

ISSN 2414-5955 (Print)  
ISSN 2522-4417 (Online)

**Editor-in-Chief**  
**Myroslav Malovanyy**

# Environmental Problems

## Екологічні проблеми

**Volume 9 • Number 4**



LITTERIS ET ARTIBVS  
2 0 2 4

### Founders

Lviv Polytechnic  
National University

Kremenchuk Mykhailo Ostohradskyi  
National University

Vinnitsia National  
Technical University

Odessa State  
Environmental University

Ivano-Frankivsk National Technical  
University of Oil and Gas

Kyiv National University of  
Construction and Architecture



# Environmental Problems

Volume 9 • Number 4

2 0 2 4

## Editorial Board

*Editor-in-Chief:*

Prof. **Myroslav Malovanyy**, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

*Deputy Editor-in-Chief:*

Prof. **Oleksandr Moroz**, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

*Executive secretary:*

Assoc. Prof. **Kateryna Petrushka**, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Prof. **Yaroslav Adamenko**, Ukraine

Prof. **Gilbert Ahamer**, Austria

Prof. **Markus Ahnert**, Germany

Prof. **Inga Bochoidze**, Georgia

Prof. **Gintaras Denafas**, Lithuania

Prof. **Bogdan Dlugogorski**, Australia

Prof. **Maria Gonta**, Moldavia

Prof. **Krzysztof Józwiakowski**, Poland

Prof. **Olga Kordas**, Sweden

Prof. **Beata Kowalska**, Poland

Prof. **Dariusz Kowalski**, Poland

Prof. **Hristo Krachunov**, Bulgaria

Prof. **Galina Krusir**, Ukraine

Prof. **Heinz Leuenberger**, Switzerland

Prof. **Oleh Mandryk**, Ukraine

Prof. **Jun-ichi Matsushita**, Japan

Prof. **Oleg Nagursky**, Ukraine

Prof. **Volodymyr Nykyforov**, Ukraine

Prof. **Tri Nguyen-Quang**, Canada

Prof. **Vasyl Petruk**, Ukraine

Prof. **Ihor Petrushka**, Ukraine

Prof. **Roman Petrus**, Poland

Prof. **Elzbieta Plaza**, Sweden

Prof. **Tamerlan Safranov**, Ukraine

Prof. **Sergiy Stepanenko**, Ukraine

Prof. **Volodymyr Shmandij**, Ukraine

Prof. **Tsitsino Turkadze**, Georgia

Prof. **Olena Voloshkina**, Ukraine

Prof. **Jolanta Warchoł**, Poland

### Founders

Lviv Polytechnic National University  
Odessa State Environmental University  
Kremenchuk Mykhailo Ostohradskyi National University  
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas  
Vinnytsia National Technical University  
Kyiv National University of Construction and Architecture

### Address for contacts:

Lviv Polytechnic National University  
12, S. Bandery str., Lviv, 79013, Ukraine  
e-mail: eplvivjournal@gmail.com. Web-site: <http://science.lpnu.ua/ep>

### Lviv Polytechnic

#### Publishing House

4, F. Kolessy str., Lviv, 79013, Ukraine  
Tel.: +38 032 258 4100  
vlp@vlp.com.ua; <http://vlp.com.ua>

### Printing Center of Lviv Polytechnic

#### Publishing House

4, F. Kolessy str., Lviv, 79013, Ukraine  
Tel.: +38 032 258 4100

© Lviv Polytechnic National University, 2024



Науковий журнал

«Екологічні проблеми»

№ 4 (34) - 2024

Виходить чотири рази на рік з 2016 року.

### Засновники

Національний університет «Львівська політехніка»  
Одеський державний екологічний університет  
Кременчуцький національний університет  
імені Михайла Остроградського  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
Вінницький національний технічний університет  
Київський національний університет будівництва і архітектури

### Контактна адреса:

Національний університет «Львівська політехніка»  
вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна  
e-mail: eplvivjournal@gmail.com. Сайт: <http://science.lpnu.ua/ep>

Мова видання англійська

<https://doi.org/10.23939/ep2024.04>

Журналу присвоєно індекс DOI <https://doi.org/10.23939/ep>

Свідоцтво про державну реєстрацію  
друкованого засобу масової інформації Серія KB № 22284-12184P

Ідентифікатор у Реєстрі суб'єктів у сфері медіа Національної ради України  
з питань телебачення і радіомовлення R30-01842  
(Рішення Нацради № 1335 від 09.11.2023 р.)

Журнал входить до переліку фахових видань України (категорія Б)  
(наказ МОН України від 17.03.2020 р. № 409)

Рекомендувала Вчена рада  
Національного університету «Львівська політехніка»  
(протокол № 9 від 27.02.2024 р.)

ISSN 2414-5955 (Print)

ISSN 2522-4417 (Online)

© Національний університет «Львівська політехніка», 2024

Редактор Олександра Савула  
Комп'ютерне верстання Лілії Саламін

Видавництво Львівської політехніки  
вул. Ф. Колесси, 4, Львів, 79013

Реєстраційне свідоцтво серії ДК № 4459 від 27.12.2012 р.

Формат 60x84 1/8. Друк на різнографі. Умовн. друк. арк. \_\_\_\_\_. Наклад 50 прим. Зам. № 241289

Дата виходу у світ \_\_\_\_ 2024 р.