



**ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ  
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

**МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ  
УКРАЇНСЬКОЮ,  
АНГЛІЙСЬКОЮ  
ТА ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ**

## **ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

*VI Всеукраїнської  
науково–практичної конференції  
викладачів та фахівців–практиків*

### **ОХОРОНА ПРАЦІ: ОСВІТА І ПРАКТИКА**

та  
*XVI Всеукраїнської  
науково–практичної конференції  
курсантів, студентів, аспірантів та  
ад'юнктів*

### **ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

*Львів – 2026*

<b>Голова:</b>	<b>АЗЮКОВСЬКИЙ Олександр Олександрович</b> – ректор Національного технічного університету "Дніпровська політехніка" (НТУ ДП), кандидат технічних наук, професор;
<b>Заступники голови:</b>	<b>БОНДАР Дмитро Володимирович</b> – ректор Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (ЛДУБЖД), доктор юридичних наук, доцент, заслужений працівник цивільного захисту України, генерал-майор служби цивільного захисту. <b>БОГДАНОВА Ольга</b> – кандидат технічних наук, голова правління Європейського співтовариства з охорони праці ESOSH, сертифікований експерт Інституту здоров'я та безпеки праці Tech IOSH (Великобританія), сертифікований експерт інституту здоров'я та безпеки праці CertIOSH (Велика Британія)); <b>МАТВІЙЧУК Дмитро Лаврентійович</b> – головний редактор науково-виробничого журналу «Охорона праці»; <b>ПОПОВИЧ Василь Васильович</b> – проректор ЛДУБЖД з наукової роботи, полковник служби цивільного захисту, доктор технічних наук, професор.
<b>Члени оргкомітету:</b>	<b>БЄЛКОВ Анатолій Серафимович</b> – завідувач кафедри безпеки життєдіяльності ДВНЗ «Придніпровська держав-

на академія будівництва та архітектури», доктор технічних наук, професор;

**ВОЛОДЧЕНКОВА Наталія Валеріївна** – декан гірничо-металургійного факультету ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», кандидат технічних наук, доцент;

**ГОЛНЬКО Василь Іванович** – завідувач кафедри охорони праці та цивільної безпеки НТУ «ДП», доктор технічних наук, професор;

**ГОРНОСТАЙ Орислава Богданівна** – доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент;

**ІЛЬЧИШИН Ярослав Васильович** – начальник науково-дослідного центру ЛДУБЖД, полковник служби цивільного захисту, кандидат педагогічних наук;

**МАРИЧ Володимир Михайлович** – докторант денної форми здобуття освіти докторантури–ад’юнктури ЛДУБЖД, підполковник служби цивільного захисту, кандидат технічних наук, доцент;

**МЕНЬШИКОВА Ольга Володимирівна** – заступник начальника навчально-наукового інституту цивільного захисту ЛДУБЖД, полковник служби цивільного захисту, кандидат фізико-математичних наук, доцент

**МІРУС Олександр Львович** – завідувач кафедри промислової безпеки та охорони праці ЛДУБЖД, кандидат хімічних наук, доцент;

**ПРИЙМА Андрій Мирославович** — доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент;

**РИМАР Тетяна Іванівна** — доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент;

**РОМАНСЬКА Галина Ігорівна** – викладач кафедри промислової безпеки та охорони праці ЛДУБЖД;

**СТАНІСЛАВЧУК Оксана Володимирівна** – доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент;

**СУШКО Надія Сергіївна** — доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці ЛДУБЖД, капітан служби цивільного захисту, доктор філософії;

**ФЕДОРЧУК-МОРОЗ Валентина Іванівна** – завідувач

кафедри цивільної безпеки Луцького національного технічного університету (ЛНТУ), кандидат технічних наук, доцент;

**ФІРМАН Володимир Михайлович** - професор кафедри безпеки життєдіяльності Львівського національного університету імені Івана Франка (ЛНУ ім. І. Франка), кандидат технічних наук, доцент.

**ЧЕБЕРЯЧКО Сергій Іванович** – професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки НТУ «ДП», доктор технічних наук, професор;

**ЯВОРСЬКА Олена Олександрівна** – директор Навчально-наукового інституту природокористування НТУ "ДП", доктор технічних наук, професор;

**ЯКОВЧУК Роман Святославович** – начальник Навчально-наукового інституту цивільного захисту ЛДУБЖД, полковник служби цивільного захисту, д-р техн. наук, доцент;

**ЯРЕМКО Зіновій Михайлович** – завідувач кафедри безпеки життєдіяльності ЛНУ ім. І. Франка, доктор хімічних наук, професор.

## **ОРГАНІЗАТОРИ**

Державна служба України з надзвичайних ситуацій;

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності;

Рада молодих вчених при МОН України;

Європейське співтовариство з охорони праці (ESOSH);

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»;

Львівський національний університет імені Івана Франка;

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»;

Луцький національний технічний університет;

Науково-виробничий журнал «Охорона праці»

## **ВИДАВЕЦЬ**

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

УДК 697.94

## МОДЕЛЬ АНАЛІЗУ ГЛОБАЛЬНОЇ ДИНАМІКИ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ З ІНТЕГРАЛЬНИМ ЯДРОМ ПАМ'ЯТІ

*Гембара Т. В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри прикладної математики і механіки*

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Концентрація вуглекислого газу  $\text{CO}_2$  у замкнених приміщеннях має важливе значення для безпеки праці, бо її зростання однозначно викликає на початкових стадіях втрату уваги, втомлюваність (1000 ppm), а подальше зростання викликає погіршення загального стану здоров'я [1, с.79]. Для математичного моделювання вмісту  $\text{CO}_2$  у приміщеннях [2, с.34] з припливно-витяжною вентиляційною системою використаний метод усереднених параметрів мікроклімату. Такий метод зручний при використанні розрахунків для управління системою вентиляції, яка б забезпечувала належний рівень  $\text{CO}_2$ . В цьому методі важливим вхідним розрахунковим параметром є значення концентрації вуглекислого газу зовнішнього середовища. Цей параметр при достатньо великих проміжках часу не є сталим, і в значній мірі на його варіацію впливають також глобальні кліматичні зміни, тому математична оцінка таких змін становить значний науково-практичний інтерес.

Зростання концентрації атмосферного  $\text{CO}_2$  є одним із найстійкіших індикаторів глобальної динаміки вуглецевого циклу. Для екологічних задач важливо не лише встановити факт зростання концентрації, а й математично описати структуру часового ряду: довготривалий тренд, сезонні коливання, міжрічні аномалії та інерційну реакцію природних поглиначів. Майже неперервна серія вимірювань отримана за допомогою недисперсійного інфрачервоного газоаналізатора у обсерваторії Мауна-Лоа на острові Гаваї [3, с. 965-981], які вважаються міжнародним стандартом глобальної оцінки. Дві основні причини мінливості даних - сезонне коливання та довгострокове збільшення. Сезонне коливання відображає комплексне поглинання та вивільнення  $\text{CO}_2$  наземними рослинами та ґрунтом.

У запропонованій постановці спостережний ряд концентрації  $\text{CO}_2$  після формування місячних середніх за останні 10 років описано як суму відповідно трьох складових: тренду, сезонності та пам'яттєвого внеску. Основний запис моделі має вигляд:

$$C(t) = T(t) + S(t) + M(t) \quad (1)$$

Трендова складова береться у вигляді полінома відносно часу  $x = t - t_0$  ( $x$  — це відносний час, тобто час, відрахований від початку аналізованого інтервалу):

$$T(t)=a_0+a_1x+a_2x^2 \quad (2)$$

Сезонна складова задається першою та другою гармоніками річного циклу з відповідними коефіцієнтами:

$$S(t)=b_1\sin(2\pi t)+c_1\cos(2\pi t)+b_2\sin(4\pi t)+c_2\cos(4\pi t) \quad (3)$$

Пам'яттєва складова  $M(t)$  вводиться як згортка попередніх відхилень темпу приросту  $g(t)$  від середнього значення за період, а проміжок інтегрування – це часовий проміжок досліджень:

$$M(t)=\lambda\int K(s,\tau)[g(t-s)-\bar{g}]ds \quad (4)$$

де:  $\lambda$  – коефіцієнт інтенсивності пам'яті;  $s$  – час запізнення, або “вік” попереднього впливу;  $\tau$  – характерний час пам'яті, який визначає, для якого запізнення внесок минулого є найбільшим (для ядра максимум досягається при  $s=\tau$ );  $\bar{g}$  – середнє значення швидкості приросту  $\text{CO}_2$  за аналізований період;  $K(s,\tau)$  – ядро пам'яті – вагова функція, яка визначає, наскільки сильно попередні зміни  $\text{CO}_2$  з різним запізненням  $s$  впливають на поточний стан; вираз  $g(t-s)-\bar{g}$  показує, чи був попередній темп приросту  $\text{CO}_2$  більшим або меншим за середній.

Порівняно з імпульсними функціями відгуку вуглецевого циклу запропоноване ядро пам'яті має коротший часовий горизонт і прив'язане до локальної структури спостережного ряду. У класичних моделях пам'ять описує реакцію системи на одиничний викид, у запропонованій моделі пам'ять описує внесок попередніх темпів зміни самого ряду  $\text{CO}_2$ . Це робить її зручною для аналізу, наприклад, останнього десятиріччя, де особливо помітні зміни темпів росту. Чисельні розрахунки на інтервалі останнього десятиріччя показали добре співпадіння (не більше 5% похибки) розрахункових результатів концентрації  $\text{CO}_2$  з даними глобальних спостережень Мауна-Лоа. Запропонована модель з ядром пам'яті є доцільним проміжним підходом між простою трендовою апроксимацією та складними фізичними моделями. Її новизна полягає у введенні скінченного інтегрального ядра  $K(s;\tau)$ , яке дозволяє врахувати вплив попередніх темпів приросту  $\text{CO}_2$  на поточну концентрацію.

### Список використаних джерел:

1. Гембара Т. В., Марич В. М., Трусевич О. М. Математичне моделювання роботи системи припливно – витяжної вентиляції в стаціонарному та нестаціонарному режимах. Зб. наук. праць V Всеукраїнської науково–практичної конференції викладачів та фахівців–практиків: «Охорона праці: освіта і практика». – Львів: ЛДУ БЖД, травень 2025, - С. 79-81.
2. Гембара Т. В., Марич В. М. Диференціальне рівняння управління припливно – витяжною системою вентиляції замістом  $\text{CO}_2$  у приміщенні. Зб. наук. праць IV Всеукраїнської науково–практичної конференції викладачів та фахівців–практиків: «Охорона праці: освіта і практика». – Львів: ЛДУ БЖД, травень 2024. - С.34-35.

3. Friedlingstein P., O'Sullivan M., Jones M. W., Andrew R. M., Hauck J., Landschützer P., Le Quéré C. et al. Global Carbon Budget 2024. Earth System Science Data. 2025. Vol. 17. P. 965–1039. DOI: 10.5194/essd-17-965-2025.

УДК 588.132+526.53

## **ОЦІНКА РІВНЯ СОЛЕСТІЙКОСТІ ПІОНЕРНОЇ РОСЛИННОСТІ ПОЛІГОНІВ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

*Дочинець В. В., аспірант;*

*Шуплат Т. І., канд. с-г. наук, старший викладач*

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Знання рівня солестійкості рослин на полігонах побутових відходів, є критично важливим для ефективної рекультивациі цих територій, оскільки ґрунти на таких ділянках зазвичай характеризуються високим рівнем засоленості, токсичністю та порушеною структурою. Це важливо для ефективного фітореMediaційного процесу, запобігання розвитку ерозійним процесам та забрудненню, адже рослини із високою солестійкістю, швидше утворюють густий покрив, що запобігає рознесенню забрудненого пилу та ерозії ґрунту вітром або ж водою, стійкі рослини здатні покращувати структуру ґрунту, фіксувати азот та сприяти розвитку корисної мікрофлори в умовах підвищеної токсичності [2, 3].

Підвищений рівень засоленості техногенних едафотопів, які представлені на полігонах побутових відходів, спричиняє активну міграцію солей у системі “ґрунт-рослина”, зокрема хлоридів, сульфатів, карбонатів, що негативно впливає на їхні фізіологічні процеси, зокрема порушується забезпеченість тканин вологою, відбувається деструкція мітохондрій, зміни співвідношення хлорофілів а та b, втрата міцності структурних зв'язків хлорофіл-білково-ліпідного комплексу пластид. Все це веде до пригнічення життєвих речовин і отруєння клітин, яке проявляється у вицвітанні хлорофілу і виході солей у вигляді білих сипучих плям.

Виходячи із поставленого завдання в ході польових досліджень фітомеліоративного покриву територій Ужгородського, Берегівського і Мукачівського полігонів побутових відходів, відібрані зразки рослинного матеріалу, для оцінки рівня солестійкості.

Об'єктами досліджень були ряд трав'янистих видів, котрі формують основу ендоекогенетичної сукцесії, поступово формують власні фітогенні поля і змінюють локально середовище зростання. Це наступні види: лопух великий (*Arctium lappa* L.), полин звичайний (*Artemisia vulgaris* L.), череда