

Міністерство освіти і науки України  
Рівненський державний гуманітарний університет

**РЕГІОНАЛЬНІ ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ  
В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

Збірник наукових праць  
Четверта міжнародна науково-практична конференція  
(Рівне, 22–24 вересня 2020 р.)

Рівне – 2020

*Друкуються за ухвалою Вченої Ради Рівненського державного гуманітарного університету (протокол № 8 від 24 вересня 2020 р.)*

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

**Голова редколегії:**

Лико Д.В., д.с.-г. наук, професор (Україна)

**Секретар редколегії:**

Мартинюк В.О., канд. геогр. наук, професор (Україна)

**Члени міжнародної наукової редколегії:**

Абрамова І.В., канд. біолог. наук, доцент (Білорусь);  
Богдасаров М.А., д-р г.-м. н., член.-кор. НАН Республіки Білорусь (Білорусь);  
Войтович О.П., д-р пед. наук, професор (Україна);  
Волчек О.О. д-р геогр. наук, професор, (Білорусь);  
Грядунова О.І., канд. геогр. наук, доцент (Білорусь);  
Ільїн Л.В., д-р геогр. наук, професор (Україна);  
Кірвель І.Й., д-р геогр. наук, професор (Польща);  
Клименко М.О., д-р с.-г. наук, професор (Україна);  
Ковальчук І.П., д-р геогр. наук, професор (Україна);  
Коротун С.І., канд. геогр. наук, доцент (Україна);  
Лико С.М., к. с.-г. н., професор (Україна);  
Лисиця А.В., д-р біолог. наук, професор (Україна);  
Міронова Н.Г., д-р с.-г. наук, професор (Україна);  
Мудрак О.В., д-р с.-г. наук, професор (Україна);  
Портухай О.І., к. с.-г. н., професор (Україна);  
Прищепя А.М., канд. с.-г. наук, професор (Україна);  
Счастливая І.Й., канд. геогр. наук, доцент (Білорусь);  
Фесюк В.О., д-р геогр. наук, професор (Україна);  
Шейрене В., д-р природничих наук, ст. наук. співробітник (Литва);  
Яжевич І., д-р геогр. наук, професор (Польща)

**Рецензенти:**

**Ф.В. Зузук**, докт. геолог. наук, професор;

**О.М. Клименко**, докт. с.-г. наук, професор;

**К.К. Красовський**, докт. геогр. наук, професор

**Р32 Регіональні геоecологічні проблеми в умовах сталого розвитку.** Збірник наукових праць IV Міжнар. наук.-практ. конференції (Рівне, 22-24 вересня 2020 р.) / Голова редкол. проф. Д.В. Лико [та ін.]. – Рівне: видавець О. Зень, 2020. – 180 с.

**ISBN 978-617-601-333-4**

У збірнику висвітлені результати геоecологічних досліджень регіонів України та суміжних країн в умовах сталого розвитку. Обґрунтовуються актуальні проблеми біологічних, географічних, сільськогосподарських, технічних наук у сфері збалансованого природокористування, а також питання екологічної та природничої освіти. Для екологів, біологів, географів, працівників аграрного сектора, заповідної справи та природоохоронних установ.

За зміст публікацій, достовірність викладених наукових фактів відповідальність несуть автори.

**ISBN 978-617-601-333-4**

©Колектив авторів  
©Рівненський державний гуманітарний університет

## СЕКЦІЙНІ ДОПОВІДІ

УДК 681.586. 539.23

**О. І. Аксіментьєва**, д-р хім. наук, проф., проф. кафедри фізичної та колоїдної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка;

**Г. В. Мартинюк**, канд. хім. наук, доц., доц. кафедри екології, географії та туризму Рівненського державного гуманітарного університету;

**О. І. Гакало**, канд. с-г наук, викл. Рівненського технічного фахового коледжу Національного університету водного господарства та природокористування

### **ЗАСТОСУВАННЯ ГАЗОВИХ СЕНСОРІВ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ОБ'ЄКТІВ ДОВКІЛЛЯ**

*Сьогодні проблема безпеки продуктів харчування та охорони навколишнього середовища набула важливого значення. Перед людством постала проблема у створенні недорогих доступних у використанні приладів для визначення свіжості молочних, м'ясних продуктів харчування. Серед таких сенсорів (датчиків) можна виділити чутливі плівкові елементи, отримані на основі спряжених полімерів та високоеластичних полімерних матриць полівінілового спирту (ПВС), поліакрилової (ПАК) та поліметакрилової (ПМАК кислот).*

*При взаємодії з полярними газами (аміак, хороводень, сірководень) утворені полімерні плівки таких сенсорів проявляють газохромей ефект, тобто змінюють своє забарвлення відповідно до концентрації цих речовин. Створення такого чутливого елемента на гнучких полімерних плівках дозволить зменшити собівартість сенсорів, зробити їх доступними для споживачів, дасть змогу контролювати свіжість свіжості запакованої продукції тваринного походження, псування якої супроводжується виділенням аміаку, сірководню, а також проводити аналіз об'єктів довкілля.*

**Ключові слова:** сенсор, чутливі плівкові елементи, газохромний ефект, спряжені по ліаміноарени, високоеластичні полімерні матриці.

На сучасному етапі розвитку суспільства, значно зросло техногенне забруднення навколишнього середовища, тому особливо гостро стоїть проблема безпеки життєдіяльності людини. Одним з провідних напрямків прикладних досліджень є розроблення нових ефективних сенсорних речовин

і виготовлення на їх основі доступних, малогабаритних, безпечних для людини сенсорів (детекторів) шкідливих газів та індикаторів свіжості харчових продуктів.

В лабораторній практиці існує багато хімічних та фізико-хімічних методів для визначення вмісту основних токсичних газів в атмосферному повітрі шляхом поглинання їх у рідке середовище або за допомогою сучасних газоаналізаторів. Найбільш сучасними приладами для визначення вмісту сульфур(IV) оксиду – сірчистого газу ( $\text{SO}_2$ ), аміаку, є використання різноманітних приладів, пристроїв, детекторів, сенсорів та ін. [1].

Аналіз сучасного стану проблеми свідчить, що на сьогоднішній день в світі розроблено складні сенсорні системи та окремі датчики для контролю газових середовищ у промисловому виробництві, транспорті, побуті, навколишньому середовищі, контролю свіжості харчової продукції та інших цілей. Для контролю якості харчових продуктів перспективним методом є газова сенсорика [2]. Потреба у розробці газових сенсорів зумовлена необхідністю забезпечення безпеки життєдіяльності людини, екологічного контролю, моніторингу газових середовищ в харчовій промисловості тощо.

Однією з провідних тем дослідження вчених усього світу є розробка найбільш швидких та відносно недорогих, доступних, малогабаритних, безпечних для людини сенсорів методів контролю стану довкілля та якості продуктів харчування. Для реалізації такого контролю необхідно використовувати спеціальні електронні пристрої – сенсори, які містять в своїй конструкції чутливі до дії газів індикаторні речовини [3-5].

Напівпровідникові газові сенсори є найбільш перспективними для визначення складу повітря, оскільки вони чутливі до основних газів, які виділяються в повітря ( $\text{CO}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$  та ін.), мають мінімальні розміри, просту конструкцію, сумісність з електронними приладами для подальшої обробки сигналів [6]. Проте такі сенсори дуже дорогі, мають високі робочі температури сенсорного елемента ( $200\text{--}400^\circ\text{C}$ ), що стримує їх широке використання.

На даний час існує потреба у є простих, візуальних (кольорових), надійних, дешевих і загальнодоступних сенсорах (індикаторах), які не потребують зовнішнього електричного сигналу, і могли б використовуватись в “польових умовах” для визначення вмісту газів у повітрі або рівня рН у водоймах, встановлення свіжості продуктів, на “малих підприємствах” та для індивідуальних користувачів в побуті [7].

Сенсори моніторингу стану довкілля, як і більшість сенсорів, складаються з трьох основних вузлів: вузол відбору проб, матриця чутливих елементів, вузол обробки і розпізнавання. Основним вузлом таких пристроїв є матриця сенсорів (чутливих елементів), причому кожному сенсору такої матриці притаманна чутливість до певного одного газу [8, 9]. Для контролю стану атмосферного повітря застосовують сенсорні середовища, чутливі до конкретного типу газів, які виділяються в повітря в результаті дії, вихлопних газів автомобільного транспорту, промислових підприємств.

В цьому плані перспективними є сенсори на основі спряжених полімерів з власною електронною провідністю інформаційний сигнал яких міг би сприйматись людиною візуально (наприклад, за зміною кольору), які поєднують в собі оптичні і електричні властивості напівпровідників з гнучкістю, термопластичністю і легкістю полімерів [3, 4].

Плівкові композити поліаміноаренів у високоеластичних полімерних матрицях під впливом полярних газів, зокрема аміаку, виявляють газохромний ефект [1] – зміна кольору (або його інтенсивності) при взаємодії сенсорної плівки з молекулами газів. Газохромний ефект у композитних плівках обумовлений процесами дедопування кислотно легованого ПАН молекулами аміаку внаслідок відтягування протона від атома нітрогену з утворенням амонієвого катіона  $\text{NH}_4^+$ . Процес супроводжується перебудовою електронної структури ПАН від провідної емеральдинової солі, яка має яскраво зелене забарвлення, до малопровідної основи інтенсивно синього кольору. При припиненні контакту з аміачним середовищем відбуваються зворотні процеси — розклад нестійкого амонієвого катіона на іон водню і аміак, десорбція аміаку і відновлення властивостей плівки. Проте швидкість десорбції аміаку з композиційних плівок є досить повільною (від 25–30 хвилин до 2-х годин), а при вищих парціальних тисках аміаку (понад 10 кПа) процес стає необоротним.

З цією метою вивчено [1, 10] можливість використання органічних полімерних напівпровідників – поліаніліну (ПАН) та його похідних поліортотолуїдину (ПоТІ) та поліортоанізидину (ПоА) в оптичних сенсорах для візуального контролю свіжості при зберіганні продуктів тваринництва, а також контролю стану об'єктів довкілля.

В результаті руйнування білкових речовини внаслідок перебігу окисно-відновних реакцій спостерігається виділенням низки газів:  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ . Відповідно до хімічного складу продуктів та терміну їх зберігання, а відтак і порушення свіжості продуктів буде змінюватися як склад газу, так і його концентрація [11]. Наявність цих газів, а звідси і порушення свіжості продуктів харчування можна виявити за допомогою оптичних хемосенсорів на основі спряжених полімерів. Тому сенсори щодо визначення якості продуктів тваринництва, які дозволяють контролювати їх свіжість у процесі переробки та зберігання білкових продуктів, переважно ґрунтуються на чутливих до дії аміаку речовинах. Щоб визначити наявність тих чи інших газів в оточуючому середовищі за допомогою чутливих сенсорних плівок, необхідно є наявність певної взаємодії молекул газу з поверхнею сенсорної речовини, яка перебуває у більшості випадків у твердотільному стані і на яку розповсюджуються закономірності фізико-хімічних процесів на межі тверде тіло – газ [1].

При порушенні термінів зберігання, або підозрілій свіжості продуктів, візуально спостерігається зміна забарвлення індикатора. При цьому встановлено, що сенсор реагує на початкові моменти порушення свіжості, поріг його чутливості становить 0,01 кПа. Зміна кольору сенсора є наслідком

впливу газу на електронну структуру спряженого полімеру і, відповідно, оптичного поглинання [7, 10].

Знайдено [1, 10], що за наявності навіть малих кількостей аміаку (1 Па), який утворюється при порушенні свіжості протеїномісних продуктів, колір індикатора різко змінюється – з яскраво-зеленого на синій (у випадку ПАН і ПоТІ) та з зелено-синього до фіолетового у випадку ПоА. Якщо свіжість продукту погіршується, виділення аміаку інтенсифікується і плівка набуває блідо-синього (ПАН, ПоТІ) або бордового кольору (ПоА).

Все це супроводжується візуальними змінами кольору плівок. У початковий момент плівка ПВА-ПАН має інтенсивний зелений колір і зберігає його у відсутності аміаку в повітрі або протягом усього терміну придатності, забезпечуючи свіжість харчового продукту. При наявності невеликих кількостей аміаку (парціальний тиск  $P = 10 - 30$  Па) візуально відбувається зміна кольору індикатора від зеленого до синього.

Використання плівок на основі похідних ПАН, таких як ПоТІ або ПоА, дозволяє значно збільшити набір кольорів. Коли спливає термін придатності і свіжість продукту стає сумнівною, колір індикаторної плівки різко змінюється – від яскраво-зеленого до синього (у випадку ПАН і ПоТІ) або від жовто-зеленого до помаранчевого у випадку ПоА. Якщо свіжість харчового продукту значно погіршується, виділення аміаку інтенсифікується і сенсорна плівка стає блідо-блакитною (ПАН, ПоТІ) або бордовою (ПоА).

Швидкість сенсора датчика на основі полімерних композитів залежить від температури, тиску газу і типу індикаторної речовини, вбудованої в полімерну матрицю, але зазвичай коливається від декількох секунд до декількох хвилин. Швидкість десорбції аміаку з композитних плівок досить повільна (від 25-30 хвилин до 2 годин), а при більш високому парціальному тиску аміаку (більше 10 кПа) процес стає незворотним.

Для практичної реалізації було запропоновано [10, 13] створити гнучкі індикаторні плівки на основі композитів сполучених поліаміноаренів з еластичними полімерними матрицями ПВС, які змінюють свій колір і спектр під дією газів. Запропонований сенсор візуального контролю вмісту аміаку [11, 12] складається з полімерної матриці, всередині якої розподілено індикаторну речовину (поліаміноарен), фіксуючої підставки та захисної сітки. Допускається використання липкої стрічки, за допомогою якої індикатор кріпиться до трубопроводу, чи стінки виробничого приміщення, чи з внутрішнього боку упаковки товару. В початковий момент плівка має інтенсивний зелений колір і зберігає його за відсутності аміаку в повітрі, або впродовж всього терміну зберігання продуктів тваринництва, при умові свіжості харчового продукту. При наявності малих кількостей аміаку (парціальний тиск  $P = 10 - 30$  Па) візуально спостерігається зміна забарвлення індикатора з зеленого на синє. При більших концентраціях аміаку колір плівки значно послаблюється до світло-синього.

Наявність полімерних матриць в гнучких сенсорах не змінює характер їх оптичного поглинання, що забезпечує використання синтезованих композитів для виготовлення газових сенсорів [12, 13].

На основі дослідження впливу концентрації (тиску) аміаку на оптичне поглинання плівок спряжених поліаміноаренів запропоновано чутливий елемент оптичного сенсора, що дає можливість використання композиційних плівок як одноразових сенсорів аміаку, що може знайти застосування в індивідуальних засобах захисту працівників (газопроводи, хімічна промисловість), а також контролю свіжості запакованої продукції тваринного походження, псування якої супроводжується виділенням аміаку. Отримання чутливої речовини на гнучких полімерних носіях дає змогу спростити технологію виготовлення і значно зменшити собівартість сенсорів, зробити їх доступними для кожного споживача. [12, 13].

### Список джерел

1. Аксіментьєва О., Ціж Б., Чохань М. Сенсори контролю газових середовищ у харчовій промисловості та доквіллі: монографія. – Львів: Піраміда, 2017. – 284 с
2. Газовий сенсор на основі гетероструктури поруватий кремній –поліанілін / П.Й.Стахіра, О.І. Аксіментьєва, І.П. Глущик [та інш.] // Восточно-Европейский журнал передових технологий. 2005. №17. С.27-129.
3. Дорожкін Л. М., Розанов И. А. Химические газовые сенсоры в диагностике окружающей среды // Сенсор. – 2001. – № 2. – С. 2 – 9.
4. Кнеллер В. Ю. Интегральные сенсоры концентраций газов // Датчики и системы. – 2002. – № 4. – С. 38 – 52.
5. Таланчук П. М., Голубков С. П., Маслов В. П. Сенсоры в контрольно-измерительной технике. – К.: Техника, 1991. – 175 с.
6. Смит Р. Полупроводники. Пер.с англ. – М.: Мир, 1982. – 588 с.
7. Чохань М. І. Електропровідність гнучких сенсорних плівок на основі композитів поліортогалуїдину з діелектричними полімерними матрицями / М. І. Чохань // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Ґжицького. - 2014. - Т. 16, №2(4). - С. 218-224.
8. Nagle H. T., Schiffman S. and Gutierrez-Osna R. The How and Why of electronic noses // IEEE Spectrum, September 1998. – P. 22 – 33.
9. Романов В. Электронный нос: элементная база и принципы построения // ЭКис. -Киев:VD MAIS. – 2002. – № 10. – С. 3 –4.
10. Патент на корисну модель № 65401, Україна, МПК G01N 33/02; G11B 11/00. Сенсор візуального контролю вмісту аміаку / Аксіментьєва О. І., Ціж Б. Р., Чохань М. І., Свчук О. М. – Заявл. 11.04.2011; Оп.12.12.2011, Бюл.№ 23.
11. Власенко В. В., Кравців Р. Й., Хоменко В. І., Ковбасенко В. М., Касьянчук В. В., Безсмертний В. М., Микитюк П. В. Ветеринарно-санітарна експертиза сировини та продуктів тваринного походження. – Вінниця: Вінoblдрукарня. – 1999. – С. 193 – 202.
12. Аксіментьєва О. І., Конопельник О. І., Ціж Б. Р. та ін. Гнучкі елементи оптичних сенсорів на основі спряжених полімерних систем // Сенсорна електроніка та мікросистемні технології. – 2011. – Т.2(8). – № 2. – С. 34 – 39.
13. Патент 26256, Україна, МПК 7G01N 33/02; G11B 11/00. Індикатор свіжості продуктів тваринництва / Чохань М.І., Ціж Б.Р., Аксіментьєва О.І., Польовий Д.О. Заявл. 10.05.2007; опубл. 10.09.2007р., Бюл. № 14.

## ЗМІСТ

Лико Д.В. Двадцять років кафедри екології, географії та туризму Рівненського державного гуманітарного університету: наукові напрями розвитку, здобутки, перспективи.....	3
<b>АКТУАЛЬНІ РЕГІОНАЛЬНІ ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ...</b>	<b>10</b>
Льбін Л.В., Льбіна О.В., Фесюк В.О., Мороз І.А. Геоекологічний стан й антропогенні зміни озер Волинської області.....	10
Клименко М.О., Прищепа А.М. Соціо-економіко-екологічний стан агросфери зони впливу урбосистеми.....	16
Мельничук В.Г., Криницька М.В., Мельничук Г.В. Методологія прогнозування та оцінки територій на виявлення покладів бурштину: геолого-географічні аспекти.....	22
Міронова Н.Г., Єфремова О.О. Геоекологічні особливості Кудрянського екокоридору екологічної мережі міста Хмельницького.....	27
Мудрак О.В., Андрусак Д.В. Еколого-правова оцінка водокористування сільських громад в країнах ЄС та Україні.....	31
Счастливая И.И. Антропогенная трансформация ландшафтов Белорусского Полесья.....	35
Хоиньски А., Кирвель И., Птак М., Кирвель П. Изменение температуры воды в реке Одра (станция Видухова) в 1961-2014 годах, как результат климатических изменений.....	41
Šeiriėnė V., Gasteviėienė N., Stanėikaitė M., Gedminienė L. The record of postglacial environmental changes of the lake sediment section, North Lithuania.....	47
Шелест Т.А., Полюхович А.Н., ООПТ международного значения Припятского Полесья: основные направления охраны.....	55
<b>СЕКЦІЙНІ ДОПОВІДІ.....</b>	<b>61</b>
Аксiмeнтeвca O.I., Mapтiнюк Г.В., Гaкaлo O.I. Застосування газових сенсорів для моніторингу якості харчових продуктів та об'єктів довкілля.....	61
Бiлeцькa Г.А., Сaбaдaш В.М. Стратегічні цілі забезпечення сталого розвитку Красилівського району Хмельницької області.....	66
Гoпчaк І.В., Бaсюк Т.О., Кaлькo A.Д., Яpoмeнкo O.В., Oцiнкa антропогенного навантаження на басейн річки Вілія.....	71



<b>Дмітрієвцева Н.В., Веремчук О.С., Міщеня О.Ф.</b> Динаміка забруднення рухомими формами важких металів ґрунтів моніторингових ділянок зони Полісся Рівненської області.....	74
<b>Дячук А.О., Цимбалюк О.І.</b> Пріоритетні напрямки сталого розвитку Ізяславського району Хмельницької області.....	79
<b>Залеський І.І., Майборода Х.А.</b> Деградація меліорованих земель Рівненщини.....	83
<b>Льбіна О.В., Пасічник М.П.</b> Класифікація й перспективи господарського використання озерного сапропелю (на прикладі Волинської області).....	87
<b>Казімірова Л.П., Дзвоневський А.А., Дзьобан Д.С.</b> Гідрологічні заказники Хмельницької області.....	91
<b>Казімірова Л.П., Романова М.В.</b> Миньковецький дендропарк як складова природно-заповідного фонду Дунаєвського району Хмельницької області.....	96
<b>Коротун С.І., Романів А.С.</b> Геоінформаційні системи в екологічному туризмі.....	99
<b>Костолович М.І., Войтович О.П., Ойцюсь Л.В.</b> Практична підготовка майбутніх екологів як невід’ємна складова формування їхніх професійних компетентностей.....	103
<b>Крупко Г.Д.</b> Агрохімічна характеристика дерново-підзолистих ґрунтів Полісся Рівненської області за різного способу їх використання.....	108
<b>Лапінський А.В., Кринець Г.В.</b> Гранульоване добриво-меліорант з відходів водоочищення Рівненської атомної електростанції.....	114
<b>Лисиця А.В.</b> Перспективи використання електроактивованих водних розчинів в агровиробництві.....	121
<b>Логвиненко І.П.</b> Біологічні принципи збереження біорізноманіття.....	125
<b>Магдійчук А.П., Мудрак О.В.</b> Екологічні проблеми рекультивації піщаних кар’єрів на території Поділля.....	128
<b>Мартинюк В.О., Андрійчук С.В., Зубкович І.В.</b> Кадастрово-ландшафтна модель оз. Річицьке (Волинське Полісся).....	132
<b>Матеюк О.П., Михайлов А.В.</b> Аспекти впливу галузі зберігання та переробки продуктів рослинництва на довкілля на прикладі товариства з додатковою відповідальністю «Городоцьке».....	138
<b>Мельничук В.Г., Криницька М.В., Мельничук Г.В.</b> Негативні наслідки незаконного видобутку бурштину на Поліссі як предмет конструктивно-географічних досліджень.....	143

<b>Портухай О.І., Савчук С.Ю.</b> Перспективи формування зернового кластеру на території Західно-Поліського регіону.....	<b>148</b>
<b>Разанова А.М.</b> Накопичення Рb у листовій масі та насінні розторопші плямистої вирощеної в умовах сучасних сівозмін.....	<b>153</b>
<b>Струк М.И., Живнач С.Г.</b> Оценка эрозионной опасности ландшафтов пригородной территории Минска.....	<b>157</b>
<b>Суходольська І.Л., Басараба І.В., Батьковець Я.І.</b> Роль вищої водної рослинності у формуванні екологічного стану гідроекосистем.....	<b>160</b>
<b>Фурман В.М., Солодка Т.М., Олійник О.О., Люсак А.В.</b> Моніторинг гумусового стану ґрунтів Сарненського району Рівненської області.....	<b>164</b>
<b>Хижняк О.О.</b> Картопля як індикатор забрудненості ґрунтів України токсичними речовинами.....	<b>167</b>
<b>Шевченко С.М., Колісніченко В.В.</b> Вплив любительського рибальства на іхтіофауну екосистеми Ладижинського водосховища.....	<b>170</b>
<b>Шевченко С.М., Паламарчук А.В.</b> Синантропна рослинність скельних садів міста Хмельницького.....	<b>174</b>

Наукове видання

**РЕГІОНАЛЬНІ  
ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ  
В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

Збірник наукових праць

**Четверта міжнародна  
науково-практична конференція  
(Рівне, 22–24 жовтня 2020 р.)**

Відповідальний за випуск: Д.В. Лико  
Комп'ютерне верстання: В.О. Мартинюк

Здано до друку 29.09.2020 р. Підписано до друку 29.09.2020 р.  
Формат 60×84 1/16. Друк цифровий.  
Ум. друк. арк. **10,46**  
Обл. вид. арк. **14,26**  
Наклад **50** прим.

Видавець Зень О.М.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
Серія №26 від 06 квітня 2004 р.  
Вул. Князя Романа, 9/24, м. Рівне, 33022  
0362-24-45-09, 068-025-067-4;  
[olegzen@ukr.net](mailto:olegzen@ukr.net)

Віддруковано VPM «Поліграф»  
33000, м. Рівне, вул. Буковинська, 3  
0362-64-21-32