facebook.com/share/p/12Lo65qPdA6/>

Були передбачені такі питання для обговорення:

1. Аварія на Чорнобильській АЕС;
2. Чорнобильська література;
3. Чорнобиль в кіно і серіалах;
4. Музика катастрофи;
5. Відеоігри про Чорнобиль;
6. Образотворче мистецтво та локальні мистецькі проєкти;
7. Чорнобильська катастрофа і повномасштабне вторгнення

росіян.

Як впливає з плану, слухачі мали можливість почути про літературні твори (Іван Драч – «Чорнобильська Мадонна»;

Володимир Яворівський – «Марія з полином у кінці століття»; Іван Шамякін – «Зла Зірка»; Юрій Щербак – «Чорнобиль»; Ендрю Лізербарроу – «Чорнобиль 01:23:40»; Світлана Алексієвич – «Чорнобильська молитва»; Анатолій Демський – «Чорнобильський роман»; Адам Гігінботам – «Чорнобиль. Історія катастрофи» та ін.), фільми («Дзвін Чорнобиля», «Розпад», «Двері», «Аврора», «Земля забуття», «У суботу», «Метелики», «Брама», «Заборонена зона», «Чорнобиль», «Чорнобильські бабусі» та ін.), музичні твори (Мікаел Тарівердієв – симфонія з двох частин «Зона», «Quo

vadis?»; Лариса Кузьменко – фортепіанна п'єса «In Memoriam: жертвам Чорнобиля»; Олександр Яковчук – «Симфонія № 1 – Чорнобиль»; Кузьма «Скрябін» – пісня «Чорнобиль форева»; композитори Роман Григорів та Ілля Разумейко – опера «Чорнобильдорф» та ін.); відеоігри («STALKER: Тіні Чорнобиля», «STALKER: Чисте небо», «STALKER: Поклик Прип'яті» та ін.); картини (Віктор Барабанцев – «Чорнобильська Мадонна»; Микола Бідняк – «Чорнобильська Богоматір»; Іван Марчук – «Чорнобильська Мадонна» та ін.) та глобальні мистецькі проекти (артінсталяція «Артефакт»).

Та частина лекції-презентації, яка присвячена подіям 2022 року, починається від згадки про есей Оксани Забужко «Планета Полин», переклад якого привернув до України увагу світових діячів мистецтва якраз напередодні повномасштабного вторгнення. Потім слухачі мали можливість ознайомитися із численними мемами, присвяченими перебуванню російських солдатів у досі радіоактивному Рудому лісі та переглянути фрагменти анімованої патріотичної казки Дари Корній «Про рудого лиса з Рудого лісу», у якій йдеться про те, як сама природа покарала загарбників.

На завершення пропонувалося обговорити інформацію, почуту на лекції-презентації і зробити спільний висновок, що знати власну історію не просто важливо, а необхідно задля кращого майбутнього.

Отже, від вибуху четвертого енергоблока Чорнобильської атомної електростанції вже минуло 40 років, а наслідки відчуються в Україні та світі досі. Сьогодні загроза атомної катастрофи знову актуальна, як ніколи, тому про це потрібно проговорювати зі здобувачами освіти різних рівнів, адже саме вони в майбутньому мають докласти усіх зусиль, щоб трагедія Чорнобиля ніколи не повторилася. У цьому контексті діяльність команди освітнього волонтерського проекту «Патріотичні й небайдужі» є надважливою.

Список літератури:

1. Патріотичні й небайдужі. Офіційна сторінка. URL: <https://www.facebook.com/profile.php?id=61555874657142>
2. Сеньовська Н., Скуратко Т., Нестайко І. Лекція-презентація як форма патріотичного виховання (на матеріалі

роботи освітнього волонтерського проєкту «Патріотичні й небайдужі»). Актуальні питання гуманітарних наук: / [редактори-упорядники М. Пантюк, А. Душний, В. Ільницький, І. Зимомря]. Дрогобич : Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 79. Том 2. 304 с. С. 261–272. URL: http://www.aphn-journal.in.ua/archive/79_2024/part_2/42.pdf

3. Фіцула М. М. Педагогіка : навч. посібник для студентів вищих педагогічних закладів освіти. Тернопіль : Богдан, 2003. 192 с.

УДК 821.161.2-1:504.5

**«НЕСЕ СИВА ЧОРНОБИЛЬСЬКА МАТИ ЦЮ
ПЛАНЕТУ...»: ХУДОЖНЄ ОСМИСЛЕННЯ ТРАГЕДІЇ
ЧОРНОБИЛЯ У МОЗАІЧНІЙ ПОЕМІ ІВАНА ДРАЧА
«ЧОРНОБИЛЬСЬКА МАДОННА»**

Скуратко Т. М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: tanyabidov@gmail.com

Трагедія Чорнобиля лягла в основу витворення нового культурного феномену – творчого переосмислення найбільшої в історії людства техногенної катастрофи (література: Іван Драч «Чорнобильська Мадонна», Дмитро Павличко «На Чорнобиль журавлі летіли», Ліна Костенко «Жоржини на чорнобильській дорозі», «Загидили ліси і землю занедбали», «Атомний Вій опустив бетонні повіки», «На березі Прип'яті спить сатана...», Володимир Яворівський «Марія з полином у кінці століття», Борис Олійник «Сім», «Крик Чорнобиля», «Дорога на Чорнобиль», Світлана Йовенко «Вибух», Юрій Тарнавський «Урана», Микола Луків «Сади цвітуть під небесами», Юрій Іздрик «Воццек», Євген Гуцало «Діти Чорнобиля», Іван Шамякін «Зла Зірка», Юрій Щербак «Чорнобиль», Володимир Шовкошитний «Чорнобиль: Я бачив», Віталій Микульський «Доля, обпалена Чорнобилем», Володимир Матвієнко «Монолог у дорозі з Чорнобиля. Пекло», Надія Мельник «Рідні береги: Поезії та оповідання», Леонід Горлач «Зона», Ендрю Лізербарроу «Чорнобиль 01:23:40», Світлана Алексієвич «Чорнобильська молитва. Хроніка майбутнього», Анатолій

Демський «Чорнобильський роман», Адам Гігінботам «Чорнобиль. Історія катастрофи», Галя Аккерман «Пройти крізь Чорнобиль» та ін.; літературна критика: Тамара Гундорова «Післячорнобильська бібліотека. Український літературний постмодерн», Ірина Млечина «Застерегти і дати надію» та ін.; кіно: «Дзвін Чорнобиля», «Двері», «Аврора», «Земля забуття», «У суботу», «Метелики», «Брама», «Заборонена зона», «Чорнобильські бабусі» та ін.; музика: Лариса Кузьменко «In Memoriam: жертвам Чорнобиля», Олександр Яковчук «Симфонія № 1 – Чорнобиль», Кузьма «Скрябін» «Чорнобиль форева», Роман Григорів та Ілля Разумейко «Чорнобильдорф» та ін.; відеоігри: «STALKER: Тіні Чорнобиля», «STALKER: Чисте небо», «STALKER: Поклик Прип'яті» та ін.; живопис: Віктор Барабанцев «Чорнобильська Мадонна», Микола Бідняк «Чорнобильська Богоматір», Іван Марчук «Чорнобильська Мадонна» та ін.; фотомистецтво: Михайло Загребя «Пропусти Чорнобиль крізь серце», Антон Бородавка «Ляльки Чорнобиля» та ін.).

Чорнобильська та постчорнобильська українська література – це своєрідна «молитва-застереження», де філософського узагальнення набуває руйнування основ самої Світобудови. Ця тема червоною ниткою проходить крізь усю творчість видатного українського митця-шістдесятника Івана Драча. У цьому контексті чи не найяскравішою є його мозаїчна поема «Чорнобильська мадонна», у якій органічно поєдналися художні інновації митця та традиції досвіду попередників. Про метафоричність мислення автора засвідчує уже жанрове обрамлення поеми – «мозаїчна», чим Іван Драч наголосив на синтезі літератури й малярства, адже символічними образами-картинами перед рецепієнтом постають уже на початку поеми (в пролозі) епіграфи. Перший епіграф Іван Драч запозичує в Тараса Шевченка («Марія»): *«Все упованіє моє / На тебе, мій пресвітлий раю, / На милосердіє твоє, / Все упованіє моє / На тебе, мати, возлагаю, / Святая сило всіх святих! / Пренепорочная, благая!»* [1, с. 83], яким возвеличує Мадонну, втілює в її образі найкращі почування. Другий епіграф – уривок з української народної думи «Бідна вдова і три сини»: *«Гей, то в святу неділеньку, / То рано-пораненько, / Та не в усі то*

дзвони дзвонять, / А то сини свою неньку, / Удову стареньку, / А з свого подвір'я то ізгонять.» [1, с. 83]. Тут перед очима рецепієнта величний образ Мадонни перевтілюється в «удову стареньку», яка стає символом України, що переживає жахіття Чорнобильської катастрофи. Отож в основі епілогу – Зло і Добро сплелись у вселенському герці, а суддею тут виступає людська совість *«Тяжко пишу, зболено розмірковую, / Словами гіркими наповнюю аркуш, / Хай і гарячими, хай і пекучими – / Це одна даність.»* [1, с. 4]. Пролог до поеми – це несеgmentований згусток почуттів, у якому синтезовані історичні ремінісценції та мистецькі асоціації (*«Це одна данність – намалювати її таку, / Як намалювали на задану тему Божове мистецтво. / Протягом тисячоліть – / від Рубльова до Леонардо да Вінчі, / Від Вишгородської Мадонни і до Сікстинської, / Від Марії Оранти і до Атомної Японки...»* [1, с. 84]), а ще – жага помсти усім, хто винен у знищенні гармонії природи, у руйнуванні основ самої Світобудови (*«Ти намагався диригувати – / Плачем будь, стань Голосінням. / Вирви над Прип'яттю паморозь бузку посивілого і / Порадій у Рудому лісі, що від сонця рудіший»* [1, с. 85]), розпач перед власним безсиллям (*«Я заздрю всім, у кого є слова. / Немає в мене слів. Розстріляні до слова. / Мовчання тяжко душу залива. / Ословленість – дурна і випадкова.»* [1, с. 86]), органічна потреба творити навіть тоді, коли слова тліють на попелищі (*«Я випалив до чорноти жури / Свою прокляту одчайдушну душу / І жєстами, німий, розговорив... / Хай жєстами. Але сказати мушу»* [1, с. 86]). У подальших розділах-мозаїках із промовистими метафоричними назвами («З канадської листівки «Мадонна атомного віку» Василя Курилика, 1971», «Солдатська мадонна», «Варіація на банальний київський сюжет, або ж баба в целофані – наша мати», «Вічна материнська елегія», «Запитання без відповіді», «Соловей-Розбійник», «Мати і «христопродавці», «Материнська пісня з чоловічої душі», «Трактористка», «Примітивний портрет складної людини», «Ода молодості», «Роздуми під час відкритого чорнобильського суду в закритій зоні на стару тему: Ірод і Пілат», «Сучасна сковородистка», «Банкет у пору СНІДу, або Скіфська мадонна», «Чорнобиль по-міланськи», «З доповідної скромного агента французької розвідки про поведінку поетів у Парижі», «Фізики і

лірики», «Хрещатицька мадона») Іван Драч окреслює одвічний двобій зла нищення (Чорнобиль) і добра творення (Мадонна).

Зло у філософському узагальненні Івана Драча – дрібне у своїй поліфункціональності, тому автор застерігає не побачити його, бо у цьому і першопричина Чорнобильської трагедії: *«Чому їх – шість? А де ж це сьомий – Ти?! / Чому ти не сидиш на лаві – Перший?..* [1, с. 101]. Він – уособлення лицемірної злочинності комуністичної системи, яка руйнувала особистість, а тепер «од радіації Пілат вмиває руки...» [1, с. 102]. Уособленням зла нищення автор не боїться назвати і засудити найвище керівництво СРСР, наукових авторитетів, наприклад, Александрова (*«Все зкономив? Совість?! Честь?! Зумів / Забалагурити самі Верховні Вуха. / Колегіальний ум в мільйон умів – / А лестощі лиш персональні слуха»* [1, с. 101]), а також усіх тогочасних чиновників-підлабузників, узагальнений образ яких найяскравіше постає у розділі «Примітивний портрет складної людини» [1, с. 98], епіграфом до якого є влучні слова В. Симоненка *«Можна все на світі вибирати, сину...»* [1, с. 98]. Цей розділ є своєрідним докором усім псевдопатріотам: *«Та як здригнувся чорний атом, / Він Матір згадує лиш матом, / Він виїхав, а не утік, / Як сам він в мікрофон прорік...»* [1, с. 99]. Образом зло творення також у творі є казковий персонаж Соловей-Розбійник. За словами С. Журби, «Уособленим образом смерті (у даному випадку – невидимої радіації) є образ казкового Солов'я-Розбійника. Цей фантастичний герой «сам-один живе» у Прип'яті і нищить людей» [2, с. 54].

Варто зауважити, що образна система добротворення значно вагоміша, місткіша, її поліфункціональність виражена численними символами, в центрі яких – Мадонна, бо саме образ матері – життєдайний і життєствердний («Мадонна атомного віку», «Солдатська мадонна», «Баба в целофані», «Скіфська мадонна», «Хрещатицька мадонна»). Остання іпостась Чорнобильської матері – Хрещатицька мадонна, на нашу думку, є найпотужнішим образом-символом трагедії Чорнобиля. Це – збожеволіла від горя молода жінка (наша Катерина), яка «у юрмищі хрещатицького дня» [1, с. 111] народила мертву дитину: *«Сповитес ніщо в твоїх руках»* [1, с. 111]. Метафоричні ланцюги допомагають авторові витворити чітку картину спотвореного

Чорнобилем материнства: *«Бо ляльку ти з лахміття спеленала, / Бо молоко було в тобі гірке, / Бо всюди й скрізь дороги було мало»* [1, с. 111]. Майстерно опрацювавши традиції Тараса Шевченка, Павла Тичини, Миколи Хвильового, Уласа Самчука, Іван Драч майстерно витворив поліфункціональний образ Матері-Мадонни: *А хустка збилась так на голові, / Що лисиною світиш, Божо Мати... / Я босий слід твій бачу у траві, / Який боюсь і подихом займати* [1, с. 112].

Драчева Мадонна наділена силою античного Атланта: *«Несе сива чорнобильська мати / Цю планету... Це хворе дитя!..»* [1, с. 113]. Закінчується поема-мозаїка символічно – епілогом, епіграфом до якого є слова з української народної думи «Бідна вдова і три сини», що є своєрідним обрамленням твору, його ідейним осердям: *«...Та стала хуртовина наступати, / Та стали вдовиченків побивати»* [1, с. 112], адже «переплетені сюжетні ходи, варіації образу Мадонни підпорядковано ідеї твору – покути за страшний гріх перед своїми дітьми та матерями, своїм народом, своєю землею» [2, с. 55].

Отже, Іван Драч будує свою «модель» суспільства, де зло нищення (Чорнобиль) – у минулому, а попереду – добро творення (суспільство найширшої любові, материнського благословення), бо *«сіль пізнання – це плід каяття...»* [1, с. 113]. Водночас поема-мозаїка Івана Драча сьогодні звучить як застереження – не допустити нового Чорнобиля!

Список літератури:

1. Драч І. Поеми / упорядкув. та післямова А. Ткаченка; Передм. М. Жулинського / Драч І. Ф. Київ: Генеза, 2006. 512 с.
2. Журба С. Трагічна поліфонія в «Чорнобильській мадонні» І. Драча // Науковий вісник Миколаївського державного університету імені В. О. Сухомлинського: зб. наук. праць. Випуск 4.11. Миколаїв: МНУ імені В. О. Сухомлинського, 2013. С. 53–56.

УДК 656.835(477):94(477)»1986»

**ЧОРНОБИЛЬСЬКА ТРАГЕДІЯ НА ПОШТОВИХ МАРКАХ
УКРАЇНИ**

Стеценко А. Р., Орихівська О. М.

Відокремлений структурний підрозділ «Аграрно-економічний
фаховий коледж Полтавського державного аграрного
університету»

E-mail: arsiansi2009@gmail.com, orekhovskaja.ok@ukr.net

Філателія – це не просто процес колекціонування поштових марок, а глибока культурна практика, що дозволяє вивчати історію та суспільну пам'ять крізь призму поштових мініатюр. Сьогодні, в умовах повномасштабної війни, українська філателія перетворилася на справжню креативну зброю та інструмент опору. Спеціальні поштові випуски об'єднують не лише колекціонерів, а й широке коло громадян, стаючи формою фінансової та моральної підтримки ЗСУ, що наближає нашу перемогу [3]. Актуальність даного дослідження зумовлена тим, що поштові марки слугують документальними свідченнями епохи, які фіксують найважливіші історичні віхи та трагедії, що змінили екологічну й соціальну реальність країни.

Метою роботи є аналіз еволюції відображення Чорнобильської катастрофи в українській філателістичній продукції та дослідження поштової марки як артефакту суспільної пам'яті. Першим кроком у цьому напрямку став випуск марки «10 років Чорнобильської катастрофи», яку було введено в обіг 26 квітня 1996 року. Автором цієї поштової мініатюри, що вийшла мільйонним тиражем із номіналом 20000 карбованців, став Олексій Штанко. Цей випуск задав скорботний тон офіційному осмисленню трагедії, фіксуючи біль першого десятиліття після аварії [2].

З плином часу філателістичний наратив ставав більш комплексним. До 30-х роковин трагедії у 2016 році «Укрпошта» презентувала марку «Чорнобиль – трагедія людства» (тираж 121 тисяча примірників), виконану у драматичних червоно-чорних барвах. Разом із маркою з'явився блакитний немаркований конверт, який точно фіксує час вибуху (1:23) та демонструє скульптуру «Третій ангел» з чорнобильського музею «Зірка

полин». Важливо підкреслити географію комеморативних заходів: спецпогашення відбулися не лише поблизу зони відчуження (у Києві, Славутічі, Коростені), а й у Полтаві та Вінниці [1]. Це свідчить про загальнонаціональний вимір збереження пам'яті про Чорнобиль.

Кардинальна зміна візуальної концепції відбулася у 2021 році з появою марки «Погляд у майбутнє» (тираж 130 тисяч примірників). Цей випуск ілюструє перехід від виключно трагічного сприйняття до надії на відродження уражених територій. За словами начальниці управління філателістичної продукції АТ «Укрпошта» Наталії Мухіної, унікальність третього чорнобильського випуску полягає у контрасті: чорнобіла фотохроніка минулого на конверті протиставляється яскравому однойменному муралу Валерія Коршунова на самій марці. Символом екологічного та природного відновлення став штемпель «Перший день», де з графічного знаку радіації проростає зелене листя. Додатковим свідченням залученості Полтавщини до збереження цієї пам'яті стало проведення спецпогашення не лише у Києві та Вінниці, а й у місті Лубни [4].

Дослідження ключових поштових випусків демонструє, як українська філателія відображає еволюцію суспільної свідомості щодо Чорнобильської катастрофи. Від констатації національного болю у перші десятиліття [2; 1], поштова мініатюра поступово переходить до наративу відновлення, віри в майбутнє та відродження навколишнього середовища [4]. Таким чином, поштові марки України залишаються не просто хобі чи економічним ресурсом [3], а потужним візуальним літописом, що зберігає історичну правду для наступних поколінь.

Список літератури:

1. Інзик О. «Укрпошта» до роковин аварії на Чорнобильській АЕС випустила марку. *Радіо Свобода*. URL : <https://www.radiosvoboda.org/a/27699665.html>
2. Корольов М. Поштова марка «10 років Чорнобильської катастрофи». *Довідник з української філателії*. URL : <https://stamps.in.ua/postage-1996-108/>
3. Крупник І. Поштові марки як креативна зброя. *Ukrainer*. URL : <https://www.ukrainer.net/marky-zbroia/>

4. Сіренко С. Укрпошта випустила марку до річниці трагедії на Чорнобильській АЕС. *Місто*. URL : <https://mi100.info/2021/04/26/ukrposhta-vypustyla-marku-richnytsi-tragediyi-na-chornobylskij-aes/>

УДК 93/94(477):316.42:008:338.48

**НЕЗАБУТНІ МИТІ (тези підготовлено учасником ліквідації
наслідків аварії на ЧАЕС)**

Тарара А. М.

Інституту педагогіки НАПН України

E-mail: anatoliy.tarara@ukr.net

26 квітня 2026 року виповнюється 40 років з моменту аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС). Чорнобильська катастрофа торкнулася долі мільйонів людей. У багатьох регіонах, на величезних територіях виникли нові соціальні та економічні умови. Тому, це екологічно-соціальна катастрофа, що спричинена вибухом і подальшим руйнуванням 4-го енергоблоку Чорнобильської АЕС в ніч на 26 квітня 1986 року. Внаслідок аварії утворилася радіоактивна хмара, яка накрила не лише Україну, Білорусь і Росію, які знаходяться поблизу ЧАЕС, а й, частково, багато інших країн. Забруднено величезну територію, але головною загрозою був зруйнований реактор. Тому з перших днів після катастрофи основні зусилля були спрямовані на зменшення радіоактивних викидів з нього. Надалі потрібно було виконати на атомній станції і прилеглих до неї територіях (в т.ч. й містах) великий об'єм дезактиваційних робіт. Всі ці роботи виконували люди: цивільні, військові, представники робочих професій, інженери, науковці й т. ін., які згодом отримали статус «Учасник ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС». Значну долю всіх зазначених вище робіт виконували воїни, як діючих військових частин, так і спеціально створених виключно для проведення дезактиваційних робіт в Чорнобильській зоні. Ці сформовані військові частини комплектувалися із солдатів, сержантів та офіцерів, що перебували в запасі.

Автор тез (як офіцер запасу за військовим фахом

«радіаційно-хімічна розвідка») весною 1987 року також був призваний до однієї з таких військових частин за номером 64354, що була розташована неподалік ЧАЕС. Тому я і воїни підрозділу, командиром якого був призначений, брали активну участь у проведенні дезактиваційних робіт не тільки безпосередньо на Чорнобильській АЕС (покрівля 3-го і 4-го енергоблоків і низка інших приміщень станції), а й на інших ділянках та містах Чорнобильської зони протягом майже 2-х місяців. Всі свої враження, емоції, переживання, все побачене (а цього було досить багато – див. далі) я заносив до щоденника. Пропоную увазі читачів декілька сторінок із цього щоденника (вони відповідають датам проведення дезактиваційних робіт в тому чи іншому місці Чорнобильської зони) і поринути в мої спогади – вони є унікальними. Хотілося б, щоб це прочитали молоді люди, які народилися після зазначених вище подій. Вони мають знати хоча б частину інформації щодо Чорнобильської катастрофи. Адже навіть новонародженим дітям в 1986 році, тепер вже – 40.

2 червня 1987 року. Закінчився черговий день напружених робіт з дезактивації об'єктів Чорнобильської зони. Об'єкти найважливіші: безпосередньо сама атомна станція та навколишня територія, ВРП – відкриті розподільчі пристрої, місто Прип'ять, Чорнобильська база річкового флоту. Роботи необхідно завершити в максимально короткий термін – так визначено урядовою комісією. Звідси і висока вимогливість до бездоганного виконання поставленої задачі. Як завжди, пізно ввечері відбувалися наради офіцерів військової частини. Кожен керівник (офіцер) дезактиваційних робіт робив короткий звіт. Потім з урахуванням інформації перевіряючих проводився ретельний аналіз повноти та якості виконання завдань. Найкраще сьогодні попрацювали воїни підрозділів старшого лейтенанта М. Дубовика, лейтенантів В. Бондаря, Н. Бахілова, С. Попова. Після короткого підбиття підсумків формувалися завдання та визначалися підрозділи для виконання необхідних дезактиваційних робіт наступного дня. У військовій частині постійно відчувався високий рівень напруженості, солдати й командири (в т.ч. й командир батальйону) були максимально

сконцентровані. Інакше не можна – йде битва людей з наслідками жахливої катастрофи, йде битва за життя всього живого. І тут, як завжди, на найнебезпечніших і найважчих ділянках знаходився воїн. Саме рівень його політичної та моральної свідомості й стійкості, його відданість обов'язку, Батьківщині й визначали успішне виконання завдань державної ваги.

15 червня. Ранній червневий ранок, ще не розвиднілося. «По машинах!» - лунає команда, і підрозділи воїнів виїжджають на об'єкти. Сьогодні на атомну станцію зі своїм підрозділом їде старший лейтенант Є. Сабадаш. Важлива деталь: на цей об'єкт для проведення дезактиваційних робіт відправляють, як правило, найбільш серйозних, сумлінних людей. У підрозділі Сабадаша такими є рядові М. Матвєєв, М. Груздков, І. Беденко, А. Литвиненко, сержанти С. Пономаренко, В. Шардаков. Вони їдуть сьогодні, щоб продовжити і найближчим часом переможно завершити роботу сотень і навіть тисяч таких як вони.

Я виразно пам'ятаю всі виїзди на об'єкти, що вимагали проведення дезактиваційних робіт. Як вже зазначалося вище, особлива увага приділялася безпосередньо Чорнобильській АЕС. В цей час дезактиваційні роботи виконувалися на покрівлі 3-го та 4-го енергоблоків. Найпам'ятнішим є виїзд на станцію *20 червня*.

... Переодягнувшись у спецодяг, я і воїни мого підрозділу піднімаємося до позначки 16,7. Ще кілька десятків сходинок по вертикальних сходах, *і ось вона* – покрівля 3-го і 4-го енергоблоків. Саме тут у ті квітневі дні 1986-го героїчно боролися з вогнем пожежники. Основні джерела радіації на цей час вже прибрані (зокрема, уламки радіоактивного графіту, як складової атомного реактора), але навіть сама асфальтована покрівля в багатьох місцях є досить небезпечною. Її потрібно зламати, завантажити на транспорт, вивезти. У деяких місцях покрівлі можна перебувати не більше 10 хвилин. Як же потрібно працювати ці 10 хвилин із ломом чи відбійним молотком у руках, щоб потім самому собі не було соромно за цей крихітний проміжок часу свого життя....

І ось воїни (рядові солдати й сержанти) в очікуванні моєї команди (як правило, на всіх об'єктах вона була наступною: «Хлопці, за мною!») для швидкого вибігу (саме так – з метою

зменшення отримуваної дози опромінення) на покрівлю 3-го та 4-го енергоблоків. Вдивляюся у їхні обличчя. Що на них – страх? Ні! Ось стоїть молодий юнак, йому, напевне, трохи більше 20-ти. Це рядовий Л. Дзис. На його обличчі – гранична зосередженість, готовність виконати поставлене завдання. Поруч із ним знаходяться рядові Н. Глінський, А. Прилепін, Б. Яландаєв, старшина В. Потапов. Я вже мав нагоду переконатися – цим людям можна довіряти найважчі та найвідповідальніші ділянки, вони не підведуть. І зараз на їхніх надмірно загорівших обличчях (як наслідок дії радіаційного опромінення, а не сонця...) я бачу таку ж відвагу і впевненість. Це дуже важливо, оскільки зараз без хвилини вагання їм треба йти в небезпечне місце, виконувати роботу державної ваги. Це і є вірність обов'язку, присязі, Батьківщині. В цей момент я ще ось про що подумав. Останнім часом все частіше можна почути нарікання на адресу сучасної молоді з боку старшого покоління. Але як бути з Чорнобилем чи, скажімо, Афганістаном, де сміливо борються такі ж хлопці? *Кажуть, справжнє обличчя людини можна побачити лише у вкрай складній ситуації.* Що ж, коментарі тут зайві, бо Чорнобиль, як і Афганістан, яскраво висвічують найкращі якості нашої молоді.

6 липня. Сьогодні з воїнами мого підрозділу для проведення дезактиваційних робіт я вперше їду до м. Прип'ять. У напруженій роботі непомітно проходить перша половина дня. Вільні хвилини з'явилися лише під час обідньої перерви, тому я вирішив ознайомитись з містом. Над головою чисте, блакитне, бездонне небо і сонце, яскраве та лагідне. Тепло, дуже тепло, немає й найменшого подиху вітру і *тиша, глибока, таємнича...* Дивно, адже я у сучасному місті... І ось переді мною місто. Їду вулицями Лесі Українки, Корольова, Спортивній. Обабіч – красені-будинки: багатоповерхові, чисті, світлі, нові. На багатьох стінах блищать і переливаються на сонці акуратно та зі смаком оформлені кольорові панно. Легко впізнати дитячі садки та школи. І все це «тоне» в суцільній зелені та квітах. Повертаю на узбіччя до квітів. Ось ростуть оксамитові троянди. Їхній тонкий ніжний запах, відчуваю навіть на відстані. Зрізаю декілька і насолоджуюся їхнім неповторним ароматом. Цю дзвінку тишу

доводилося чути в багатьох населених пунктах 30-кілометрової зони. Однак тут вона особлива, тому що скрізь краса, яка створена людиною для неї ж самої. Але, на жаль, немає кого зараз тішити нею. *Вона щось чекає, сподівається, просить у людей допомоги....* Знаючи це, воїни приїжджають в місто щодня для проведення дезактиваційних робіт. Ось і зараз вулицями мчаться АРСи, рясно поливаючи водою дорогу та квіткові клумби. Водії рядові В. Коваленко, О. Клочков, С. Колесников, сержант В. Скиба трудяться невтомно.

18 липня. Сьогодні я знову в Прип'яті. Вкотре і востаннє. Завтра від'їжджаю додому, вже підписаний наказ щодо закінчення моєї служби. Я встиг полюбити це місто. Сьогодні я маю попрощатися з ним, можливо, назавжди. *Думка про це пригнічує, наводить непереборний сум.* Йду вулицею до центральної площі, де розташовані адміністративні та культурні будівлі. Як і в перший приїзд, над головою яскраве сонце і небо – блакитне й чисте. *А довкола ідеальна тиша, жодної живої душі. Про це не можна розповісти, цього не можна передати – це потрібно відчувати й побачити.* Виявляється ще й почути! Що ж тут можна ще й почути? Можна... *Зворушує до болю, до самої глибини душі задушевна пісня, що ллється зі встановлених на площі гучномовців – «Яблуні в цвіті» співає Мартинов....*

Міста, села, як і люди, мають свою долю. Яка вона у вас, села зони та місто Прип'ять? Дивне питання, чи не так? Сотні тисяч людей працювали і працюють з ранку й до ночі, повертаючи до життя Чорнобильську землю. Даремно? Ні. Завдяки їм, їх самовідданої праці яблуні тут будуть квітнути, своїм цвітом вони будуть радувати людей, які вже живуть поруч з ними...

УДК 821.0:504.7 (477)

**ЧОРНОБИЛЬСЬКА КАТАСТРОФА У СВІТОВІЙ
ЛІТЕРАТУРІ**

Козій О. Б.

Херсонський державний аграрно-економічний університет
E-mail: olykaaaaa@gmail.com

Чорнобильська катастрофа 1986 року стала однією з наймасштабніших техногенних трагедій ХХ століття, що глибоко вплинула не лише на екологію, політику й суспільство, а й на світову культуру. Література як форма осмислення історичного досвіду оперативно відреагувала на цю подію, породивши цілий пласт творів, які досліджують травму, пам'ять, відповідальність і межі людського існування в умовах техногенної катастрофи. Чорнобиль у літературі став не лише історичним фактом, а й символом глобальної кризи цивілізації, що знайшло відображення як у документальній, так і в художній прозі різних країн.

Перші літературні реакції на катастрофу виникли ще наприкінці 1980-х років і були тісно пов'язані з документальною прозою та публіцистикою. У цей період автори прагнули зафіксувати події, донести правду про масштаби трагедії, які замовчувалися радянською владою. Саме тому провідну роль відіграла література нон-фікшн, яка, за визначенням дослідників, має на меті «правдиво, чітко та логічно познайомити читача із фактами» катастрофи. Одним із найвідоміших творів цього типу стала книга Світлани Алексієвич «Чорнобильська молитва» (1997), яка представляє собою поліфонію голосів очевидців – ліквідаторів, переселенців, лікарів. Авторка створює унікальний жанр «роману свідчень», де індивідуальні історії формують колективну пам'ять про катастрофу.

У світовій літературі Чорнобиль поступово виходить за межі локального українсько-білоруського контексту і набуває універсального значення. Західні автори звертаються до теми як до прикладу глобальної загрози, пов'язаної з розвитком технологій. Наприклад, книга Адама Гітінботама «Midnight in Chernobyl» (2019) поєднує журналістське розслідування з елементами художньої оповіді, створюючи детальну

реконструкцію подій і підкреслюючи людський фактор катастрофи. У таких творах Чорнобиль постає як результат системних помилок, бюрократії та замовчування, що робить його застереженням для всього людства.

Художня література також активно осмислює чорнобильську тему. У романах і повістях катастрофа часто стає фоном для дослідження екзистенційних питань: страху, самотності, втрати дому. Наприклад, у романі Марка Геддона «The Curious Incident of the Dog in the Night-Time» Чорнобиль згадується як символ невидимої небезпеки, що впливає на свідомість сучасної людини. У пострадянській літературі ця тема ще глибша: вона пов'язана з досвідом втрати батьківщини, зруйнованих спільнот і травматичної пам'яті.

Особливе місце займає українська література, яка формує власний «чорнобильський текст». Тут катастрофа осмислюється не лише як глобальна трагедія, а й як національна травма. У творах Юрія Андруховича, Оксани Забужко та інших письменників Чорнобиль постає як символ постколоніального досвіду, пов'язаного з радянською системою. Література відображає процес переосмислення історії та пошуку ідентичності після катастрофи.

Важливим напрямом є також дитяча та підліткова література, яка прагне адаптувати складну тему для молодшої аудиторії. Сучасні автори створюють твори, що пояснюють причини і наслідки катастрофи доступною мовою, водночас формуючи екологічну свідомість. Дослідники зазначають, що така література спрямована не лише на інформування, а й на «попередження виникнення катастроф такого плану».

Окремий пласт становить екологічна література, у якій Чорнобиль розглядається як приклад антропогенного впливу на природу. У цих текстах акцент робиться на взаємодії людини і довкілля, а також на довготривалих наслідках радіаційного забруднення. Дослідження показують, що чорнобильська тема стала одним із ключових напрямів екологічного дискурсу в літературі, формуючи новий тип мислення, орієнтований на відповідальність за майбутнє планети.

Не менш важливим є жанр поезії, де Чорнобиль постає як метафора апокаліпсису. Поети використовують символіку

радіації, пустки, покинутих міст для створення образу світу після катастрофи. Такі твори часто мають філософський характер і ставлять питання про межі людського знання та моральної відповідальності.

У світовому контексті чорнобильська тема інтегрується в ширший дискурс катастроф і травм. Вона співвідноситься з такими подіями, як Хіросіма, Фукусіма, що дозволяє говорити про формування глобальної «літератури катастроф». У цьому сенсі Чорнобиль стає універсальним символом небезпеки техногенної цивілізації та необхідності переосмислення її цінностей.

Таким чином, чорнобильська катастрофа у світовій літературі постає як багатовимірне явище, що охоплює різні жанри, стилі та національні традиції. Вона трансформується від документального свідчення до символу глобальної кризи, від локальної трагедії до універсального образу. Література не лише зберігає пам'ять про подію, а й формує нове розуміння взаємин людини, природи і технологій.

Список літератури:

1. Алексієвич С. Чорнобильська молитва. Хроніка майбутнього : [роман]; пер. і післямова Оксани Забужко. Київ: Комора, 2016. 285 с.

2. Higginbotham A. Midnight in Chernobyl: The untold story of the world's greatest nuclear disaster. 2019. 538 p.

3. Гостра К., Дудніков М. Особливості зображення Чорнобильської катастрофи у літературі нон-фікшн (на матеріалі книги К. Міхаліциної та С. Дворницького «Реактори не вибухають. Коротка історія Чорнобильської катастрофи»). Наукові записки. Серія: Філологічні науки. 2024. (210). С. 90–94. URL.: <https://doi.org/10.32782/2522-4077-2024-210-13>

УРОКИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ ТА РИЗИКИ СЬОГОДЕННЯ

Чарторинський В.Ю.

Учасник ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС на посаді терапевта-
радіолога, полковник медичної служби

Про Чорнобильську катастрофу написано багато спогадів, знято документальних фільмів учасниками та свідками тих подій. Вчені у своїх наукових працях вишукують та обґрунтовують причини, які призвели до таких трагічних наслідків, політики вказують на винуватців із своїх ідеологічних позицій, екстрасенси і пророки вбачають нетрадиційний вплив вищих сил та безповоротність і передбачуваність подій у вселенському інформаційному полі [3, 6]. Але однією з головних причин є недоліки в проектуванні та будівництві реактора [1, 3].

Події другої половини 80-х років багато у чому вплинули на суспільно-політичне життя держави та долі багатьох ліквідаторів і постраждалих осіб. Для них життя розділилось на до- і післячорнобильський період. Саме «ліквідатори» у війні з «мирним атомом» не забрали ні одного життя, а навпаки своїм життям, здоров'ям захистили від радіоактивного забруднення рідну землю та і весь світ для майбутніх поколінь [3, 6].

26 квітня 1986 року о 01:23 на четвертому енергоблоці сталося два теплових вибухи. На цей момент у реакторі було близько 200 т урану. Внаслідок аварії у повітря здійнялися 60 т радіоактивних речовин. Радіоактивна хмара, що утворилася після вибуху, накрила не лише Україну, Білорусь та Росію, які розташовані поблизу ЧАЕС, але й країни Європи та частково усієї планети [2, 6].

Від вибуху і при гасінні пожежі, що тривала близько 10 днів, 31 співробітник АЕС загинув внаслідок вибуху або гострої променевої хвороби протягом кількох місяців з моменту аварії, та більше 200 було госпіталізовано. За неофіційною статистикою в Україні померло не менше 15 тисяч людей, які були уражені в результаті аварії на Чорнобильській АЕС [3].

Лише через три тижні вдалось ізолювати реактор, що продовжував випромінювати радіацію, і запобігти подальшому

забрудненню ґрунту. З території в радіусі 30 кілометрів від місця аварії було евакуйовано більше 100 тисяч людей. Щоб запобігти подальшим викидам радіоактивних матеріалів, до кінця 1986-го року четвертий реактор АЕС був накритий спеціальним «саркофагом» з розрахунку на 20-30 років експлуатації. Але на його поверхні утворилось багато тріщин та отворів, а тому в 24 липня 2020 року був введений в експлуатацію новий безпечний конфайнмент. Проєктний термін експлуатації НБК – 100 років. Його будівництво обійшлося в 2,2 млрд євро, які зібрала міжнародна спільнота.

На даний час в реакторі залишається надзвичайно високий рівень радіації близько 10000 рентген на годину за рахунок паливовмістних мас, які називають «слоною ногою». Для людини смертельною є доза в 500 рентген. Перебування біля «слонової ноги» більше 3 хвилин призведе до смерті.

Чорнобильська атомна електростанція повністю зупинена 15 грудня 2000 року.

Від Чорнобильської аварії постраждали до двох мільйонів українців. З них 188 тис – це ліквідатори катастрофи на ЧАЕС, 1 млн 588 тис - потерпілі дорослі та діти. Забруднено територію площею понад 200 тис. кв. км у 74 районах 12 областей України. На цій площі розташовано 2293 українських міста і селища із населенням приблизно 2,6 мільйона людей. Дія радіації поширилася на 52 тисячі квадратних кілометрів земель сільськогосподарського призначення [3,295].

В Тернопільській області радіоактивного забруднення зазнали 9 населених пунктів Чортківського району і м.Заліщики, які були віднесені до зони підвищеного радіоекологічного контролю.

У лютому – березні 2022 року Чорнобильська АЕС та прилегла територія були окуповані військами Російської Федерації. Приміщення АЕС було пограбоване, зняті датчики моніторингу 30-кілометрової зони, а в Рудому лісі, де захоронено радіоактивні матеріали, було викопано систему траншей, що призвело до порушення рівноваги в існуючій екосистемі. 14-го лютого 2025 р. відбулася атака російського безпілотної на 4-й енергоблок Чорнобильської АЕС, внаслідок чого пошкоджено новий безпечний конфайнмент. Пожежу вдалося ліквідувати, але

пошкодження системи вентиляції та осушення в укритті залишилось, на ліквідацію якого потрібен час, і знову великі гроші. Невпинно росте рівень загрози повномасштабних воєн, терористичних актів на територіях держав де функціонують атомні електростанції, а також накопичені запаси ядерної зброї. Ураження цих критичних об'єктів приведе не тільки до ескалації військових дій, а й до глобальної екологічної катастрофи світового масштабу. Умовно ракетне ураження пошкодженого 4-го реактора Чорнобильської АЕС можна порівняти із “брудним” ядерним боєприпасом, що може привести до ураження значної частини Європейського континенту великою кількістю продуктів радіоактивного розпаду. Військові дії, які тривають на території України в будь-який час можуть зачепити або вразити ядерні об'єкти, а саме атомні електростанції, яких нараховується 4 діючих та 1 виведена з експлуатації. Сумарна кількість енергоблоків становить 15, із них 3 недіючих та 1 зруйнований.

На нашу долю випала катастрофа, від якої ми ще не скоро оговтаємось [1].

Список літератури:

1. Плохій С. Чорнобиль. Історія ядерної катастрофи. Харків: «Фоліо», 2019. 396 с.
2. Ротман М.Я. Не стихає Чорнобильський біль. Тернопіль: «Терно-граф», 2017. 280 с.
3. Чарторинський В.Ю. Чорнобильці Тернопілля. Спогади. Долі. Світлина. Тернопіль : ТОВ «Терно-граф», 2025. 544 с.

УДК 338.48-6:159

ЧОРНОБИЛЬСЬКА ЗОНА ЯК ПРОСТІР ТРАНСФОРМАЦІЇ СВІДОМОСТІ ТУРИСТА

Щука Г. П.¹, Безрученков Ю. В.²

¹Закарпатський угорський університет ім. Ф.Ракоці ІІ

²Луганський національний університет імені Тараса Шевченка
E-mail: galina_shchuka@ukr.net; br7920@gmail.com

Ми живемо в епоху «цивілізаційного зламу», де традиційні моделі поведінки та споживання вичерпали себе, а нові ще не сформовані. У сучасних умовах постійної невизначеності, екологічних криз та військових конфліктів, трансформація особистості перестає бути розкішшю саморозвитку – вона стає

стратегічною необхідністю для виживання та сталого розвитку суспільства. Як зазначають теоретики Б. Джозеф Пайн II та Джеймс Г. Гілмор [2], ми перейшли до «економіки трансформацій», де найціннішим продуктом є зміна самого індивіда, його світогляду та ціннісних орієнтирів.

У цьому контексті особливого значення набуває «темний туризм» (dark tourism). Це не просто відвідування місць трагедій чи смерті; це подорож до «колективної тіні» людства, яка має унікальний трансформаційний потенціал. «Темний туризм» виконує роль дзеркала: він змушує нас вийти з зони комфорту та зустрітися з результатами власних помилок, крихкістю життя та могутністю природи.

Чорнобильська зона відчуження постає тут не як меморіал катастрофи, а як радикальне трансформаційне середовище. Саме тут через «темний» досвід споглядання руйнації людина отримує шанс на «світле» переосмислення – перехід від особистого потрясіння до регенеративного мислення. Мета цієї публікації – з'ясувати, як цей досвід стає фундаментом для нової суспільної усвідомленості, необхідної для відбудови та майбутнього процвітання. Питання трансформації, яких може зазнати людина під час подорожі, останнім часом все більше цікавить дослідників. В основному процес трансформації туриста пояснюється через теорію трансформаційного навчання Дж. Мезірова [1] та теорії лімінальності В. Тернера [3].

Чорнобиль – це лімінальний простір, «міжчасся», де людина втрачає свій соціальний статус і стає відкритою до радикально нового досвіду. На думку Д. Мезірова, процес трансформації людини починається з «дезорієнтуючої дилеми» – події, яка ставить під сумнів усі її попередні переконання. У Зоні відчуження турист стикається з трьома рівнями такої невідповідності:

1. Технологічний крах: бачить, як найвищий прояв інженерної думки став джерелом найбільшої руйнації. Це нищить ілюзію повної безпеки, яку дає техногенний світ.

2. Домінування природи: замість очікуваної «мертвої пустелі» турист бачить буйство лісу, який поглинає бетон. Це наочний доказ переваги природних сил над людськими амбіціями.

3. Екзистенційна пустка: порожні будинки Прип'яті стають дзеркалом, у якому турист бачить скороминушість матеріальних благ. Цей когнітивний шок змушує людину шукати нові сенси, ініціюючи стадію усвідомленості. Чорнобиль стає такою дезорієнтуючою дилемою, яка створює умови для переходу від «Его-свідомості» до «Еко-свідомості», тому що викликає конфлікт між нашими ментальними картами та реальністю.

Проте, результат трансформації залежить значною мірою і від внутрішньої готовності та намірів туриста [4]. Без попереднього рівня рефлексивності, здатності до критичного осмислення та емоційної відкритості «дезорієнтуюча дилема» може залишитися лише сильним, але поверхневим враженням. У такому випадку «темний туризм» ризикує редукуватися до споживчого досвіду – своєрідного «екстремального видовища», що не веде до глибинних змін. Саме тому ключовим стає не лише сам факт відвідування Чорнобильської зони, а й спосіб інтерпретації пережитого досвіду.

Трансформація потребує супроводу – як інтелектуального, так і емоційного. Інтерпретаційні практики, наративи гідів, попередня підготовка туриста та постдосвідова рефлексія відіграють вирішальну роль у переході від шоку до усвідомлення. У цьому сенсі Чорнобиль функціонує як «відкрита освітня платформа», де особистий досвід інтегрується з колективною пам'яттю, історією технологічних ризиків та етикою взаємодії людини і природи.

Саме на цьому етапі відбувається найважливіший зсув: від емоційної реакції до ціннісної трансформації. Усвідомлення крихкості техногенної цивілізації та водночас сили природних процесів формує новий тип мислення – регенеративний. Він виходить за межі сталого розвитку як мінімізації шкоди і передбачає активне відновлення, співтворення та відповідальність.

Тому варто змінити фокус турів у Чорнобиль: із «темного туризму» на регенеративний туризм. За концепцією регенерації, мета подорожі – не просто «не нашкодити», а залишити місце кращим і самому стати кращим.

Як це працює в Чорнобилі:

– Подорож ініціює посттравматичне зростання. Турист усвідомлює: якщо природа здатна відновлюватися навіть після такого удару, то й людство має шанс на регенерацію через зміну цінностей.

– Це народжує відповідальність. Відвідувач перестає бути пасивним глядачем і стає «співучасником» історії, усвідомлюючи ціну екологічних помилок.

Кінцева мета трансформаційного туризму – зміна суспільства. Кожен турист, який пройшов через Чорнобильську «дилему» і повернувся з оновленими цінностями, стає агентом змін. Це критично важливо для післявоєнної відбудови України.

Ми маємо будувати майбутнє не на старих принципах експлуатації ресурсів, а на принципах суспільної регенерації, де кожне рішення враховує крихкість екосистеми, яку ми побачили в Зоні.

Отже, Чорнобильська зона – це дзеркало нашого минулого і лабораторія нашого майбутнього. Використовуючи наукові підходи до трансформації особистості, ми можемо перетворити «темний досвід» на світло нової суспільної усвідомленості. Регенерація починається не з бетону, а зі зміни внутрішньої налаштованості кожного.

Список літератури:

1. Mezirow J. Understanding transformation theory. *Adult Education Quarterly*. 1994. Vol. 44, № 4. P. 222–232. URL: <https://doi.org/10.1177/074171369404400403>.

2. Pine B. J. II, Gilmore J. H. The experience economy: Past, present and future. *Handbook on the experience economy* / ed. by J. Sundbo, F. Sørensen. Edward Elgar Publishing, 2013. P. 21–44. URL: <https://doi.org/10.4337/9781781004227.00007>.

3. Turner V. The ritual process: Structure and anti-structure. Aldine Publishing Company, 1969. 213 p. URL: <https://doi.org/10.4324/9781315134666>.

4. Yusra, Vilzati, Eliana, Ariffin A. A. M., Susanto P. Stimulating visit intention using social media influencer: Mediating role of enjoyment. *Indonesian Journal of Business and Entrepreneurship*. 2023. Vol. 9, № 2. P. 295–306. URL: <https://doi.org/10.17358/ijbe.9.2.295>.

ПОСТТРАВМАТИЧНА ІДЕНТИЧНІСТЬ: ДОСВІД НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕРЕОСМИСЛЕННЯ АВАРІЇ НА ЧАЕС

Яковлєва Я. О.

Львівський національний університет імені Івана Франка

E-mail: slavkoyakovleva@gmail.com

Сьогодні Чорнобильська аварія класифікується як масштабна екологічно-соціальна катастрофа, спричинена вибухом на 4-му енергоблоці ЧАЕС 26 квітня 1986 року, внаслідок якого відбулось масштабне радіоактивне забруднення прилеглих територій, що зумовило необхідність у екстреній евакуації цивільного населення та впровадження довгострокових ліквідаційних процесів. За радянських часів будь-яка інформація, яка викривала проблеми в «державі розвиненого соціалізму», включаючи дані про техногенні чи природні катастрофи, була засекречена. Вона ретельно захищалася, навіть якщо це означало втрату життів та здоров'я тисяч громадян [3, с. 266]. Проте, зусилля, докладені українським суспільством у співпраці зі світовою спільнотою для подолання негативних наслідків аварії, стали уроками, що призвели до розвитку постчорнобильської культури безпеки, спрямованої на запобігання ядерним ризикам [4, с. 5].

На думку Наталії Барановської, екологічні проблеми, які виникли в Україні внаслідок аварії, призвели до змін територіальної організації та великого переселення, змін у способі життя, ментальності та культурних проявах значної маси населення, спрямованості його суспільної активності [1, с. 123]. Так у чорнобильському дискурсі «чорнобилець» часто постає не лише як свідок історичної катастрофи, але й як носій травматичного досвіду, що вимагає морального визнання. До прикладу, у дослідженні Дженіс Бруммонд також висвітлюється логістична матриця як катастрофа створила нові соціальні категорії – героїчних ліквідаторів, жертв радіації та екологічних активістів, – які сформували пострадянську українську ідентичність [2].

Посилаючись на позицію Астрід Ерл, яка розглядає пам'ять як «культурний процес», формування самого образу «Чорнобиля» є ще одним важливим виміром посттравматичної

ідентичності, що поєднує соціальний, політичний і культурний рівні. Особливого значення у цьому контексті набуває і сам простір чорнобильської «зони відчуження», який в суспільній уяві модифікувався у своєрідний «ландшафт пам'яті», де природа співіснує у ретроспективі згубності присутності людини, стаючи простором для аналізу та трактування цієї території як складного культурного символу – фізичного, соціального та символічного. Водночас, на думку відомого енвайронменталіста Адріана Івахіва, у 30-км Чорнобильській зоні привалюють не лише природні, а також культурні цінності, котрими зазвичай послуговуються при визначенні об'єктів світової спадщини ЮНЕСКО [5, с. 227].

Відповідно, постчорнобильська ідентичність формувалась доволі динамічно та характеризувалась невд'ємним зв'язком з часописом етапів історії ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС. Поступово ліквідатори, евакуйовані, «самосели», «чорнобильці» та їхні нащадки, а також дослідники та працівники ЧАЕС, ставали носіями різних форм «живої пам'яті», де особисте пережите трансформувалось у колективне, що систематично переносилось від меж забуття до повторного повернення до травматичного досвіду аварії. Зокрема, саме ці властивості засвідчували сталість процесу переосмислення чорнобильського контексту вже на національному рівні і слугували основою для виокремлення загальних ознак посттравматичної ідентичності у українців в цілому.

У такому спектрі українська гуманітарна думка дозволила глибше осмислити етичний і культурний вимір гіперподії Чорнобильської трагедії як такої, що сформувала нову чутливість до травми, відповідальності та історичної пам'яті в Україні. Зокрема, у текстах Оксани Забужко та Тамари Гундорової, Чорнобиль прочитується як «симптом цивілізаційного зламу», де радянська система постає безкарним винуватцем фіаско технологічного експерименту на ЧАЕС. Натомість у поетичному осмисленні Ліни Костенко чорнобильська тема постає як екзистенційна межа, де руйнується ілюзія прогресивного поступу людства. Її поезика не стільки фіксує подію, скільки створює простір для етичного переживання, в якому відповідальність за катастрофу стає універсальною категорією людської пам'яті.

Важливу роль у формуванні культури пам'яті про Чорнобиль також відіграє і діяльність дієвців культури, насамперед Асоціації дизайнерів-графіків «4-й блок» – унікальної міжнародної міждисциплінарної платформи, що поєднує мистецтво, дизайн, екологічну рефлексію та соціальну аналітику. Від 1991 року її плакатні серії репрезентує пам'ять про аварію на ЧАЕС не лише як історичну травму, але й як відкритий простір для інтерпретацій, де візуальні форми стають інструментами осмислення постчорнобильського досвіду, завдяки чому він входить у глобальний культурний обіг як універсальний символ екологічної відповідальності та гуманітарного осмислення техногенних ризиків.

Таким чином, пам'ять про аварію на Чорнобильській АЕС й надалі переосмислюється з позицій сприйняття в часі та просторі вже новими генераціями, а у своїй 40-річній перспективі цей соціально-історичний глобальний досвід постає як незавершений культурний процес, в якому продовжує вибудовуватися українська посттравматична національна ідентичність.

Список літератури:

1. Барановська Н.П. Вплив Чорнобильської катастрофи на трансформаційні процеси у суспільстві (до 25-річчя трагічних подій). *Український історичний журнал*. 2011. № 2. С. 123-142.
2. Brummond J. Liquidators, ChorNobylets and Masonic Ecologists: Ukrainian Environmental Identities. *Oral History / Landscapes of Memory*. 2000. Vol. 28, №. 1. –P. 52–62.
3. В'ятрович В.М. Історія з грифом «Секретно». Львів: Центр досліджень визвольного руху, 2011. 328 с.
4. Gardashuk T. Nuclear Challenges and Neglected Lessons of ChorNobyly. *Envigogika*. 2024. Vol. 19, №. 1. – <http://dx.doi.org/10.14712/18023061.675>
5. Iakhiv A. Chernobyl, Risk, and the Inter-Zone of the Anthropocene. *The Routledge Companion to Media and Risk* / ed. by B. Ghosh, B. Sarkar. London; New York: Routledge, 2020. 526 p.

СПОГАДИ ЛІКВІДАТОРІВ АВАРІЇ НА ЧАЕС

¹Кулявюк В. С., ²Поліщук Л. В.

¹Учасник ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС 1-ї категорії,
капітан запасу, інвалід 2-ї групи

²Мешканка м. Прип'ять, учасниця ліквідації наслідків аварії
на ЧАЕС 1-ї категорії, інвалід 2-ї групи

Кулявюк Володимир Степанович (далі В. С.): Я був призваний із м. Зборова Тернопільської області через військкомат на офіцерські збори тривалістю 6 місяців. За спеціальністю я інженер-дорожник. Півтора місяця виконував обов'язки командира батальйону, півтора місяці – заступника командира батальйону. У моєму підпорядкуванні було 400 осіб. Мої підопічні займалися дезактивацією. Роботу приймала державна комісія. Першим об'єктом була їдальня «Єврика», яка знаходилась біля першого реактора ЧАЕС. Після знесення будівлі місце засипали свіжим завезеним піском, проводили заміри. Наступними були дитячий садок м. Прип'яті та бібліотека. Також займалися знищенням «Рудого лісу», який свою назву одержав унаслідок рудого забарвлення опроміненої сухої сосни. Дереву вирубували та закопували у вириті рови. Про небезпеку опромінення ніхто не повідомляв.

У травні 1986 року тривалість робіт становила 1 годину, згодом 2 місяці та 20 днів ми виїжджали у зону відчуження, де в лісі розташовувався полк. З 6 години ранку добиралися до 11-кілометрової зони, де знаходилася «брудна» техніка. По дорозі були пункти санітарної обробки, у яких усіх перевіряли на наявність радіонуклідів. Таких пунктів по дорозі до реактора було 5. На площадці ми залишали ті машини, якими приїхали, та пішки йшли до бази «брудних» машин (екскаватори, БАТи, ІМРи (машина на базі танка з маніпулятором, яким можна переставити, завантажити та ін.). БАТами рили рови, у які звалювали «рудий ліс». Із «Єврики» (їдальні м. Прип'ять) забирали все, навіть каміння, скидали у рови-могильники та засипали. Техніки було надзвичайно багато.

Критерії заміни ліквідаторів були наступні. Солдати допускались на місяць робіт. Військові радіологічної розвідки

щоразу після кожного дня роботи вимірювали рівень опромінення. Записували 1–1,5 рентгена. Щодо офіцерів, то точна доза опромінення невідома, оскільки був наказ «не палити» їх, тому записували 100 мкР. Індивідуальні накопичувачі забрали і тому перевірити і встановити точну дозу опромінення було неможливо. Допустима доза була 20 рентген. У воєнному білеті у мене записано 20 рентген. При переатестації для повторного повернення до робіт з ліквідації проводили заміри отриманих доз, проте ніхто нам не озвучував ці дані. Просто не давали дозволу. Хоча, так як не було кому їхати, доводилося мені повертатися а тоді вже журналу обліку ніхто не вів.

Полішук Людмила Василівна (далі Л. В.): Я 4 місяці працювала, виконуючи різноманітну роботу з ліквідації наслідків на ЧАЕС. Евакуйована з м. Прип'ять, а тепер – вдова і живу в м. Тернопіль. Про безпеку не повідомляли. Видали дозиметр (польовий радіометр ДП-5), який зразу ж давав похибку.

Коли мого чоловіка (Туранський Василь Володимирович, працював виконробом на ЧАЕС, помер у 46 років) вивели з зони 9 травня 1986 року, він отримав дозу у 53 рентгени. З таким рівнем опромінення йому вже не можна було працювати у м. Чорнобилі. Урешті сталося так, що людина працювала у зоні забруднення, офіційно ж зарплату давали як такому, що працює поза межами забрудненої зони. Щодо мене, то дози опромінення ніхто й не перевіряв.

В. С. Усі видані довідки про роботи у зоні відчуження були забрані та знищені, і коли постала необхідність перерахунку пенсії як учаснику ліквідації аварії на ЧАЕС, довести свою участь нам було нічим. Проте, після тривалої переписки надійшла довідка, що я був у зоні відчуження. Це дозволило перерахувати розмір пенсії відповідно до п'ятикратного розміру зарплати. Зараз я маю статус ліквідатора першої категорії.

Засобів та методів захисту спеціальних не було. Лише одяг. Як офіцер, я міг собі дозволити двічі в тиждень замінювати одяг новим. Солдати цього не мали. Їх одяг при пранні проходив обробку хімічними речовинами і мав запах, подібний до нафталіну. Проходивши в такому одязі весь день, боліла голова. А також була марлева пов'язка. Це весь захист.

Харчування було чудове: червона риба, масло, фрукти,

м'ясні продукти. Першого разу, коли був на ліквідації аварії, давали сухе червоне вино та дозволяли 100 г іншого алкоголю. Харчування солдатів теж було відповідним. Оце і всі наші радіопротектори.

Л. В.: Нам, на відміну від військових, ніхто нічого не видавав. Ми самі себе годували, одягали за зароблені гроші. Коли їхали в м. Прип'ять чи м. Чорнобиль, самі шукали для себе білі костюми, які були необхідною формою безпеки.

Маючи статус ліквідатора першої категорії, ми маємо мінімальні пільги. У нас є «Закон про соціальний захист населення, постраждалого унаслідок Чорнобильської катастрофи», прийнятий у 1991 році. Зараз він не діє, пільги всі зняті, залишились лише 50% знижка на оплату квартири та безкоштовний проїзд у транспорті.

В. С.: Щодо путівок на відпочинок, то їх дають мало та й у дуже незручний для відпочинку час та місце, тому практично ними не користуємося.

Після аварії ми їздили у м. Прип'ять декілька разів. У мене ще залишилась червона перепустка у м. Прип'ять.

Мародерів у покинутому місті було багато, про що можна зробити висновок із історії брата одного із солдатів. Зразу ж після того, як стало відомо про аварію, він вивіз свою вагітну дружину у м. Полтава. Повернувшись через 3 дні, побачив, що квартира вже розграбована – викрадені всі цінні речі. Ніхто не зважав на те, що ці речі вже були опромінені. При виїзді військові перевіряли машини, проте і серед них були нечесні люди, які пропускали мародерів. Ніхто і не замислювався, наскільки небезпечно це викрадене майно.

Л. В.: Коли ми поверталися в м. Прип'ять за трудовими книжками 3 травня 1986 року, я не змогла зайти до своєї квартири – вона також вже була розграбована, як і в інших. Украли навіть світильники.

А ключі від своєї квартири я берегла ще років 10, і лише як помер чоловік, зрозуміла, що туди ми більше не повернемося. До того часу все ще здавалося, що якщо всі сили направлені на ліквідацію аварії, то через деякий час все владнається. Вірилося, що повернемося додому! Наші ліквідатори, евакуйовані щороку їздили у зону як на екскурсії, так і на могили (хоча їх вже там і

немає) і щоб подивитися на м. Прип'ять. Я ж не їздила і не поїду. Бо я хочу пам'ятати своє місто таким, яким залишила – красивим. Уявіть: у нас троянди цвіли навіть тоді, коли вже падав сніг. Я вже, напевно, скільки буду жити, такого більше не побачу! Я не хочу бачити це місто мертвим!

В. С.: Перші симптоми променевого ураження були наступні: спочатку почалися порушення у вестибулярному апараті; не міг ходити, усе тіло боліло; піднявся рівень цукру в крові, почався цукровий діабет. За декілька тижнів перебування у зоні, додому на 2 дні у відпустку повернувся вже із залисиною. Проте, за повісткою був змушений повертатись до м. Чорнобиля. Пізніше волосся відросло.

Л. В.: Я розкажу, як я захворіла. Другого серпня 1986 року з головним інженером штабу ОРС (відділ робітничого постачання) їздила в м. Чорнобиль. На той час я виконувала обов'язки заступника начальника штабу. Мені потрібно було переписати всіх людей, що працювали на той час у забрудненій зоні, для того, щоб включити їх в списки для забезпечення житлом. Добирались ми різним транспортом: і машинами, і бронетранспортерами, і військові підвозили, і пішки. Добравшись до м. Чорнобиля, ми почали виконувати свої завдання. Для того, щоб переписати всіх людей, потрібно було обійти не менше 7 їдалень. Обходила їх пішки. Після цього, уже вночі, ми повернулися в смт. Поліське. Мене врятувала дружина господаря, лікар-терапевт в якого на той час квартирувалася моя сім'я в смт. Поліському. Чоловік господині був другим секретарем райкому партії Поліського району Київської області, а вона – лікар-терапевт. Я вважаю, що завдяки їй я залишилася живою. Вона попередила, що саме того дня був дуже сильний викид радіонуклідів. А нас ніхто не перевіряв, яку дозу ми отримали в той день у м. Чорнобилі. У нас навіть дозиметра не було. Вона наполягла на тому, щоб я одразу змінила одяг та прийняла душ. І вже як лягли спати, годині о другій ночі, я почала відчувати, що ніби усі мої зуби, як вставлені а я тоді була молода, всі зуби свої були та відчуття таке, ніби повно металу в роті. У голові паморочилося, і здається, ніби лежу в ямі. Я покликала чоловіка. Підняли галас, а я вже й говорити не можу: губи спазмувало. Господиня квартири, Марія, усю ніч мене рятувала, давала уколи,

телефонувала в лікарню. Вона мене і врятувала. Вранці, ми пішли у лікарню. По дорозі проходили через штаб ОРСа, де я працювала. Там зібралося багато людей, які чекали на мене, тому, що потрібно було оформляти документи та видавати трудові книжки. Вони не знали, що я хвора. А в мене в той момент була така дивна агресивність, здавалося, якби мене пустили, то я б кинулася на тих людей. Цього не можу навіть пояснити. І вже в лікарні я втратила свідомість, а отямилася під крапельницею. Ми лежали в пологовому будинку і було багато жінок не ліквідаторів, а місцевих. У мене ще й випадало волосся. Звикнувши до довгого волосся, я змушена була коротко підстригтися. Ось такий був у мене початок хвороби. На сьогодні в мене є ряд захворювань неврологічного та кардіологічного характеру.

Л. В.: Про загрозу своєму життю я дізналась уже в лікарні. Спершу вивозили вагітних жінок, потім дорослих з дітьми до року, до 3-х, згодом до 7-ми років, пізніше – старших. Я хотіла, щоб мої діти їхали разом, але в них різниця у віці 5 років: донька була у 6-му класі, син – у 1-му. 30 травня 1986 року я їх завезла автобусом в м. Київ. Їхати вони мали до м. Одеси. Кожній дитині дали з собою конверт із грошима. Ми чекали на їх листи, проте вони не приходили ні через тиждень, ні через два, ні через місяць. Ми не знали, куди пропали діти і страшенно хвилювалися – 50 дітей невідомо де! Я їздила в м. Київ дізнаватися, проте ніхто нічого не знав. І лише наприкінці серпня прийшов лист від моєї доньки. У листі було написано про їхнє місце перебування – лист був з м. Євпаторія! І ми з чоловіком того ж вечора виїхали туди. Батьки зі мною передали листи дітям та гроші. За розповідями дітей з'ясувалося, що дівчина-комсомолка, що їх супроводжувала, позбирала у них конверти з грошима і на наступній же станції вийшла. Більше її ніхто не бачив. В Одесі їх без супровідних документів, списку та керівника групи не прийняли і відправили у м. Євпаторію (Крим). Прийняли їх у піонерський табір. Вони розказували, що як їхали у Євпаторію, то люди на полях махали їм руками. А махали тому, що на вагоні було написано «Діти Чорнобиля». А діти є діти – усі виглядали у вікна. Уявіть собі – голодні, холодні. Ну що їм могли дати в поїзді? Хіба чай... По приїзді я ходила у Київський райком

комсомолу, щоб розказати цю ситуацію та знайти ту дівчину. Проте, чи вони вжили якихось заходів по цій ситуації – невідомо.

В. С.: Для покращення свого здоров'я я часто звертався до засобів народної медицини. Лікар з Естонії мені порекомендував бджолиний пилок, який висилав із радіоактивно чистих територій.

Л. В.: Мені була необхідна операція на головному мозку. Я почала звертатися до народної медицини, до цілителів, проте, де ми тільки не їздили, нічого не допомагало. Зрештою в м. Тернополі чи завдяки тому, що я повірила у лікування, через місяць почалося покращення мого стану.

В. С.: За нашим здоров'ям у батальйоні стежив батальйонний лікар та два медичні брати. Але який огляд ... Приходиш до нього – голова болить, то давали знеболювальну таблетку – і все лікування.

Л. В.: Військовим трохи краще було, бо в них хоча б якісь дозиметри, накопичувачі були. А ми, цивільні, не мали нічого. Нас ніхто не перевіряв. Уже якщо захворів, то сам йдеш у лікарню. Але й там обстеження як такого не було. На час аварії мені було 32 роки, уже мала двох дітей – сина та дочку. Зараз обоє мають інвалідність. У сина хворів на гепатит без причини.

В. С.: Раніше медогляд ми проходили щорічно. Був призначений спеціальний день у районі (м. Зборів). Тоді видавали рецепти на безкоштовні ліки, проте не всі препарати входили в такий перелік. Зараз у мене нейро-циркуляторна дистонія, серцеві захворювання, цукровий діабет. Також я переніс операцію на нирках та з видалення жовчного міхура.

Л. В.: Ми з дітьми щорічно проходимо медичний огляд. Це є обов'язковим. Де б я не була, буду завжди говорити, що дякуючи нашим лікарям, я жива. Ще жодного разу лікарі служби невідкладної медичної допомоги, яку доводилося викликати, не залишали мене в незадовільному стані.

Місто Прип'ять було багатим містом. Ми прожили там з сім'єю 5 років. Чоловік отримував майже до 500 карбованців зарплати, у мене (працювала заступником відділу кадрів ОРС) – не менше 300 карбованців. У м. Тернополі, для порівняння, на тій же посаді я отримувала 110 карбованців. Пізніше, у 1991 році, пенсія становила 300 карбованців. Це були на той час величезні

гроші. У м. Прип'яті забезпечення було на вищому рівні. Приїхавши у м. Тернопіль, ми змушені були ставати у чергу на меблі, холодильник та інші речі, тоді як у м. Прип'яті було все. До нас і кияни приїжджали за покупками. Саме місто було маленьке: 5 мікрорайонів, 47,5 тис. населення, середній його вік – 23 роки. Місто було молоде і красиве! Надзвичайна природа, сосновий ліс, озера, річка Прип'ять. Пароплавом за пів години ми добиралися до м. Києва.

У Тернополі щороку 26 квітня біля пам'ятника жертвам Чорнобильської катастрофи та інших аварій, пов'язаних з ядерною енергією (пам'ятник відкритий 26 квітня 2001 року) ми оголошуємо прізвища тих ліквідаторів аварії чи переселенців, хто помер. Нам потрібно зберігати цих людей та Україну!

В. С.: 26 квітня 2016 року Президент України Петро Порошенко підписав указ про створення Чорнобильського радіаційно-екологічного заповідника. Хай саме заповідник там і буде і більше нічого! Нехай бореться природа.

Фотографію величезної сосни-хреста віддав у школу в м. Зборові. Вона така, ніби згорена. Виглядає наче хрест. Ця сосна знаходилась між реактором і м. Прип'ять (на сьогодні сосна зрубана).

Л. В.: Рідкісними є такі ікони, на яких зображені звичайні люди. На нашій дозволили. Там символічно зображені чорнобильці – живі та померлі, а також сосна-хрест. І коли ікону в Києво-Печерській Лаврі освятили, у небі з'явилася веселка, на якій розпізнали три хрести, наче німб у небі, хоча погода була сонячна та без дощу. Ця ікона стала для нас, наче оберегом. Трагедія на ЧАЕС дала змогу виявити людські якості – хто боягуз, хто порядна, чесна людина. Вони і зараз залишилися такими людьми – скромні, чесні. Вони не пролили чийсь крові; вони втратили свою молодість, своїх рідних, близьких, друзів. Це страшно. Тому люди, які залишилися там для ліквідації аварії, – справжні герої.

Чарторинський В. Ю.

**Учасник ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС на посаді
терапевта-радіолога, полковник медичної служби**

Чарторинський Володимир Юрійович (далі В. Ю.): Я, Чарторинський Володимир Юрійович, 1960 року народження, мешканець міста Тернополя. Після закінчення медичного інституту в 1983 році працював у Хмельницькій області головним лікарем дільничної лікарні в Городоцькому районі.

У 1985 році на півночі Хмельницької області проводилися навчання для формування госпітальної бази Прикарпатського військового округу (ПрикВО). Радянський Союз був мілітаризованою державою, що максимально готувала особовий склад до ймовірної війни. Волею долі я потрапив на ці навчання та отримав військово-облікову спеціальність (ВОС) ведучого терапевта-радіолога. Це означало, що в разі конфлікту я мав би відповідати за захист особового складу від радіоактивного забруднення у госпіталах округу чи фронту.

Через рік сталася аварія на Чорнобильській АЕС. Офіцерів із відповідною ВОС почали призивати до зони відчуження. У липні 1986 року, вже як лейтенанта, мене призвали на службу, а після прибуття присвоїли звання старшого лейтенанта. Зону я покинув у вересні 1986 року після демобілізації.

Куди мене призивали – я вже здогадувався. Хоча майор з військкомату натякнув: «Ну, їдеш у Чорнобиль». І тут з'являється перша думка: що ж? Я пройшов підготовку. Зі мною ще було близько 60 офіцерів у пересильному пункті, які пройшли таку радіологічну підготовку.

Під'їхали ми до контрольно-пропускного пункту (КПП), в'їхали в зону, і коли мене привезли в розташування військової частини – все було новим. Але людині властиво адаптуватися. Хвилювання трішечки було – у перші години, навіть у першу добу фізично я нічого не відчував, крім психологічних аспектів.

Спочатку мені довелося служити в с. Діброва. Село розділене 30-кілометровою зоною і колючим дротом навпіл, по центральній дорозі. Оперативна група розташовувалась у місцевій школі. І що цікаво: вийдеш на вулицю – ми ще за зоною, а за вулицею, за дорогою, вже 30-кілометрова зона. Парадокс: тут

брудно, тут не можна жити, звідти вже всіх виселили, а люди ходили через дорогу, збирали овочі й фрукти, доглядали за хатами та займалися іншою господарською діяльністю. Життя у селі вирувало у звичайному ритмі, населення адаптувалося до післяаварійного періоду, люди ходили по селу у своїх справах, юрби дітей їздили на велосипедах, гралися на вулиці та на подвір'ях.

Проживали ми в приміщенні школи в с. Діброва. Рівень забруднення території радіонуклідами вважався допустимим. Для прикладу, у нас рівень радіації в Тернополі – 12–15 мікрорентген на годину, а у с. Діброва при замірах фіксувалось більше 0,4–0,8 мілірентгена. Це майже у 100 разів більше, ніж на чистих територіях. Проживаючи там, ми отримували опромінення в 500–600 мікрорентген на годину.

Щоденний режим дня в нас був буденний: зранку вмивання, сніданок, виконання службових обов'язків, аналіз отриманої медичної інформації та направлення її в опергрупу міноборони, робота у медпункті, отримання завдань на виїзд та їх виконання, обід, знову робота, вечерея, душ, година свого часу, інколи перегляд кінофільмів, сон.

На другий-третій день моєї служби з'явився металевий присмак у роті. Після цього з'явився ніби клубок у горлі. Це удар по щитоподібній залозі йодом-131.

Через тиждень-півтора з'явилася нестабільність артеріального тиску, особливо його підвищення. Поступово починав наростати головний біль. Я був досить молодий, наймолодший в оперативній групі, мені було 26 років, а тому легше переносив симптоматику опромінення. У той же час, мій начальник періодично ходив з мокрим рушником навколо голови, у нього часто були сильні головні болі. Також спостерігалось ураження рогівки очей у військовослужбовців. Окуляри в якійсь мірі зменшували коефіцієнт опромінення. Коли ці відчуття з'являються, тоді вже приходить усвідомлення, що ти знаходишся на радіоактивно забрудненій території.

У мої обов'язки входило надання медичної допомоги в медичному пункті військовослужбовцям, а також місцевим мешканцям, контроль за санітарно-епідеміологічним станом у військових частинах, розташованих у секторі ПрикВО, контроль

за якістю харчування особового складу. Важливим розділом роботи був контроль за здоров'ям військовослужбовців, зокрема за станом показників крові. Для цього по графіку виїжджали із бригадою лаборантів у військові частини. Із собою необхідно було брати стерильний інструмент для забору крові, реактиви, медичне обладнання. При первинному заборі крові результати були у межах норми. Після перебування на радіоактивних територіях і ліквідаційних роботах аналізи крові зазнавали змін, у першу чергу лейкоцитарна формула. Хоча лейкоцити ще могли залишатися в нормі, а кількість формених елементів (нейтрофілів, лімфоцитів, моноцитів та тромбоцитів) зменшувалася. З метою економії часу та збільшення кількості обстежених у військових частинах проводили забори крові, а самі дослідження здійснювали після повернення «на базу».

Періодично мені доводилось бути старшим групи радіаційної розвідки та проводити дозиметричний контроль в населених пунктах, з яких було евакуйовано населення. У спеціальній машині хімічної розвідки разом з водієм ми виїжджали до вказаних сіл у межах 30-кілометрової зони. Щоденно із кожного населеного пункту повинна була надходити інформація про рівень радіаційного забруднення. Дозиметрія проводилась по відпрацьованій схемі, умовно ми це називали «по конверту». Заміри проводили у південній, північній, східній, західній частинах села та в центрі. Усі отримані дані вносили у відповідний журнал і доносили їх до командування оперативної групи. Зранку складали маршрут радіорозвідки і закінчували після обіду

Служба в морально-психологічному плані була дуже напружена. Ти не знаєш, куди потрапиш завтра. Сьогодні я був у селі, де рівень радіації, наприклад, 20–30 мілірентген, а завтра можеш потрапити туди, де може бути рентген. Це означає, що треба якнайскоріше провести заміри і покинути територію. Важливу роль має час перебування на забрудненій території та існувала необхідність мінімізувати загрозу радіоактивного опромінення і попадання радіонуклідів в організм людини.

Стосовно моєї індивідуальної дози: у мене досі зберігся п'ятикутний накопичувач, який ми носили на поясі. Чесно кажучи, як мені його видали, так і з нього показників не знімали.

Видавали індивідуальні дозиметри – так звані «олівці» зі шкалою вимірювання до 10 рентген. Якщо я за день отримав піврентгена чи рентген, то апарат показував нуль. Тому дозу опромінення нам визначали за місцем проживання, що дуже занижено. Ми все-таки проживали у відносно «чистому місці», а виїжджали в «брудні місця». А нам зараховували як дозу «чистого місця». Місце дислокації оперативної групи, а це територія місцевої школи, були досить різними щодо радіоактивного забруднення. Мною постійно проводився моніторинг і фіксувалися різні зміни по рівнях, а саме: заїзд на територію, стоянка автотранспорту відмічалися значним забрудненням, привезеним із більш забруднених територій. Після моїх рекомендацій було знято поверхневий ґрунт і відправлено на захоронення у могильники.

Стосовно харчування. Харчували нас дуже добре. Я навіть поправився. Ми старалися багато їсти, зокрема фрукти, овочі та різноманітні делікатеси (які нам завозили), щоб імунітет був на належному рівні.

Стосовно алкоголю. На початку ліквідації водіям видавали алкоголь (це було в перший місяць). Ми тоді вважали, що це допоможе зменшити вплив вільних радикалів на білки.

Стосовно препаратів. Спеціальних медичних засобів у нас не було. Але кожного ранку до мене приходили в медпункт офіцери опергрупи і кожен із них отримував по 5 мілілітрів елеутерококу, полівітаміни для підтримання імунітету. Це, можливо, була і психологічна підтримка, але для нас це стало доброю традицією розпочинати день з думкою про здоров'я.

Заходи профілактики радіоактивного опромінення. Перш за все оберегати себе від зовнішнього опромінення по можливості. Старалися, щоб у приміщенні була чистота, на вході мокрі ганчірки. На вікна вішали вогку марлю чи якусь тканину, аби закривати віконця. Бажано було періодично змочувати, щоб вона затримувала пил. Радіоактивний пил дуже леткий. Він досить дрібнесенький, і у людей вільно проникає в пори, у жирові, сальні і потові залози. Якщо радіоактивний пил потрапив на руки, мити їх потрібно інтенсивно. Найбільше забруднювалося радіоактивним пилом волосся, волоссяні фолікули.

Але коли радіоактивні елементи потрапляють всередину

через дихання або з водою чи їжею, вони залишаються в організмі, якщо не назавжди, то на тривалий час. Вивести їх велика проблема. Внутрішнє хронічне опромінення призводить до важких соматичних та онкологічних захворювань.

Для захисту верхніх дихальних шляхів використовували протигази, респіратори, марлеві пов'язки. Одяг утилізували після забруднення радіоактивним пилом.

При перебуванні на радіоактивно забрудненій території дуже важливим є дотримання вказівок та рекомендацій органів місцевої влади, які діють на підставі даних радіологічної розвідки та прогнозу на майбутнє.

СВІДЧЕННЯ ЕПОХИ: АРХІВНІ ФОТОМАТЕРІАЛИ



Фото 1. Чорнобильський таймер.



Фото 2. Учасники ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС у повсякденних умовах роботи в зоні відчуження. Серед зображених — перший зліва Куйбіда Богдан Михайлович.

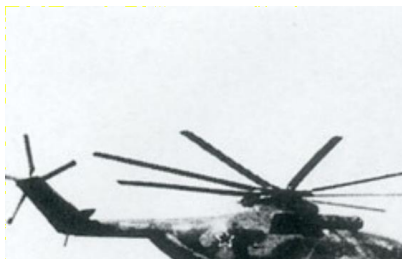


Фото 3. Аеророзвідка.

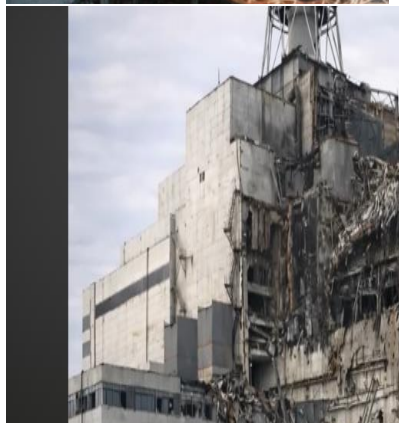


Фото 4 .Сила «мирного» атому.

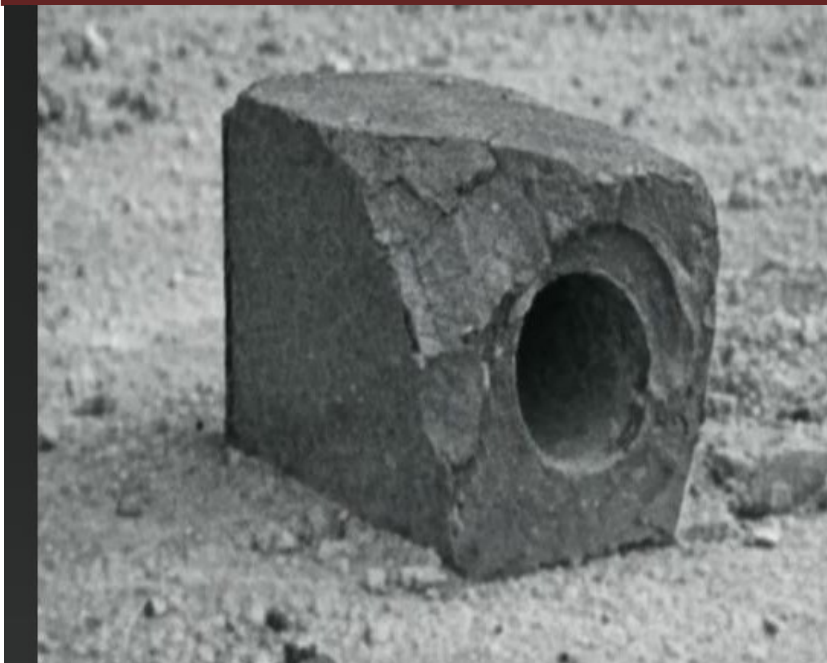


Фото 5. Уламок графітового стержня.



Фото 6. Радіоактивні розсипи.



Фото 7. Інструктаж.



Фото 8. Хвилини на роботу.



Фото 9. Дозиметрія.



Фото 10. Універсальні руки солдата.



Фото 11. Аеророзвідка.



Фото 12. Відстойка.



Фото 13. Очищення доріг.

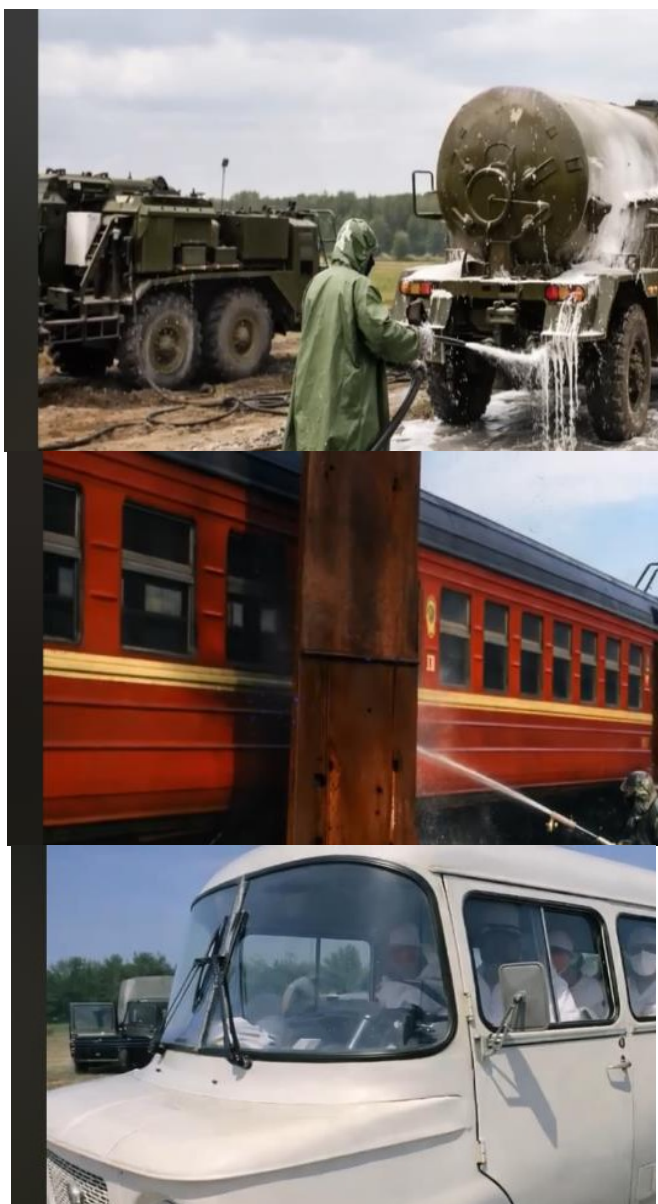


Фото 14. Дезактивація транспорту.



Фото 15. Військове містечко.



Фото 16. Поліські гриби.



Фото 17. Евакуація.



Фото 18. Куйбіда Богдан Михайлович (1951 р. н.) під час участі у ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС.



Фото 19. Підреакторний простір.



Фото 20. «Слоняча нога».

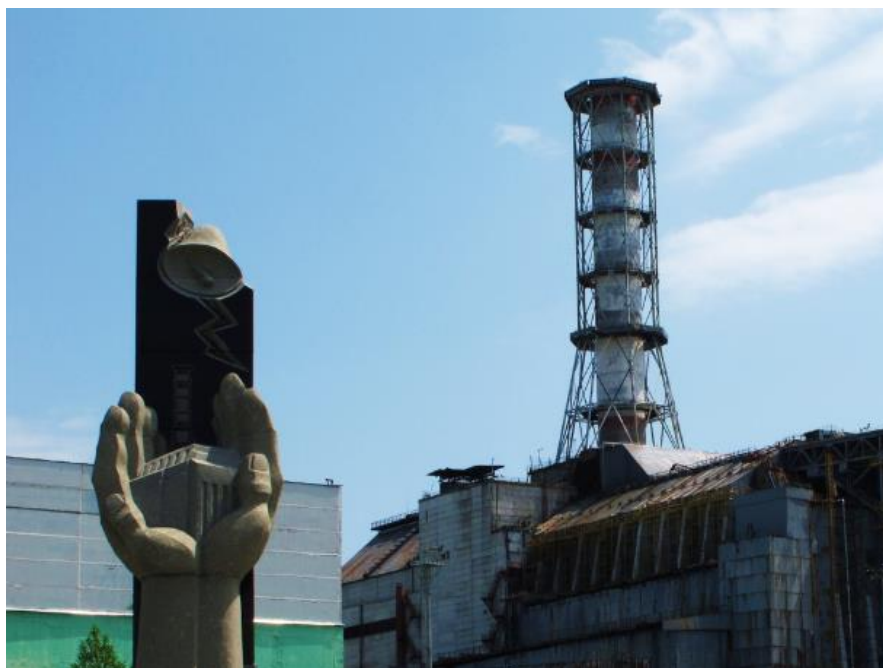


Фото 21. «Саркофаг».



Фото 22. Демонтажний кран.



Фото 23. Будівництво конфайменту.



Фото 24. Конфаймент.



Фото 25. Медичні наслідки аварії на ЧАЕС.



Фото 26. Техніка, яка використовувалась при ліквідації аварії на ЧАЕС.



Фото 27. «Мертве» місто Прип'ять.

ПІСЛЯСЛАСЛОВО РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ

«Дзвони Чорнобиля не вибухають – вони звучать у кожному серці, що пам'ятає про ціну нашого спокою»

З матеріалів конференції

26 квітня 2026 року виповнюється сорок років від дня аварії на Чорнобильській атомній електростанції – найбільшій техногенній катастрофі в історії ядерної енергетики, яка стала трагічною сторінкою не лише української, а й світової історії. Її наслідки назавжди змінили уявлення людства про безпеку використання атомної енергії, відповідальність перед довкіллям та цінність людського життя. Чорнобиль став символом глобального екологічного виклику, а водночас – прикладом мужності, самопожертви та професіоналізму тисяч ліквідаторів, науковців, медиків і рятувальників, які ціною власного здоров'я та життя змогли мінімізувати масштаби трагедії.

Через чотири десятиліття після аварії Чорнобиль залишається у центрі уваги світової наукової спільноти. Дослідження радіаційного забруднення, процесів відновлення природних екосистем, механізмів адаптації живих організмів до тривалого впливу йонізуючого випромінювання, медичних, психологічних та соціальних наслідків катастрофи набувають нового змісту в умовах сучасних глобальних викликів.

Особливого значення набуває осмислення новітніх подій, що ще раз продемонстрували вразливість територій, які постраждали від Чорнобильської катастрофи. Масштабні лісові пожежі у зоні відчуження, зокрема ті, що супроводжувалися утворенням вогняних вихорів (вогняних смерчів), спричинили значні екологічні ризики, загострили проблему вторинного перенесення радіонуклідів і привернули увагу світової спільноти до необхідності постійного моніторингу та охорони цієї території. Додатковим викликом стали події російсько-української війни, коли Чорнобильська зона відчуження опинилася під окупацією, а її інфраструктура та природні комплекси зазнали нових загроз. Ці події засвідчили, що уроки Чорнобиля залишаються надзвичайно актуальними, а питання ядерної та екологічної безпеки потребують безперервної уваги

міжнародної наукової спільноти й суспільства.

Матеріали Всеукраїнської науково-практичної онлайн-конференції «**Чорнобильські дзвони**», присвяченої 40-річчю Чорнобильської катастрофи, об'єднали результати фундаментальних і прикладних досліджень учених, викладачів, аспірантів, студентів, представників державних установ та громадських організацій. Видання відображає сучасний стан наукового осмислення чорнобильської проблематики та демонструє міждисциплінарний підхід до її вивчення.

До збірника увійшли праці, присвячені питанням ядерної та радіаційної безпеки, радіоекології, радіохімії, екологічного моніторингу, біоіндикації, цитогенетичних, морфофізіологічних і біохімічних механізмів адаптації організмів до впливу йонізуючого випромінювання. Значну увагу приділено проблемам збереження біорізноманіття, фіторе mediaції забруднених територій, сучасним цифровим технологіям моніторингу довкілля, медико-біологічним, психолого-педагогічним і соціально-економічним аспектам наслідків Чорнобильської катастрофи. Окремий розділ присвячений історичній пам'яті, культурній спадщині, сучасному осмисленню Чорнобиля та перспективам розвитку наукового й екологічного туризму.

Особливе місце у виданні займають **спогади безпосередніх учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС**, які є безцінними свідченнями епохи. Їхні розповіді відтворюють атмосферу перших днів після катастрофи, людські долі, професійну відповідальність і жертвовність тих, хто став на захист мільйонів людей від подальшого поширення радіаційної небезпеки. Доповненням до цих матеріалів є **архівні фотографії**, що документують події ліквідації аварії та зберігають історичну пам'ять про людей і події, які назавжди змінили хід історії. Поєднання наукових досліджень із документальними свідченнями очевидців створює цілісне бачення Чорнобильської катастрофи як явища, що має не лише екологічний і техногенний, а й глибокий людський, історичний та моральний вимір.

Важливо, що представлені дослідження виходять за межі аналізу подій минулого. Вони спрямовані на формування нових

підходів до забезпечення екологічної безпеки, удосконалення систем радіаційного контролю, застосування інноваційних технологій моніторингу довкілля, розвитку природоохоронної освіти та виховання екологічної культури суспільства. Саме інтеграція знань із природничих, технічних, медичних, педагогічних і гуманітарних наук дозволяє комплексно оцінювати сучасні ризики та виробляти ефективні механізми їх попередження.

Редакційна колегія висловлює щире вдячність усім авторам за вагомий внесок у підготовку цього видання, рецензентам – за високопрофесійну експертну оцінку матеріалів, а співorganizаторам конференції – за плідну співпрацю та підтримку розвитку наукового діалогу. Окремі слова вдячності висловлюємо ліквідаторам аварії на Чорнобильській АЕС, які поділилися своїми спогадами та надали архівні фотографії. Завдяки їхній відкритості й небайдужості вдалося зберегти для наступних поколінь унікальні свідчення про одну з найтрагічніших подій ХХ століття.

Переконані, що збірник стане корисним джерелом сучасної наукової інформації для дослідників, викладачів, здобувачів освіти, фахівців у галузі екології, біології, медицини, радіоекології, ядерної безпеки, державного управління та всіх, хто небайдужий до проблем збереження довкілля, історичної пам'яті й сталого розвитку.

Нехай пам'ять про Чорнобильську катастрофу залишається не лише пересторогою для людства, а й джерелом наукового пошуку, міжнародної співпраці, відповідальності перед майбутніми поколіннями та віри у здатність людини долати найскладніші виклики сучасності.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Всеукраїнська онлайн-конференція
«ЧОРНОБИЛЬСЬКІ ДЗВОНИ» (до 40-річчя
Чорнобильської катастрофи)
28 квітня 2026 року, м. Тернопіль

Макет і комп'ютерна верстка: В.О. Хоменчук

Підписано до друку 15.06. 2026 р.
Формат 60х 84/16. Гарнітура Times New Roman.
Папір офсетний 70 г/м². Друк електрографічний.
Умов.-друк. арк. 9,90. Обл.-вид. арк 8,52.
Тираж 100 примірників. Замовлення № 04/20/1-26.