

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

Editor-in-Chief  
Myroslav Malovanyy

# Environmental Problems

## Екологічні проблеми

Volume 8 • Number 3



LITTERIS ET ARTIBVS  
2 0 2 3

### Founders

Lviv Polytechnic  
National University

Kremenchuk Mykhailo Ostohradskyi  
National University

Vinnytsia National  
Technical University

Odessa State  
Environmental University

Ivano-Frankivsk National Technical  
University of Oil and Gas

Kyiv National University of  
Construction and Architecture

ISSN 2414-5955



9 772414 595007



03 >

# Environmental Problems

Volume 8 • Number 3

2 0 2 3

## Editorial Board

*Editor-in-Chief:*

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

*Deputy Editor-in-Chief:*

Prof. **Ihor Petrushka**, 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. **Oleksandr Moroz**, Ukraine

Prof. **Oleg Nagursky**, Ukraine

Prof. **Volodymyr Nykyforov**, Ukraine

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

Prof. **Vasyl Petruk**, 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 Warchol**, 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. Kolesy 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. Kolesy Str., Lviv, 79013, Ukraine  
Tel.: +38 032 258 4100

© Lviv Polytechnic National University, 2023



Науковий журнал  
«Екологічні проблеми»  
№ 3 (29) • 2023

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/ep2023.03>

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

Свідоцтво про державну реєстрацію  
друкованого засобу масової інформації Серія КВ № 22284-12184Р

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 № 91 від 28.02.2023 р.)

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

© Національний університет «Львівська політехніка», 2023

Редактор Оксана Чернигевич  
Комп'ютерне верстання Марти Гарасимів

Видавництво Львівської політехніки  
вул. Ф. Колесси, 4, Львів, 79013  
Реєстраційне свідоцтво серії ДК № 4459 від 27.12.2012 р.  
Формат 60x84/8. Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 7,9. Наклад 100 прим. Зам. № 230947