

ISSN 2414-5955

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

# **Environmental Problems**

## **Екологічні проблеми**

**Volume 4 • Number 4**



LITTERIS ET ARTIBUS  
2 0 1 9

### **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



# Environmental Problems

Volume 4 • Number 4

2 0 1 9

## Editorial Board

*Editor-in-Chief:*

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

*Deputy editor:*

Prof. **Igor Petrushka**, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

*Responsible secretary:*

Dr. **Kateryna Petrushka**, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Prof. **Jaroslav Adamenko**, Ukraine

Prof. **Davit Baratashvili**, Georgia

Prof. **Elzbieta Bezak-Mazur**, Poland

Prof. **Gintaras Denafas**, Lithuania

Prof. **Inga Bochoidze**, Georgia

Prof. **Tsitsino Turkadze**, Georgia

Prof. **Bogdan Dlugogorski**, Australia

Prof. **Maria Gonta**, Moldavia

Prof. **Olga Kordas**, Sweden

Prof. **Hristo Krachunov**, Bulgaria

Prof. **Oleh Mandryk**, Ukraine

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

Prof. **Oleksandr Moroz**, Ukraine

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

Prof. **Volodymyr Nykyforov**, Ukraine

Prof. **Vasyl Petruk**, Ukraine

Prof. **Roman Petrus**, Poland

Prof. **Elzbieta Plaza**, Sweden

Prof. **Galina Krusir**, Ukraine

Prof. **Tamerlan Safranov**, Ukraine

Prof. **Sergij Stepanenko**, Ukraine

Prof. **Volodymyr Shmandij**, Ukraine

Prof. **Olena Voloshkina**, Ukraine

Prof. **Jolanta Warchol**, Poland

Prof. **Beata Kowalska**, Poland

Prof. **Dariusz Kowalski**, Poland

Prof. **Heinz Leuenberger**, Switzerland

### Founders

Lviv Polytechnic National University  
Odessa State Environmental University  
Kremenchuk Mykhailo Ostohradskyi National University  
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas  
Vinnitsia 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: eplviv.journal@gmail.com. Web-site: <http://science.lpnu.ua/ep>

### Lviv Polytechnic Publishing House

4, F. Kolessy Str., Lviv, 79013, Ukraine  
Tel.: +38 032 258 2242  
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 2242

© Lviv Polytechnic National University, 2019



Науковий журнал  
"Екологічні проблеми"  
№ 4 (14) - 2019

Виходить чотири рази на рік з 2016 року.

<https://doi.org/10.23939/ep2019.04>

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

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

Журнал входить до переліку фахових видань України  
(наказ МОН України від 11.07.2017 р. № 996)

### 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: eplviv.journal@gmail.com. Сайт: <http://science.lpnu.ua/ep>

Мова видання англійська.

Рекомендувала Вчена рада  
Національного університету "Львівська політехніка"  
(протокол № 52 від 26.02.2019 р.)

© Національний університет "Львівська політехніка", 2019



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

Надруковано у поліграфічному центрі Видавництва 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. 7,4. Наклад 100 прим. Зам. № 191894.