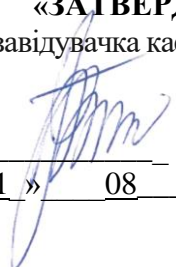


Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»



Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

**«ЗАТВЕРДЖЕНО»**  
завідувачка кафедри ЕТЗНС

  
Борисовська О.О.  
« 31 » 08 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«Біотехнології в гірництві»**

Галузі знань .....	10 Природничі науки 18 Виробництво та технології
Спеціальності .....	101 Екологія 183 Технології захисту навколишнього середовища
Рівень вищої освіти .....	другий (магістерський)
Ступінь .....	магістр
Освітньо-професійні програми	«Екологія» «Технології захисту навколишнього середовища» «Ресурсозбереження у гірничо-металургійному комплексі»
Спеціалізація .....	-
Статус .....	вибіркова
Загальний обсяг .....	4 кредити ЄКТС (120 годин)
Форма підсумкового контролю	диференційний залік
Термін викладання .....	2-й семестр
Мова викладання .....	українська

Викладачі: доц. Клімкіна Ірина Іванівна

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_»\_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_»\_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Біотехнології в гірництві» для магістрів освітньо-професійної програми «Технології захисту навколишнього середовища» спеціальності 101 «Екологія» / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», каф. екології та технологій захисту навколишнього середовища – Д.: НТУ «ДП», 2023. – 12 с.

Розробник:

- Клімкіна Ірина Іванівна – доцент, кандидат біологічних наук

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Погоджено рішеннями науково-методичних комісій спеціальностей 101 «Екологія» (№6 від 31.08.23 р.) та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» (№9 від 31.08.23 р.).

## ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ .....	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ .....	4
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ .....	6
6.1 Шкали .....	6
6.2 Засоби та процедури.....	7
6.3 Критерії.....	8
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....	10
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	10

## 1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета дисципліни** – формування у майбутніх фахівців (магістрів) умінь та компетенцій для ефективного використання інноваційних екологічно безпечних біотехнологічних методів із забезпеченням раціонального управління процесами видобування металів із первинних поліметалевих руд та вторинних відходів і практичного їх втілення у гірничо-металургійній галузі національної економіки.

## 2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
шифр ДРН	зміст
ДРН1	Визначати альтернативні біотехнологічні методи переробки вторинної металевої сировини, методи індикації та знешкодження забруднень води, повітря, ґрунту.
ДРН2	Використовувати базові знання при проведенні біогеотехнологічних досліджень з метою застосування їх у виробничих умовах.
ДРН3	Визначати та аналізувати хімічні особливості біогеотехнологічних процесів добування металів із руд та їх відходів.
ДРН4	На підставі складових компонентів вихідної сировини визначати загальні закономірності протікання біогеотехнологічних процесів та основні принципи перебігу хімічних реакцій при біологічній переробці металевих відходів та мінеральної сировини.
ДРН5	Аналізувати екологічну безпеку біохімічних перетворень при отриманні металів із мінеральної сировини.

## 3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Базовими дисциплінами є дисципліни які вивчалися студентами на освітньому рівні бакалавр, що формують компетентності щодо здатності до ініціативності, відповідальності та навичок до безпечної діяльності відповідно до майбутнього профілю роботи.

## 4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години					
		денна		вечірня		заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	80	10	70	-	-	8	72
практичні	-	-	-	-	-	-	-
практичні	40	20	20	-	-	4	36
семінари	-	-	-	-	-	-	-
РАЗОМ	120	30	90	-	-	12	108

## 5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	<b>ЛЕКЦІЇ</b>	<b>80</b>
ДРН2 ДНР3	<b>1. Предмет «Біотехнології в гірництві». Завдання та перспективи розвитку</b> Поняття та визначення науки «Біотехнології в гірництві». Види (джерела) мінеральної сировини гірничо-металургійної галузі. Характеристика вторинної мінеральної сировини. Історичний огляд становлення та перспективи розвитку Біотехнології добування металів в світі та в Україні.	<b>6</b>
ДНР2 ДРН4	<b>2. Мікробіологічні особливості добування металів із мінеральної сировини</b> Характеристика груп бактерій, які беруть участь у вилуговуванні металів із мінеральної сировини. Технологічні умови бактеріальної активності процесу розчинення металів. Біохімічні можливості модифікованих форм бактерій. Технічні переваги використання бактеріального вилуговування. Перспективи використання удосконалених форм бактерій.	<b>10</b>
ДРН2, ДРН3, ДРН4	<b>3. Хімічні принципи бактеріального вилуговування металів із мінеральної сировини</b> Хімізм прямого та непрямого бактеріального окиснення різних металів мінеральної сировини. Практичне використання та переваги бактеріальної трансформації металів з сульфідних мінералів. Використання хімічних методів добування металів із мінеральної сировини в Україні.	<b>14</b>
ДРН2, ДРН3, ДРН4	<b>4. Альтернативні методи вилуговування металів із вторинної мінеральної сировини</b> Метод купчастого вилуговування металів. Метод чанового вилуговування металів. Метод біосорбції металів із розчинів. Екологічні переваги використання біометалургійних технологій.	<b>14</b>
ДРН1 ДНР5	<b>5. Методи біотестування металів в мінеральній сировині</b> Використання мікроорганізмів та рослин для визначення металів у мінеральній сировині. Аналіз вмісту металічних елементів у тест-об'єктах.	<b>12</b>
ДРН1, ДРН2, ДРН3, ДРН4, ДРН5	<b>6. Біогірництво у відновленні металів з промислових відходів</b> Біотехнології в гірничій справі: кращі світові практики. Технології отримання цільового металу за рахунок мікробіологічного вилуговування.	<b>12</b>
ДРН1, ДРН2, ДРН3, ДРН4	<b>7. Фітотехнології у гірництві</b> Фіторемедіація: технології та процеси. Фітоекстракція. Фітостабілізація. Біодоступність хімічних елементів. Процеси ризосфери. Фітоімобілізація хімічних елементів. Біocrust. Мікроструктура мікробіотичної плівки. Біотехнології використання біоплівки для стабілізації поверхні ґрунту та її захисту від вітрової ерозії.	<b>12</b>
	<b>ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ</b>	<b>40</b>
ДРН1, ДРН2,	1. Види відходів гірничо-металургійної промисловості України, які є джерелом цінних металів.	<b>6</b>

<b>Шифри ДРН</b>	<b>Види та тематика навчальних занять</b>	<b>Обсяг складових, години</b>
ДРН3, ДНР4, ДРН5, ДРН6	2. Групи мікроорганізмів, які беруть участь у вилугованні металів із мінеральної сировини.	<b>6</b>
	3. Технологічні методи бактеріального вилуговання металів із вторинної мінеральної сировини.	<b>8</b>
	4. Методи біотестування металів в мінеральній сировині.	<b>6</b>
	5. Розрахункова робота з визначення вмісту у ґрунтах нітратів, амонію та фосфатів за даними спектрофотометрії, а також концентрацій мікроелементів у зразках ґрунтів та рослин за даними ICP-MS аналізу.	<b>8</b>
<b>РАЗОМ</b>		<b>120</b>

## **6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

Сертифікація досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

### **6.1 Шкали**

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та конвертаційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок здобувачів вищої освіти різних закладів.

#### **Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»**

<b>Рейтингова</b>	<b>Конвертаційна</b>
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховується, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

### **6.2 Засоби та процедури**

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності студента за вимогами НРК до 7-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Студент під час контрольних заходів має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються студентам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

### *Засоби діагностики та процедури оцінювання*

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	Процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів; виконання ККР під час заліку за бажанням студента
Практичні	перевірка та захист	виконання практичних робіт		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання практичних робіт.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком дескрипторам, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі студента шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожного дескриптора НРК.

### **6.3 Критерії**

Реальні результати навчання студента ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії студента для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерію використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де  $a$  – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення;  $m$  – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для магістерського рівня вищої освіти (подано нижче).

**Загальні критерії досягнення результатів навчання  
для 7-го кваліфікаційного рівня за НРК**

**Інтегральна компетентність** – здатність розв’язувати складні задачі і проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
<b>Знання</b>		
– спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: <ul style="list-style-type: none"> <li>– спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень;</li> <li>– критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей</li> </ul>	95-100
	Відповідь містить не грубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об’єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
Рівень знань незадовільний	<60	
<b>Уміння/навички</b>		
– спеціалізовані уміння/навички розв’язання проблем, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур; – здатність інтегрувати знання та розв’язувати складні задачі у широких або	Відповідь характеризує уміння: <ul style="list-style-type: none"> <li>– виявляти проблеми;</li> <li>– формулювати гіпотези;</li> <li>– розв’язувати проблеми;</li> <li>– оновлювати знання;</li> <li>– інтегрувати знання;</li> <li>– провадити інноваційну діяльність;</li> <li>– провадити наукову діяльність</li> </ul>	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні	80-84



Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
<p>мультидисциплінарних контекстах;</p> <p>– здатність розв’язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності</p>	неточності при реалізації двох вимог	
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь/навичок незадовільний	<60
<b>Комунікація</b>		
<p>– зрозуміле і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються</p>	<p>Зрозумілість відповіді (доповіді).</p> <p><i>Мова:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– правильна;</li> <li>– чиста;</li> <li>– ясна;</li> <li>– точна;</li> <li>– логічна;</li> <li>– виразна;</li> <li>– лаконічна.</li> </ul> <p><i>Комунікаційна стратегія:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– послідовний і несуперечливий розвиток думки;</li> <li>– наявність логічних власних суджень;</li> <li>– доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням;</li> <li>– правильна структура відповіді (доповіді);</li> <li>– правильність відповідей на запитання;</li> <li>– доречна техніка відповідей на запитання;</li> <li>– здатність робити висновки та формулювати пропозиції;</li> <li>– використання іноземних мов у професійній діяльності</li> </ul>	95-100
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п’ять вимог)	74-79

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
<b><i>Відповідальність і автономія</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– управління робочими або навчальними процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів;</li> <li>– відповідальність за внесок до професійних знань і практики та/або оцінювання результатів діяльності команд та колективів;</li> <li>– здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії</li> </ul>	<p>Відмінне володіння компетенціями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– використання принципів та методів організації діяльності команди;</li> <li>– ефективний розподіл повноважень в структурі команди;</li> <li>– підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини);</li> <li>– стресовитривалість;</li> <li>– саморегуляція;</li> <li>– трудова активність в екстремальних ситуаціях;</li> <li>– високий рівень особистого ставлення до справи;</li> <li>– володіння всіма видами навчальної діяльності;</li> <li>– належний рівень фундаментальних знань;</li> <li>– належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок</li> </ul>	95-100
	Упевнене володіння компетенціями відповідальності і автономії з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

## 7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Використовуються лабораторна й інструментальна бази випускової кафедри, а також комп'ютерне та мультимедійне обладнання, дистанційна платформа Moodle.

## 8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### Базові

1. A. Schippers et. al. *Geobiotecnology I: Metal-related Issues (Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology)*. – Springer, 2014. – 241 p.
2. *Microbial processing of Metal Sulfides* / Edgardo R. Donati, Wolfgang Sand / Springer, 314 p., 2010.
3. *Brock: Biology of Microorganisms, Global Edition*. – Addison-Wesley Longman, Amsterdam, 2014. – 1032 pp.
4. *Trace elements in abiotic and biotic Environments* / Alina Kabata-Pendias, Barbara Szteke / CRC Press (Taylor & Francis Group), 440 p., 2015.
5. *Campbell biology* / Jane B. Reece, Lisa A. Urry, Michael L. Cain / Pearson Education Inc. – tenth edition, 1279 p., 2014.
6. *Mineral nutrition of higher plants* / Petra Marschner / Elsevier. – third edition, 651 p., 2012.
7. Bettina Weber, Jayne Belnap, Burkhard Büdel, Anita J. Antoninka, Nichole N. Barger, V. Bala Chaudhary, Anthony Darrouzet-Nardi, David J. Eldridge, Akasha M. Faist, Scott Ferrenberg, Caroline A. Havrilla, Elisabeth Huber-Sannwald, Oumarou Malam Issa, Fernando T. Maestre, Sasha C. Reed<sup>3</sup>, Emilio Rodriguez-Caballero, Colin Tucker, Kristina E. Young, Yuanming Zhang, Yunge Zhao, Xiaobing Zhou and Matthew A. Bowker (2022). What is a biocrust? A refined, contemporary definition for a broadening research Community. *Biol. Rev.* (2022), 97, pp. 1768–1785. doi: 10.1111/brv.12862
8. Lopez-Rodriguez, M. D., Chamizo, S., Canton, Y. & Rodriguez-Caballero, E. (2020). Identifying social-ecological gaps to promote biocrust conservation action. *Web Ecology* 20, 117–132.

### Додаткові

1. S. Krasovskyi, O. Kovrov, I. Klimkina, O. Wiche. Impact of substrate acidification on the plant availability of some trace elements in a coal waste material. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*. 2022. 17(1):171-178. <https://doi.org/10.26471/cjees/2022/017/211>
2. Красовський С.А., Ковров О.С., Клімкіна І.І. Аналіз на вміст рідкоземельних елементів відвалу вуглевидобування ДТЕК ШУ «Героїв Космосу» з подальшою перспективою біовилуговування. *Науково-технічний журнал «Техногенно-екологічна безпека»*, 11(1/2022), 18-22.
3. S. Krasovskyi, O. Kovrov, I. Klimkina. Фіторе mediaція вугільних відвалів Західного Донбасу. *Зб. наук. праць НГУ*. – 2021.– №65. – С.170–178. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/65.170>

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«Біотехнології в гірництві»**

для магістрів  
спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього  
середовища»

Розробник:  
Ірина Іванівна Клімкіна

В редакційній обробці автору

Підготовлено до виходу в світ  
у Національному технічному університеті  
«Дніпровська політехніка».  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842  
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19