



**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**



**МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ**



**УКРАЇНСЬКА РАДА
ІНЖЕНЕРІВ-БУДІВЕЛЬНИКІВ**



**БУДІВЕЛЬНА
ПАЛАТА
УКРАЇНИ**



**АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА
УКРАЇНИ**



**VI Міжнародна науково-практична конференція
«ЕНЕРГООЩАДНІ МАШИНИ
І ТЕХНОЛОГІЇ»**

20-21 травня 2025 року

Присвячено 95-річчю з дня заснування КНУБА

Матеріали конференції

Київ 2025

Рекомендовано до друку Вченою радою Київського національного університету
будівництва і архітектури (протокол №33 від 30.05.2025 р.)

Рецензенти:

О.Ф. Луговський, доктор технічних наук, професор

І.В. Кузьо, доктор технічних наук, професор

І.М. Берник, доктор технічних наук, доцент

***Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції
«Енергоощадні машини і технології»***

**Установа-організатор конференції:
Київський національний університет будівництва і архітектури**

«Енергоощадні машини і технології», Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції, 20-21 травня 2025 р. – К.: КНУБА, 2025. – 269 с.

До збірки включено матеріали, які стосуються енергоощадних машин, теорії їх дослідження, принципів створення і впровадження, інноваційних технологій створення енергоощадних систем в умовах сучасного будівництва, методів моделювання систем, моніторингу і діагностики технічних об'єктів.

Матеріали тез розраховані на викладачів, науковців та спеціалістів, що працюють в галузі теоретичних досліджень та практичного застосування енергоощадних машин і технологій, а також на студентів і аспірантів технічних ЗВО, фахівців науково-дослідних організацій та підприємств

Відповідальний за випуск – професор кафедри машин і обладнання технологічних процесів, д.т.н., професор Назаренко І.І.

Редакційна колегія:

І.І. Назаренко – д.т.н., професор кафедри машин і обладнання технологічних процесів – головний редактор;

О.П. Дєдов – д.т.н., професор кафедри машин і обладнання технологічних процесів;

М.О. Клименко – к.т.н., завідувач кафедри машин і обладнання технологічних процесів;

О.С. Дьяченко – к.т.н., доцент кафедри машин і обладнання технологічних процесів;

В.С. Слюсар – аспірант кафедри машин і обладнання технологічних процесів.

Матеріали друкуються в авторській редакції.

© Київський національний університет будівництва і
архітектури, 2025

© Автори статей, 2025

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова програмного комітету:

Дніпров Олексій Сергійович, д.ю.н., ст.досл., ректор Київського національного університету будівництва і архітектури (КНУБА).

Заступники голови програмного комітету:

Куліков Петро Мусійович, д.е.н., професор, голова Вченої ради Київського національного університету будівництва і архітектури (КНУБА).

Ковальчук Олександр Юрійович, к.т.н., с.н.с., проректор з наукової роботи та інноваційного розвитку Київського національного університету будівництва і архітектури.

Назаренко Іван Іванович, д.т.н., професор, професор кафедри машин і обладнання технологічних процесів Київського національного університету будівництва і архітектури, президент Академії будівництва України.

Члени програмного комітету:

Альтенбах Хольм, Магдебург, Німеччина.

Анджей Смолаж, д.т.н., професор, Люблін, Польща.

Барабаш М.С., д.т.н., професор, Київ.

Бобир М.І., д.т.н., професор, Київ.

Троян В.В., д.т.н., професор, ЕТН Цюрих, Цюрих, Швейцарія.

Гурський В.М., д.т.н., доцент, Львів.

Данильченко Ю.М., д.т.н., професор, Київ.

Згалат-Лозинська Л.О., д.е.н., професор, Київ.

Ковров А.В., к.т.н., професор, Одеса.

Кузьо І.В., д.т.н., професор, Львів.

Ланець О.С., д.т.н., професор, Львів.

Лич В.М., д.е.н., професор, Київ.

Лізунов П.П., д.т.н., професор, Київ.

Ловейкін В.С., д.т.н., професор, Київ.

Луговський О.Ф., д.т.н., професор, Київ.

Нестеренко М.М., к.т.н., доцент, Полтава.

Ніколаєв В.П., д.е.н., професор, Вроцлав, Польща.

Онищенко А.М., д.т.н., професор, Київ.

Оніщенко В.О., д.е.н., професор, Полтава.

Паламарчук І.П., д.т.н., професор, Київ.

Перегінець І.І., к.т.н., Київ.

Петрина Ю.С., д.т.н., професор, Берлін, Німеччина.

Петраков Ю.В., д.т.н., професор, Київ.

Поліщук Л.К., д.т.н., професор, Вінниця.

Рижакова Г.М., д.е.н., професор, Київ.

Роговський І.Л., д.т.н., професор, Київ.

Савицький М.В., д.т.н., професор, Дніпро.

Сташевський С.Т., к.т.н., Київ.
Струтинський В.Б., д.т.н., професор, Київ.
Стоцько З.А., д.т.н., професор, Львів.
Стричек Ярослав, Вроцлав, Польща.
Ткаченко Т.М., д.т.н., професор, Київ.
Тугай О.А., д.т.н., професор, Київ.
Шкуратов О.І., д.е.н., професор, Київ.
Шилюк П.С., к.т.н., професор, Київ.
Федоровська Н.В., д.т.н., професор, Харків.
Хмара Л.А., д.т.н., професор, Дніпро.
Яхно О.М., д.т.н., професор, Київ.
Якоб Клейман, PhD, професор, Торонто, Канада.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова оргкомітету:

Назаренко Іван Іванович, д.т.н, професор, професор кафедри машин і обладнання технологічних процесів КНУБА, президент Академії будівництва України.

Заступники голови оргкомітету:

Дєдов Олег Павлович, д.т.н, доцент, професор кафедри машин і обладнання технологічних процесів КНУБА.

Клименко Микола Олександрович, к.т.н., доцент, завідувач кафедри машин і обладнання технологічних процесів КНУБА.

Рашківський Володимир Павлович, к.т.н., доцент, завідувач кафедри будівельних машин КНУБА.

Члени оргкомітету:

Ручинський Микола Миколайович, к.т.н., професор.

Міщук Євген Олександрович, к.т.н., доцент.

Орищенко Сергій Вікторович, к.т.н., доцент.

Міщук Дмитро Олександрович, к.т.н., доцент.

Косминський Ігор Владленович, к.т.н., доцент.

Секретар конференції:

Дьяченко Олександр Сергійович, к.т.н., доцент.

.

СЕКЦІЯ 1

«ЕНЕРГООЩАДНІ ЗАСОБИ МЕХАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ВІДНОВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ І СПОРУД»

ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОГО СТОЛА ЕКСЦЕНТРИКОВО-МАЯТНИКОВОГО ТИПУ _____	14
Тарас Свищ, Олексій Ланець, Ірина Деревенько, Павло Майструк, ¹ Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, 79013, м. Львів, Україна	
ПІДХІД У МОДЕРНІЗАЦІЇ ВІБРАЦІЙНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ З ІНЕРЦІЙНИМ ПРИВОДОМ _____	20
Іван Колодій, Олексій Ланець, Ірина Деревенько, Павло Майструк, ¹ Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, 79013, м. Львів, Україна	
РЕАЛІЗАЦІЯ ЕФЕКТУ ЗОММЕРФЕЛЬДА НА ДВОМАСОВОМУ МАКЕТІ ВІБРАЦІЙНОГО СТОЛА З ІНЕРЦІЙНИМ ПРИВОДОМ _____	25
Роман Капало, Олексій Ланець, Ірина Деревенько, Павло Майструк, ¹ Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, 79013, м. Львів, Україна	
АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ РОБОТІВ ІЗ ПАРАЛЕЛЬНОЮ КІНЕМАТИКОЮ ДЛЯ КЕРУВАННЯ БРАНДСПОЙТАМИ В АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМАХ ПОЖЕЖОГАСІННЯ _____	31
Віталій Корендій, Олександр Качур, Михайло Пилип, Роман Карпин, ¹ Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери 12, Львів, 79013, Україна	
ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПОТУЖНІСТЬ У ГРАВІТАЦІЙНОМУ ЗМІШУВАЧІ _____	36
Ростислав Рудик, Віктор Вірченко, Роман Сальніков, Юрій Кузуб, ¹ Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», проспект Віталія Грицаєнка 24, 36011, Україна	
ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ АМПЛІТУДИ ВЕРТИКАЛЬНИХ ВІБРОПЕРЕМІЩЕНЬ ГАРМОНІЙНОЇ ВІБРОПЛОЩАДКИ НА ОСНОВІ ТРИФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ _____	40
Олександр Орисенко, Олександр Шека, ¹ Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», проспект Віталія Грицаєнка, 24, 36011, Україна	
КОНЦЕПЦІЯ МАЛОГАБАРИТНОГО ВИЛОЧНОГО АВТОНОМНОГО НАВАНТАЖУВАЧА _____	43
Микола Кочеток, Дмитро Міщук, ¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна	
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОДАЧІ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ У ВДОСКОНАЛЕНОМУ ШПАКЛЮВАЛЬНОМУ АГРЕГАТІ З ГІДРОПРИВОДОМ _____	46
Роман Сальніков, Віктор Вірченко, Ростислав Рудик, Юрій Кузуб, ¹ Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», проспект Віталія Грицаєнка 24, 36011, Україна	
ANALYSIS AND ASSESSMENT OF THE PRODUCTIVITY OF JAW CRUSHER DEPENDING ON THE FREQUENCY OF REVOLUTION OF THE WORKING BODIES _____	50
Yevhen Mishchuk, ¹ Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Air Force Avenue 31, 03037, Ukraine	

РОЗШИРЕННЯ ТЕХНІЧНОГО І ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ПРИВОДА ТА ПРИСТРОЇВ НА ЙОГО ОСНОВІ, ОСНАЩЕНИХ ПРУЖНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ВИСОКОЇ ЖОРСТКОСТІ _____	54
Роман Обертюх, Леонід Поліщук	
¹ Вінницький національний технічний університет, Хмельницьке шосе, 95, 21021, Україна	
ВЕРИФІКАЦІЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ПРОСТОРОВО ОРІЄНТОВАНОГО НОЖА НА ВИПРОБУВАЛЬНОМУ СТЕНДІ _____	57
Богдан Федішин, Максим Балака,	
¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних Сил, 31, 03037, Україна	
ОЦІНКА СТАНУ ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОРІВ _____	60
Сергій Буряк, Оксана Гололобова,	
¹ Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, 49010, Україна	
РЕЛАКСАЦІЙНІ ЯВИЩА ПРИ УЩІЛЬНЕННІ АРБОЛІТОВИХ ТА ПОЛІСТИРОЛБЕТОННИХ СУМІШЕЙ _____	63
Микола Нестеренко, Василь Ведмідь, Тетяна Нестеренко, Максим Пирлик,	
¹ Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», проспект Віталія Грицаєнка 24, 36011, Україна	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ КОМБІНОВАНОГО ВІБРОАБРАЗИВНОГО ПРОЦЕСУ _____	66
Дмитро Бугров, Богдан Коробко, Тетяна Бугрова,	
¹ Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», проспект Віталія Грицаєнка 24, 36011, Україна	
ПОРІВНЯЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ОДНОПОРШНЕВОГО РОЗЧИНОНАСОСА З КОМБІНОВАНИМ КОМПЕНСАТОРОМ ЗБІЛЬШЕНОГО ОБ'ЄМУ З РІЗНИМИ ТИПАМИ ПРИВОДІВ _____	70
Микола Шаповал, Вадим Михайлик,	
¹ Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», проспект Віталія Грицаєнка 24, 36011, Україна	
ВІБРОДІАГНОСТИКА МАШИН ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ _____	74
Сергій Орищенко,	
¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна	
ПЕРСПЕКТИВНИЙ ВІБРОУДАРНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ РОЗВАНТАЖЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ _____	78
Олена Гнатюк, Денис Гнатюк,	
¹ Житомирський агротехнічний фаховий коледж, Покровська 96, 10003, Україна	
ASSESSMENT AND ANALYSIS OF MOBILE CRUSHING AND SORTING COMPLEXES	81
Yevhen Mishchuk, Mykola Ruchinsky, Mykhailo Eremenko,	
¹ Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Air Force Avenue 31, 03037, Ukraine	

СЕКЦІЯ 2

«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ В УКРАЇНІ»

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИМУШЕНИХ КОЛИВАНЬ ДВОХЗВ'ЯЗНОЇ ОБОЛОНКИ МІНІМАЛЬНОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ ТЕРМІЧНИХ І СИЛОВИХ НАВАНТАЖЕННЯХ З УРАХУВАННЯМ ГЕОМЕТРИЧНОЇ НЕЛІНІЙНОСТІ.

85

Олександр Кошевий,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПЕРЕЗАВАНТАЖЕННЯ: ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ВІДНОВЛЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ

89

Максюта Антон,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

ЗМІЦНЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ ШЛЯХОМ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

91

Віталій Плоский, Олексій Забарилло, Юлія Коротких, Павло Забарилло,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЦЕСІ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ: ШЛЯХИ ДО СТАЛОГО РОЗВИТКУ

95

Названов Денис,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

ПЕРЕХІД ВІД DESIGN-DRIVEN ДО DATA-DRIVEN СИСТЕМ У БУДІВЕЛЬНОМУ ПРОЕКТУВАННІ

97

Андрій Потєха,

¹ Вінницький національний технічний університет, Адреса: 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95

3D-ДРУК ТРИМАЧА ДЛЯ ВІДБОРУ КЕРНІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ВІМ-ТЕХНОЛОГІЙ

101

Микола Корзаченко, Ігор Петренко,

¹ Національний університет «Чернігівська політехніка», вул. Шевченка 95, 14035, Україна

АКТУАЛЬНІСТЬ ЕФЕКТИВНОЇ ПЕРЕРОБКИ БЕТОНУ У ВТОРИННИЙ ЩЕБІНЬ І ОБЛАДНАННЯ, ЩО ПРИ ЦЬОМУ ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ

104

Максим Миколайчук, Владислав Кібаленко, Олександр Дьяченко, Володимир Слюсар,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМИ «РОЗУМНОГО» ВИРОБНИЦТВА НА ОСНОВІ ІoT

108

Марія Данильченко, Євгеній Горбатюк, Дмитро Міщук,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ РЕНЕСАНС: ІННОВАЦІЙНІ БУДІВЕЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПОВОЄННІЙ ВІДБУДОВІ УКРАЇНИ

111

Ганна Шпакова, Андрій Шпаков, Ірина Глущенко,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, просп. Повітряних Сил, 31, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ПОВОЄННИХ ТЕРИТОРІЙ _____ 114

Олександр Молодід, Володимир Рашківський Микола Пристайло, Юрій Заєць,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

ВИКОРИСТАННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ ВИКОНАННІ ДЕМОНТАЖНИХ РОБІТ НА ПОШКОДЖЕНИХ ОБ'ЄКТАХ НЕРУХОМОСТІ _____ 117

Євгеній Горбатюк, Максим Балака, Дмитро Литвинюк, Олександр Тіняков,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ ДЕМОНТАЖНИХ РОБІТ НА ОБ'ЄКТАХ НЕРУХОМОСТІ З ПОТЕНЦІЙНОЮ НАЯВНІСТЮ ШКІДЛИВИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ _____ 120

Володимир Рашківський, Костянтин Черненко, Сергій Білоконь, Володимир Муляр,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДИНАМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПРОЦЕСІВ НА БУДІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧИКУ _____ 124

Володимир Рашківський, Роман Демяненко, Наталія Єгорова, Микита Бурковський,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

СЕКЦІЯ 3

«МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ, МОНІТОРИНГ І ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ»

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ В УМОВАХ ВПЛИВУ ДИНАМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ВИПАДКОВОГО ХАРАКТЕРУ _____ 127

Олег Дєдов,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

ANALYSIS OF THE USE OF THE FRACTAL METHOD TO SOLVING THE PROBLEM OF DESTRUCTION OF SOLID MATERIALS _____ 131

Ivan Nazarenko, Valery Yakovenko, Yevhen Mishchuk,

¹ Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Air Force Avenue 31, 03037, Ukraine

ІМІТАЦІЯ ДІЇ СИЛ ТЕРТЯ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ ЛУ ГРЕ _____ 134

Цян Лі¹, Олександр Узунов²,

¹ Тунлін Університет, Вулиця Цуйху Сілу 1335, 244061, Китай

² Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», проспект Берестейський 37, 03056, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ТА РИЗИКИ ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГІЇ _____ 138

Тетяна Кривомаз, Артем Циба, Роман Гамоцький,

¹ Київський національний університет будівництва та архітектури, проспект Повітряних Сил 31, 03037, Україна

FREQUENCY ANALYSIS OF STRUCTURES: SPECTROGRAM AS A MONITORING TOOL _____ 141

Maksym Vabishchevych, Oleg Dedov, Dmytro Savchuk, Volodymyr Vynokur,

¹ Kyiv National University of Construction and Architecture, Povitryanykh syl avenue 31, 03037, Ukraine

MATHEMATICAL MODELING OF THE NATURE OF LOAD CHANGES IN THE MANIPULATOR ARM DRIVE NYRIO ONE _____	144
Yaroslav Korobenko, Dmytro Mishchuk,	
¹ Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine	
ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОЧИХ РЕЖИМІВ ВІБРАЦІЙНОГО ЕЛЕКТРООСМОТИЧНОГО ЗНЕВОЛОЖУВАЧА СТОХАСТИЧНИМ МОДЕЛЮВАННЯМ _____	147
Ігор Паламарчук, Оксана Зозуляк,	
¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони 15, м. Київ, 03041 Україна	
КОМПЛЕКСНИЙ МОНІТОРИНГ СИСТЕМ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ТРЕЙСІВ, МЕТРИК ТА ЛОГІВ _____	152
Владислав Сусідко, Нікіта Панагода, Юлія Рябчун, Володимир Хроленко, Наталія Попович,	
¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна	
ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ З МЕХАНІЧНИМ ВІБРОЗБУДЖУВАЧЕМ _____	155
Ігор Паламарчук, Денис Наumenко,	
¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони 15, м. Київ, 03041 Україна	
АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЧИСЛОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ТЕПЛОВИХ СТАЦІОНАРНИХ ПОТОКІВ В БАГАТОШАРОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ _____	159
Ілля Мартинов, Валерій Андрухов,	
¹ Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Хмельницьке шосе 95, 21021, Україна	
РОЗРОБКА МОДЕЛІ ПРОГНОЗНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ МАШИН І СПЕЦТЕХНІКИ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ТЕЛЕМАТИЧНИХ ДАНИХ _____	163
Дмитро Альбешенко, Микола Клименко,	
¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна	

СЕКЦІЯ 4

«ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТА ЕНЕРГООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ПРОЦЕСАХ ОБРОБКИ ТА СТВОРЕННЯ МАТЕРІАЛІВ»	
ОЦІНКА КОНСТРУКЦІЇ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ВЕРТИКАЛЬНИХ ВАЛКОВИХ МЛИНІВ ДЛЯ ПОМЕЛУ ЦЕМЕНТІВ ТА ГРАНУЛЬОВАНИХ ШЛАКІВ _____	166
Микола Клименко, Василь Марач, Михайло Губчик,	
¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна	
ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ МАШИН ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ _____	172
Володимир Слюсар,	
¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна	
ГЕНЕРУВАННЯ ПРЯМОЛІНІЙНИХ, КОЛОВИХ ТА ЕЛІПТИЧНИХ ТРАЄКТОРІЙ КОЛИВАНЬ ОДНОМАСОВОЇ ВІБРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ З КРИВОШИПНО-ПОВЗУННИМ ВІБРОЗБУДНИКОМ _____	176
Віталій Корендій, Тарас Вільчинський, Владислав Киричук, Олександр Янів,	
¹ Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери 12, Львів, 79013, Україна	

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ МАТЕРІАЛИ ТА КОНСТРУКЦІЇ, ОТРИМАНІ З
ВИКОРИСТАННЯМ ДЕРЕВИНИ ТА ПРОДУКТІВ ЇЇ ПЕРЕРОБКИ _____ 181**

Катерина Пушкарьова, Ольга Кривенко, Марина Кочевих, Ольга Гончар,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

**ЕНЕРГЕТИКА ПРОЦЕСУ РУХУ ВІБРАЦІЙНОЇ ПЛИТИ ПРИ УЩІЛЬНЕННІ
БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ _____ 185**

Андрій Запривода,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА РУХ МАШИНИ
ДЛЯ ФОРМУВАННЯ БЕТОННИХ ВИРОБІВ _____ 188**

Іван Назаренко¹, Андрій Запривода¹, Андрій Бондаренко², Володимир Слюсар¹, Олексій Погребач¹,

¹ Київський національний університет будівництва та архітектури, Київ, Україна

² Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса, Україна

**ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗБІРНИХ ОДИНИЦЬ МАШИНИ ЗА УМОВ
ДИНАМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ _____ 190**

Іван Назаренко, Віктор Нечипорук, Василь Марач,

¹ Київський національний університет будівництва та архітектури, Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РЕЗОНАНСНОЇ ВІБРАЦІЙНОЇ МАШИНИ _____ 191

Іван Назаренко, Петро Ладкін,

¹ Київський національний університет будівництва та архітектури, Київ, Україна

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ УЛЬТРАЗВУКОВІ КАВІТАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ СЕРЕДОВИЩ _____ 193**

Ірина Берник, Ігор Драчук,

¹ Національний університет біоресурсів і природокористування, вул. Героїв Оборони, 15, 03041, м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ НЕЛІНІЙНИХ ВІБРАЦІЙНИХ СИСТЕМ _____ 196

Микола Ручинський,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект повітряних сил 31, 03037, Україна

СЕКЦІЯ 5

**«ПРОБЛЕМИ ВИЩОЇ ОСВІТИ У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ У ВОЄННИЙ ТА
ПОВОЄННИЙ ЧАС»**

**КВАНТОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ТРАДИЦІЙНІ СТАНДАРТИ: НОВІ ВИМОГИ ДО
ВИКЛАДАННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН _____ 200**

Ігор Косминський,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна 200

**НЕПЕРЕРВНА ІННОВАЦІЙНА ОСВІТА ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ ЧИННИК РОЗВИТКУ
ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ _____ 203**

Петро Куліков, Юрій Єсаулов,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, проспект Повітряних Сил, 31, 03037, Україна

ПРОФТЕХОСВІТА ЯК ПРІОРИТЕТ ВІДБУДОВИ ТА РОЗВИТКУ ДЕРЖАВИ _____ 208

Вячеслав Курепін,

¹ Миколаївський національний аграрний університет, вулиця Георгія Гонгадзе, 9, 54000, Україна

ОСВІТА МОЛОДІ: НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ У ВОЄННИЙ ТА ПОВОЄННИЙ ПЕРІОД	211
Вячеслав Курепін,	

¹Миколаївський національний аграрний університет, вулиця Георгія Гонгадзе, 9, 54000, Україна

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ВИЩІЙ ОСВІТИ: ТЕНДЕНЦІЇ ТА ТРАНСФОРМАЦІЇ	214
Сергій Цвілий,	

¹Національний університет «Запорізька політехніка», Університетська 64, 69063

АКТУАЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ В ОДЕСЬКІЙ ДЕРЖАВНІЙ АКАДЕМІЇ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ В МЕЖАХ РЕАЛІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНОГО ПРОЄКТУ ERASMUS+ KA2 THE BRIDGE ІННОВАЦІЙНОЇ ОСВІТНЬО – НАУКОВОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ ПРОГРАМИ	217
---	------------

Анатолій Ковров¹, Іван Назаренко², Анастасія Пандас¹,

¹Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

²Академії будівництва України, м. Київ, Україна

СЕКЦІЯ 6

«ТЕОРЕТИКО-ПРАКТИЧНІ ТА КОГНІТИВНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ І МЕНЕДЖМЕНТУ В БУДІВНИЦТВІ»

ШАБЛони УПРАВЛІННЯ БУДІВНИЦТВОМ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ І МЕНЕДЖМЕНТУ	219
---	------------

Олександр Менейлюк, Олексій Нікіфоров,

¹ Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 4, 65029, Одеса, Україна

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТРАНСФОРМАЦІЇ В БУДІВЕЛЬНОМУ ДЕВЕЛОПМЕНТІ	222
Сергій Буняк, Галина Рижакова,	

¹Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

ІНТЕГРАЦІЙНІ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМАМИ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЄКТІВ	225
Дмитро Приходько, Юлія Северенчук, Катерина Сосідко, Ростислав Заладовський	

¹Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

«ЧИСТИЙ» ПРОМИСЛОВИЙ КУРС ЄС ЯК ОРІЄНТИР ДЛЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ: МОДЕЛІ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ	228
--	------------

Ніна Петруха¹, Павло Ущенко²,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, проспект Повітряних Сил, 31, 03037, Україна

² Західноукраїнський національний університет, м. Тернопіль, вул. Львівська, 11, 46009, Україна

КЛАСТЕРИ ЯК ОСНОВА СТІЙКОГО ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ	230
--	------------

Сергій Петруха¹, Владислав Яворський²,

¹Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, проспект Повітряних Сил, 31, 03037, Україна

²Західноукраїнський національний університет, м. Тернопіль, вул. Львівська, 11, 46009, Україна

РИНОК ПРАЦІ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ	233
Юлія Чернявська, Надія Лисиця	

¹Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

РОЛЬ ЦИФРОВІЗАЦІЇ В УДОСКОНАЛЕННІ РОБОТИ ПРАЦІВНИКІВ БУДІВЕЛЬНОЇ СФЕРИ _____ 236

Гаман Галина,

¹Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, проспект Повітряних Сил, 31, 03037, Україна

СУЧАСНІ НАПРЯМИ ФІНАНСОВОЇ НАУКИ _____ 239

Корсун І.М.

¹Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

АНАЛІЗ ІНДИКАТОРІВ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ _____ 242

Анатолій Чинчик¹, Степан Голубка², Віталій Пивовар³, Яна Локтіонова¹,

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

² ВНЗ "Національна академія управління", вул. Ушинського, 15, м. Київ, 03151, Україна

³ Бюро економічної безпеки України, вул. Шолуденка, 31, м. Київ, 04116, Україна

СЕКЦІЯ 7

«ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

ТОКСИКОКІНЕТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОНЕНТІВ ВІДХОДІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ (ВЕЕО) _____ 246

Євгеній Гречанюк, Віталій Іщенко,

¹Вінницький національний технічний університет, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21000, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ КАВІТАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОБРОБКИ РІДИН З МЕТОЮ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ТА ОЧИЩЕННЯ ВІД МЕХАНІЧНИХ ДОМШОК _____ 250

Олександр Луговський, Андрій Зілінський, Ігор Гришко, Аліна Шульга,

¹Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м.Київ, Берестейський проспект, 37, 03056, Україна

ТЕХНОЛОГІЇ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ – ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА _____ 253

Вячеслав Курепін¹, Валерія Іваненко²,

¹Миколаївський національний аграрний університет, вулиця Георгія Гонгадзе, 9, 54000, Україна

²Управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення Миколаївської міської ради

БАЗАЛЬТОВИЙ ТУФ У ТЕХНОЛОГІЯХ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА _____ 256

Вадим Радіонов¹,

¹Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, вул. Черноглазовская, 17, 61002, Україна

ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ ТА КОНТРОЛЮ СТАНУ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ УРБООКОСИСТЕМ _____ 259

Павло Старжинський, Ігор Прокопенко,

¹Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ, пр-т Повітряних Сил, 31, 03037, Україна

**APPLICATION OF SATELLITE MONITORING TECHNOLOGY TO PROVIDE
MANAGEMENT MECHANISMS FOR ENVIRONMENTAL CONTROL IN UKRAINE __ 263**

Dmytro Todchuk¹, Alexander Apostolov², Igor Onopchuk¹, Lesya Yelistratova²,

¹Budget Institution "National Center for GHG Emission Inventory", Vasyl Lypkivskoho Str., 35, Kyiv, 03035, Ukraine

²Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of the IGS of the NAS of Ukraine, Olesia Honchara Str., 55-b, Kyiv, 01054, Ukraine 263

СЕКЦІЯ 7

«ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

ТОКСИКОКІНЕТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОНЕНТІВ ВІДХОДІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ (ВЕЕО)

Євгеній Гречанюк, аспірант¹ (ORCID: 0009-0008-5687-2269),

Віталій Іщенко, канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля¹ (ORCID: 0000-0002-8464-1096),

¹Вінницький національний технічний університет, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21000, Україна

АНОТАЦІЯ. Полімерні компоненти ВЕЕО під час експлуатації та утилізації є джерелом надходження ксенобіотиків у довкілля, що зумовлює потребу глибокого аналізу їх токсикокінетики. У роботі розглянуто класичні фази взаємодії токсикантів із живими організмами (резорбція, розподіл, біотрансформація, елімінація) та процеси їх поведінки в екосистемах (міграція, персистування, біоаккумуляція, біотрансформація). Особливу увагу приділено характеристикам летких органічних сполук, бромованих антипіренів, важких металів та їх впливу на біоту і здоров'я людини. Порівняно нормативи для токсикантів відповідно до українських та міжнародних стандартів. Підкреслено необхідність міждисциплінарного підходу для оцінки ризиків, моніторингу забруднення та впровадження екологічно безпечних технологій поводження з ВЕЕО.

Ключові слова: ВЕЕО; токсикокінетика; полімерні компоненти; ксенобіотики; екологічна безпека.

Вступ. У процесі експлуатації та утилізації полімерні компоненти відходів електричного та електронного обладнання (ВЕЕО) стають джерелом надходження в довкілля ксенобіотиків: летких органічних сполук, бромованих антипіренів, стабілізаторів, пігментів, пластифікаторів і важких металів. Їх поведінка у біологічних і екологічних системах потребує вивчення класичної і екологічної токсикокінетики. Класична токсикокінетика охоплює резорбцію, розподіл, біотрансформацію та елімінацію токсикантів в організмі людини. Зокрема, фталати і бісфенол А легко проникають через шкіру і травний тракт, ліпофільні PBDE накопичуються в жировій тканині, а свинець та кадмій депонуються в кістках і печінці. Біотрансформація токсикантів може призводити як до зниження, так і до посилення їх токсичності, що важливо для оцінки ризиків для здоров'я людини. Екологічна токсикокінетика розглядає міграцію, персистування, біоаккумуляцію та біотрансформацію токсикантів у біоценозах. Ксенобіотики з полімерів можуть поширюватися повітрям, водою, накопичуватись у ґрунтах і водоймах, зберігаючи активність протягом десятиліть. Ліпофільні токсиканти біоакумулюються в організмах і передаються по трофічних ланцюгах, створюючи загрозу для людини через споживання забрудненої риби чи води. Мікробіологічна трансформація деяких речовин може призводити до утворення ще небезпечніших форм, як це спостерігалось у випадку метилртуті.

Аналіз літературних джерел. Аналіз останніх досліджень і публікацій у вітчизняній та закордонній літературі [1, 5, 7] описано токсичність бісфенолу А, фталатів, PBDE, кадмію та свинцю. Дослідження Кузнецової І.І. [1] висвітлюють особливості класичної та екологічної токсикокінетики. Європейські регламенти (REACH, RoHS) встановлюють жорсткі обмеження на вміст небезпечних речовин у ВЕЕО [2-4], однак в Україні ці вимоги частково інтегровані. Недостатньо опрацьованими залишаються питання біотрансформації домішок у полімерних ВЕЕО в умовах реального середовища. Таким чином, для ефективного управління екологічною безпекою необхідний міждисциплінарний підхід, що включає токсикокінетичні дослідження, моніторинг забруднення та впровадження екологічно безпечних технологій утилізації відходів електроніки [1].

Мета роботи. Аналіз токсикокінетичних аспектів полімерних компонентів ВЕЕО в контексті управління екологічною безпекою, з акцентом на класичну і екологічну токсикокінетику, порівняння нормативів та розробку рекомендацій щодо мінімізації екологічних ризиків.

Методи і матеріали. Наведено схему токсикокінетичного циклу токсикантів із полімерних ВЕЕО. Показано, що речовини з високою ліпофільністю (PBDE, фталати) мають тривалий період

напіввиведення та високий потенціал біоаккумуляції. Встановлено наявність розриву між українськими та міжнародними стандартами щодо допустимого вмісту токсикантів. Запропоновано адаптувати моделі токсикокінетики "організм–середовище" для прогнозу забруднення і визначення ризиків.

Виклад основного матеріалу. Класична токсикокінетика охоплює чотири ключові фази взаємодії токсиканту з організмом: резорбцію, розподіл, біотрансформацію та елімінацію [1].

Цей підхід дає змогу зрозуміти поведінку токсичних компонентів полімерів ВЕЕО після потрапляння в організм людини, що має критичне значення при оцінці санітарного ризику населення, яке проживає поблизу нелегальних звалищ електронних відходів або працює з вторинною сировиною [10].

Резорбція. Відомо, що токсиканти з полімерних матеріалів (наприклад, фталати, БФА, PBDE) здатні проникати в організм через шкіру, дихальні шляхи або шлунково-кишковий тракт. Вплив величини молекули, ліпофільності та ступеня дисоціації визначає ефективність проникнення через біологічні бар'єри [1,5]. Наприклад, фталати мають високу жиророзчинність і легко проникають через шкіру. Бісфенол А активно всмоктується при пероральному надходженні [5], що особливо актуально при споживанні води або харчових продуктів, що контактували з пошкодженими пластиками.

Розподіл. Ліпофільні речовини, такі як бромовані дифенілові ефіри (PBDE), накопичуються в жировій тканині, мозку та печінці [7]. Неорганічні компоненти, зокрема свинець або кадмій, депонуються в кістках або печінці завдяки високій спорідненості до біомолекул [1]. Зафіксовано, що у працівників підприємств із переробки електроніки концентрація свинцю в крові перевищує референтні межі у 2–5 разів.

Біотрансформація. В організмі більшість органічних речовин зазнає ферментативного окислення, гідролізу або кон'югації. Це може призводити як до інактивації токсиканту, так і до утворення ще більш токсичних метаболітів. Наприклад, бензо(а)пірен [1,8], який може утворюватися при термодеструкції пластмас, метаболізується до активних форм, що зв'язуються з ДНК і викликають мутації. Деякі побічні продукти біотрансформації здатні ініціювати пухлинний процес, пригнічувати імунітет або порушувати ендокринну регуляцію.

Елімінація. Основні шляхи виведення – нирки, печінка, легені. Ліпофільні речовини виводяться повільно, іноді – роками, що зумовлює їх хронічну токсичність та можливість біоаккумуляції. Наприклад, PBDE мають період напіввиведення з організму людини понад 2 роки, накопичуючись у грудному молоці [7], що створює загрозу впливу на немовлят.

Екологічна токсикокінетика аналізує поведінку ксенобіотиків у абіотичних і біотичних складових середовища [1,9]. Вона охоплює процеси перенесення, перетворення, накопичення та виведення речовин у межах біогеоценозів.

Міграція в екосистемах. Ксенобіотики з полімерів ВЕЕО поширюються повітрям, водою та ґрунтовими водами. Наприклад, бісфенол А активно вимивається з полімерів у водне середовище, а PBDE можуть переноситися пилом і осідати на ґрунтах [5,7]. Часто джерелами міграції є незаконні сміттєзвалища електронних відходів або неконтрольоване спалення пластиків, що спричиняє надходження діоксинів та фуранів у повітря.

Персистування. Багато сполук із полімерів є хімічно стабільними. Так, період напіврозпаду PBDE у ґрунті становить понад 10 років. Це створює довготривалу загрозу для довкілля. Наприклад, за даними моніторингу озера Онтаріо, пестицид мірекс було виявлено в донних відкладеннях через 20 років після припинення його використання. Аналогічно, бісфенол А, фталати та антипірени з полімерів зберігаються у ґрунтах понад 5-15 років [1,9].

Біоаккумуляція і біомагніфікація. Ліпофільні токсиканти, зокрема PBDE, здатні накопичуватися в організмах, зростаючи по трофічному ланцюгу. У рибах вміст PBDE може перевищувати концентрацію у воді [7] у десятки тисяч разів. Це створює загрозу для людини при вживанні забруднених продуктів. Особливо вразливими є мешканці прибережних зон, які вживають рибу з контамінованих водойм.

Біотрансформація у біоценозах. Мікроорганізми у ґрунтах та воді можуть частково трансформувати полімерні токсиканти. Проте, як у випадку з ртуттю в бухті Мінамато (Японія),

такі перетворення можуть призводити до утворення ще токсичніших сполук [6,8] (наприклад, метилртуть). Деякі пластмасові стабілізатори можуть перетворюватися в ендокринодеструктивні сполуки, які впливають на розмноження та поведінку диких тварин.

Порівняння з міжнародними стандартами та регламентами

Для ефективного управління екологічною безпекою важливо враховувати нормативні вимоги, прийняті на міжнародному рівні та в Україні. У таблиці 1 представлено приклад порівняння граничних концентрацій (ГДК) окремих токсикантів з полімерних компонентів ВЕЕО згідно з різними стандартами.

Таблиця.1

Порівняння нормативів для токсикантів із полімерних ВЕЕО

Речовина	ГДК в Україні (ДСП/ДСТУ)	ГДК у ЄС (REACH/CLP)	ГДК ВООЗ у питній воді	Коментар
Свинець (Pb)	0,03 мг/м ³ (повітря), 0,01 мг/л (вода)	0,05 мг/м ³ (робоча зона)	0,01 мг/л	Європейські регламенти передбачають жорсткі обмеження в електроніці (RoHS)
Кадмій (Cd)	0,01 мг/м ³ , 0,003 мг/л	0,01 мг/м ³	0,003 мг/л	Токсичний для нирок, накопичується в організмі
Бісфенол А (BPA)	немає окремої норми	0,04 мг/кг маси тіла/день (TDI)	0,005 мг/л	TDI – допустиме добове споживання (EFSA)
PBDE (декабромдифеніл)	відсутня	заборонений в REACH	відсутня	Активно вилучається з використання

Це порівняння демонструє різницю в підходах до токсичності та допустимих рівнів, що потребує гармонізації стандартів України з вимогами директив ЄС [2,3,4], зокрема:

- RoHS (2011/65/EU) - обмеження на використання свинцю, ртуті, кадмію, PBDE у ВЕЕО;
- REACH - реєстрація та обмеження хімічних речовин;
- Базельська конвенція - контроль трансграничного переміщення небезпечних відходів.

Схема токсикокінетичного впливу полімерних ВЕЕО

ТОКСИКОКІНЕТИЧНИЙ ЦИКЛ ТОКСИКАНТІВ

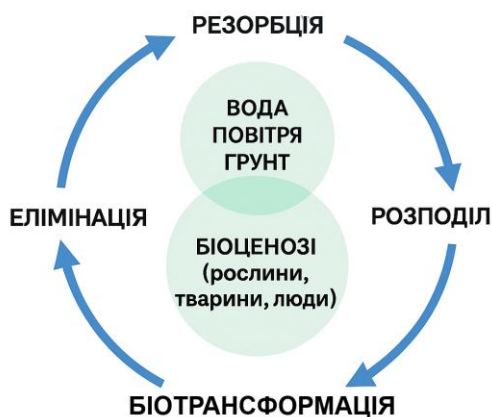


Рис.1 Схематичне представлення токсикокінетичного циклу токсиканту з полімерів ВЕЕО

1. Викид у довкілля (спалення, зберігання)
2. Міграція у воду, повітря, ґрунт
3. Резорбція організмом (через дихання, шкіру, травлення)
4. Розподіл (жирова тканина, мозок, печінка)
5. Біотрансформація (метаболіти – активні/неактивні)
6. Елімінація (нирки, печінка, грудне молоко)
7. Біоаккумуляція / Біомагніфікація (організми – трофічний ланцюг)

Цей цикл підкреслює важливість міждисциплінарного підходу до аналізу впливу БЕЕО та розробки заходів екобезпеки на різних рівнях - від індивідуального захисту до державної політики поводження з відходами.

Обговорення. Одержані результати свідчать, що полімерні компоненти БЕЕО є тривалим джерелом ксенобіотиків, здатних до резорбції, накопичення та трансформації як в організмах, так і в екосистемах. Висока ліпофільність таких сполук, як PBDE і фталати, сприяє їхньому біоаккумулятивному потенціалу та довготривалому збереженню в біоті. Це особливо небезпечно в умовах недостатньої регламентації обігу та утилізації БЕЕО в Україні, що зумовлює підвищені ризики для населення і навколишнього середовища. Порівняльний аналіз нормативів демонструє відставання національних стандартів від міжнародних вимог, що потребує термінової гармонізації законодавства. Токсикокінетичний підхід дозволяє не лише виявляти ризики, а й моделювати динаміку поширення токсикантів, що є ключовим для розробки ефективних стратегій моніторингу, санітарного контролю та екологічно безпечних технологій поводження з полімерними відходами електроніки. Особливо актуальним є залучення результатів таких досліджень до процесу ухвалення рішень на рівні державної екологічної політики та промислової екотехнологічної практики.

Висновки. Розуміння токсикокінетичних характеристик речовин із полімерних БЕЕО має ключове значення для формування ефективних систем моніторингу, санітарного контролю та екологічного менеджменту [1,10]. Це дозволяє:

- передбачати ризики забруднення та отруєння;
- розробляти методи детоксикації середовища (сорбційні бар'єри, фітоочищення);
- регулювати поводження з БЕЕО відповідно до принципів запобігання, переробки, безпечного зберігання.

Особливу увагу слід приділяти дослідженням метаболізму полімерних домішок, визначенню їх біодоступності та стійкості в умовах реальних біогеоценозів. Для цього рекомендується застосовувати моделі токсикокінетики «організм–середовище» із врахуванням сезонних, кліматичних і антропогенних факторів.

Список використаних джерел:

1. Kuznietsova, I. I. (2015). *Ekolohichna toksykologhiia ta ekotoksykokinetika: Navchalnyi posibnyk* [Ecological toxicology and ecotoxicokinetics: Textbook]. Mykolaiv: MNAU. [in Ukrainian].
2. European Parliament and Council. (2011). Directive 2011/65/EU (RoHS II) on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment. Official Journal of the European Union, L174, 88–110.
3. European Parliament and Council. (2006). Regulation (EC) No 1907/2006 (REACH) concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals. Official Journal of the European Union, L396, 1–849.
4. World Health Organization. (2022). *Guidelines for drinking-water quality* (4th ed.). Geneva: WHO Press.
5. European Food Safety Authority. (2023). Scientific opinion on the risks to public health related to the presence of bisphenol A (BPA) in foodstuffs. *EFSA Journal*, 21(4), e08180. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8180>.
6. Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal. (1989). United Nations Environment Programme (UNEP).
7. Harrad, S., de Wit, C. A., Abdallah, M. A.-E., Bergh, C., Björklund, J. A., Covaci, A., ... & Huber, S. (2010). Indoor contamination with PBDEs, PCBs, and other persistent organic pollutants. *Environmental Science & Technology*, 44(8), 3221–3231. <https://doi.org/10.1021/es9037969>.
8. Ritter, L. (1995). *Persistent organic pollutants*. United Nations Environment Programme (UNEP).
9. Liagkouridis, I., & Cousins, I. T. (2019). Fate of additive chemicals from plastic consumer products in the environment. *Science of the Total Environment*, 685, 422–430. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.466>.
10. Shaparenko, O. V. (2020). *Upravlinnia povodzhenniam z vidkhodamy elektronnoho obladnannia: Normatyvno-ekolohichni aspekty* [Management of electronic equipment waste: Regulatory and environmental aspects]. Kyiv: NAU. [in Ukrainian].

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
KYIV NATIONAL UNIVERSITY OF CONSTRUCTION AND
ARCHITECTURE
ACADEMY OF CONSTRUCTION OF UKRAINE
STATE ENTERPRISE “STATE RESEARCH INSTITUTE OF
BUILDING CONSTRUCTIONS”
UKRAINIAN COUNCIL OF CIVIL ENGINEERS
CONSTRUCTION CHAMBER OF UKRAINE**



**Conference proceedings
of
VI International scientific-practical conference
«ENERGY-SAVING MACHINES AND
TECHNOLOGIES»**

Dedicated to the 95th Anniversary of KNUCA's Founding

20-21.05.2025

Kyiv 2025