

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БІОЛОГІЧНИЙ
КАФЕДРА ЗАГАЛЬНОЇ ТА ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ І ЗООЛОГІЇ



Л.О. Омелянчик

2023 р.

**БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РАЦІОНАЛЬНОГО
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалаврів

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності 101 Екологія

Освітньо-професійна програма Екологія, охорона навколишнього середовища та
збалансоване природокористування

Укладач: Домбровський К.О., к.б.н., доцент, доцент кафедри загальної та прикладної екології
і зоології

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри загальної та
прикладної екології і зоології

Ухвалено науково-методичною радою
біологічного факультету

Протокол № 1 від «28» серпня 2023 р.
Завідувач кафедри загальної та прикладної
екології і зоології

Протокол № 1 від «1» 09 2023 р.
Голова науково-методичної ради
біологічного факультету

(підпис)

О.Ф. Рильський

(підпис)

І.М. Пригула

Погоджено

Гарант освітньої програми

К.О. Домбровський

2023 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
Галузь знань 10 Природничі науки	Кількість кредитів – 4	Обов'язкова дисципліна	
		Цикл професійної підготовки освітньої програми	
	Загальна кількість годин – 120 год.	Семестр:	
		6-й	6-й
Спеціальність 101 Екологія	Змістових модулів – 6	Лекції:	
		28 год.	–
		Лабораторні:	
		14 год.	–
		Самостійна робота:	
		78 год.	–
Освітня програма Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування			
Рівень вищої освіти: бакалаврський	Кількість поточних контрольних заходів – 13	Вид підсумкового семестрового контролю: екзамен	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Біотехнологічні аспекти раціонального природокористування» є надання здобувачам вищої освіти знань про наукові основи і технологію біотехнологічних процесів, що відбуваються за допомогою промислових мікроорганізмів, а також усвідомлення перспектив їх застосування для раціонального використання природних ресурсів; виробити компетентності, що формують здатність вирішувати екологічні проблеми навколишнього природного середовища з використанням новітніх біотехнологій.

Основними завданнями навчальної дисципліни «Біотехнологічні аспекти раціонального природокористування» є: оволодіти на практиці методами культивування і зберігання промислових культур-продуцентів; набути навички користуватися вивченими технологічними схемами при виборі необхідних біотехнологій на практиці; набути умінь обирати найраціональніші способи біологічної очистки стічних вод, ґрунту, повітря для розв'язання завдань екологічного спрямування; демонструвати здатність оцінювати непередбачувані екологічні проблеми і обдуманого вибору шляхів їх вирішення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:
знати основні етапи становлення промислової біотехнології; галузі застосовування промислової біотехнології; наукові основи промислової біотехнології; загальну характеристику мікроорганізмів-продуцентів, методи їх виділення, селекції, культивування та зберігання; основні етапи біотехнологічного виробництва; методи переробки органічної і мінеральної сировини; біотехнології отримання біогазу, паливного етанолу, біогеотехнології металів; біологічні методи очищення стічних вод і утилізації твердих побутових відходів; біотехнологічні альтернативи у сільському господарстві.

вміти усвідомлювати і застосовувати теоретичні основи біотехнологічних процесів для вирішення сучасних екологічних проблем і охорони довкілля; орієнтуватися в сучасних методах і технологіях переробки органічної і мінеральної сировини, утилізації твердих побутових відходів; використовувати надбані знання для визначення методів біологічної очистки навколишнього середовища з використанням біотехнологічних процесів; використовувати наукові основи промислової біотехнології для виробництва біогазу та альтернативного палива; користуватися вивченими схемами при виборі необхідних біотехнологій на практиці; обирати найраціональніші способи біологічної очистки стічних вод для розв'язання завдань екологічного спрямування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи, що забезпечують досягнення результатів навчання та компетентностей
ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми у сфері екології, охорони довкілля і збалансованого природокористування, або в процесі навчання, що передбачає застосування основних теорій та методів наук про довкілля, та характеризуються комплексністю і невизначеністю умов. К 01. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності. К 14. Знання та розуміння теоретичних основ екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування. К 18. Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю. К 22. Здатність до участі в розробці системи управління та поводження з відходами виробництва та споживання. К 23. Здатність до використання сучасних інформаційних ресурсів для екологічних досліджень. ПР 01. Демонструвати розуміння основних принципів управління природоохоронними діями та/або екологічними проектами. ПР 11. Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище. ПР 12. Брати участь у розробці та реалізації проектів, направлених на оптимальне управління та поводження з виробничими та муніципальними відходами. ПР 15. Уміти пояснювати соціальні, економічні та політичні наслідки впровадження екологічних проектів. ПР 22. Брати участь у розробці проектів і практичних рекомендацій щодо збереження довкілля.	Методи навчання: Пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний). Лекції, бесіди, спостереження, пояснення. Дослідницький. Лекції, есе, доповіді, лабораторні роботи, індивідуальна дослідницька робота. Репродуктивний. Проблемний. Метод моделювання. Лекції, спостереження, лабораторна робота, індивідуальна дослідницька робота. Проблемний. Пошуковий. Лекції, спостереження, лабораторна робота, індивідуальна дослідницька робота. Контрольні заходи: <i>Поточний контроль:</i> Лабораторні роботи, Усне опитування і обговорення наукової і професійної літератури за тематикою заняття у галузі екології, Письмова контрольна робота, Проходження тестів в системі Moodle. <i>Підсумкові контрольні заходи:</i> Відповідь на екзамені, Захист індивідуального завдання.

ПР 23. Демонструвати навички впровадження природоохоронних заходів та проектів. ПР 26. Уміти виявляти основні чинники, тенденції, наслідки, перспективи урбанізації та знати принципи роботи міських систем.	
--	--

Міждисциплінарні зв'язки: навчальна дисципліна «Біотехнологічні аспекти раціонального природокористування» є обов'язковою компонентною циклу професійної підготовки ОП. Базовими для вивчення цієї дисципліни є отримання знання з таких дисциплін «Загальна екологія та неоекологія», «Екологія мікроорганізмів з основами мікробіології», «Біоіндикація», «Ґрунтознавство», «Урбоекологія» тощо. Дисципліна формує комплекс загальнокультурних, загально професійних та професійних компетентностей для успішного засвоєння матеріалу наступних дисциплін: «Моніторинг довкілля», «Техноекологія», Компетентності сформовані у студентів під час вивчення даної дисципліни використовуються в подальшому для нормативних і вибіркового дисциплін, як «Організація та управління в природоохоронній діяльності», «Управління та поводження з відходами», «Водопостачання та поліпшення якості води».

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Наукові основи промислової біотехнології.

Тема 1. Промислова мікробіологія, етапи становлення, задачі та перспективи.

Основні завдання та перспективи промислової біотехнології. Зв'язок біотехнології з іншими науками. Етапи становлення промислової біотехнології. Основні галузі застосування біотехнології. Роль робіт Луї Пастера. Внесок вітчизняних вчених у розвиток промислової біотехнології. Класифікація біотехнологічних процесів. Етапи становлення промислової біотехнології. Роль робіт Луї Пастера. Внесок вітчизняних вчених у розвиток промислової біотехнології.

Тема 2. Загальна характеристика мікроорганізмів і способи їх культивування.

Загальна характеристика мікроорганізмів-продуцентів. Особливості й параметри росту мікроорганізмів. Принципи регуляції метаболізму та швидкості росту мікроорганізмів. Методи отримання і зберігання культур-продуцентів. Ліофілізація як метод зберігання мікроорганізмів. Способи культивування культур-продуцентів. Періодичне (стаціонарне) культивування. Безперервне культивування. Хемостатне й турбідостатне культивування. Методи відбору мутантів мікроорганізмів з підвищеним рівнем продуктивності.

Тема 3. Основні етапи біотехнологічного виробництва.

Основні етапи біотехнологічного виробництва. Підготовчий етап біотехнологічного процесу. Вимоги до культур-продуцентів. Створення і контроль умов росту культур. Виробничий етап біотехнологічного процесу. Параметри середовища, що контролюються. Заклучний етап виробництва. Методи виділення цільового продукту. Методи очищення цільового продукту. Методи стабілізації цільового продукту.

Змістовий модуль 2. Біотехнології отримання біологічних речовин.

Тема 4. Мікробіологічне виробництво біологічно активних речовин і препаратів.

Виробництво вітамінів, каротиноїдів і кормових препаратів вітамінів. Виробництво ферментів і ферментних препаратів. Виробництво антибіотиків. Використання мікроорганізмів для виробництва гормонів і лікарських препаратів.

Тема 5. Промислове виробництво амінокислот і органічних кислот.

Виробництво амінокислот. Біосинтез глутамінової кислоти. Біотехнологія отримання лізину. Схема біосинтезу лізину у бактерій через діамінопімелінову кислоту. Схема отримання лізину на м'ясному середовищі. Промислове виробництво органічних кислот. Виробництво оцтової кислоти і оцту. Одержання лимонної кислоти. Виробництво яблучної кислоти.

Змістовий модуль 3. Біоенергетика та біологічна переробка мінеральної сировини.

Тема 6. Біотехнологія отримання біогазу.

Біотехнологія отримання біогазу. Історія і світовий досвід використання біогазу. Біометаногенез. Мікробіологічні і біохімічні процеси метаногенезу. Метанові бактерії. Метаногенез і токсичність. Типи біогазових установок. Перспективи використання біогазу в Україні.

Тема 7. Біотехнологія отримання паливного етанолу.

Біотехнологія виробництва етанолу і розчинників. Альтернативні джерела енергії. Основні способи перетворення біомаси в енергію. Виробництво етилового спирту. Загальна характеристика дріжджів-продуцентів етанолу. Області використання етанолу. Технологія отримання етанолу. Одержання технічного спирту. Одержання паливного етанолу.. біотехнологія отримання розчинників.

Змістовий модуль 4. Екологічна біотехнологія.

Тема 8. Біогеотехнологія металів.

Біогеотехнологія металів. Новітні тенденції у розвитку біотехнології металів. Бактерійне вилуговування металів (біогідрометалургія). Прямий і непрямий методи бактерійного окиснення. Технологія бактерійного вилуговування кольорових металів. Поверхневе і чанове вилуговування кольорових металів. Схема бактерійного вилуговування металів. Біосорбція металів з розчинів. Акумуляція металів зі стічних вод. Біотехнологія збагачення руд. Очищення вугілля, нафти і газу.

Тема 9. Утилізація твердих відходів.

Утилізація твердих відходів. Утилізація агровідходів. Традиційні способи утилізації рослинної біомаси і гною. Біохімія процесу компостування агровідходів. Двохстадійна технологія біодеградації. Утилізація гною. Утилізація твердих побутових відходів. Біотехнологія очистки газоподібних відходів і ґрунту. Класифікація установок біологічної очистки повітря. Біофільтри, біоскрубери і біореактори. Методи очистки ґрунту.

Змістовий модуль 5. Біотехнології очищення стічних вод.

Тема 10. Біологічні методи очищення стічних вод.

Біологічні методи очистки стічних вод. Сучасні досягнення біотехнології в очищенні води. Очисні споруди, принципи та методи контролю їх роботи. Категорії стічних вод. Методи контролю за якістю води. Біологічні методи очистки стічних вод. Екстенсивні та інтенсивні методи очистки стічних вод. Аеробні методи очистки стічних вод. Екстенсивні і інтенсивні методи. Типи біореакторів. Мікрофлора активного мулу.

Тема 11. Анаеробне очищення стічних вод.

Анаеробні методи очистки стічних вод. Класифікація біореакторів, що використовуються в очисних спорудах різних типів. Принципи їх роботи. Мікрофлора метантенків і анаеробних біофільтрів. Біоконвеєр. Переваги очищення стічних вод у біоконвеєрах.

Змістовий модуль 6. Біотехнології у сільському господарстві.

Тема 12. Біотехнологія очистки газоподібних відходів і ґрунту.

Біотехнологія очистки газоподібних відходів. Класифікація установок біологічної очистки повітря. Біофільтри. Біоскрубери. Біореактори з омивним шаром. Методи очистки ґрунту.

Тема 13. Біотехнологічні альтернативи у сільському господарстві.

Біотехнологічні альтернативи у сільському господарстві. Біотехнологія виробництва бактеріальних, грибних і вірусних препаратів. Технологічна схема отримання біодобрив. Виробництво біогербіцидів. Біотехнологія виробництва бактерійних добрив. Виробництво біоінсектицидів і препаратів проти гризунів. Грибні препарати. Вірусні препарати. Технологічні схеми виробництва. Біотехнологія засобів захисту рослин.

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього, год.	Аудиторні (контактні) години					Самостійна робота, год.		Система накопичення балів		
		усього, год.	лекційні заняття, год.		лабораторні заняття, год.				теоретичне завдання, балів	практичне завдання, балів	усього балів
			Очна (денна)	заочна (дистанційна)	Очна (денна)	заочна (дистанційна)	Очна (денна)	заочна (дистанційна)			
1	15	10	6		4		5		2	8	10
2	15	4	4				11		2		2
3	15	8	4		4		7		2	8	10
4	15	6	4		2		9		2	4	6
5	15	4	4				11		2		2
6	15	10	6		4		5		2	8	10
Поточний контроль 1									5	5	10
Поточний контроль 2									5	5	10
Усього за змістові модулі	90	42	28		14		48				60
Підсумковий семестровий контроль екзамен	30						30				40
Загалом	120	42	28		14		78				100

5. Темі лекційних занять

№ змістового модулю	Назва теми	Кількість годин
		о/д. ф
1	Промислова мікробіологія, етапи становлення, задачі та перспективи.	2
1	Загальна характеристика мікроорганізмів і способи їх культивування.	2
1	Основні етапи біотехнологічного виробництва.	2
2	Мікробіологічне виробництво біологічно активних речовин і препаратів.	2
2	Промислове виробництво амінокислот і органічних кислот.	2
3	Біотехнологія отримання біогазу.	2
3	Біотехнологія отримання паливного етанолу.	2
4	Утилізація твердих відходів.	
4	Біогеотехнологія металів.	2
5	Біологічні методи очищення стічних вод.	2
5	Анаеробне очищення стічних вод.	2
6	Біотехнологія очистки газоподібних відходів і ґрунту.	2
6	Біотехнологічні альтернативи у сільському господарстві.	4
Разом		28

6. Теми лабораторних занять

№ змістового модулю	Назва теми	Кількість годин
		о/д. ф
1	Наукові основи промислової біотехнології.	2
1	Основні етапи біотехнологічного виробництва.	2
3	Біотехнологія отримання біогазу.	2
3	Біотехнологія отримання паливного етанолу.	2
4	Утилізація твердих відходів.	2
6	Біотехнологія очистки газоподібних відходів і ґрунту.	2
6	Біотехнологічні альтернативи у сільському господарстві.	2
Разом		14

7. Види і зміст поточних контрольних заходів

№ змістового модуля	Вид поточного контрольного заходу	Зміст поточного контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Опитування	Питання для підготовки: 1. Сформулюйте основні завдання та перспективи промислової біотехнології. 2. Розкрийте зв'язок промислової біотехнології з іншими науками. 3. Охарактеризуйте основні етапи становлення біотехнології. 4. Наведіть класифікацію біотехнологічних процесів. 5. Назвіть основні галузі застосування промислової мікробіології. 6. Який внесок наукової діяльності Л. Пастера в галузі промислової біотехнології? 7. Охарактеризуйте основні наукові досягнення С.М. Виноградського, В.Л. Омелянського, Б.Л. Ісаченка. 8. Який внесок вітчизняних вчених у розвиток промислової мікробіології?	2 бали – здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань. 1,5 бали – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим 1 бал – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модуля, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може 0,5 бали – відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії.	2

1	Лабораторна робота 1 Наукові основи промислової біотехнології.	1. Ознайомитись з основними способами отримання, культивування, зберігання та принципи регуляції метаболізму мікроорганізмів-продуцентів, що використовуються в біотехнологічних процесах. Вимоги до виконання та оформлення: Виконати практичну частину роботи і зробити узагальнюючі висновки; дати відповіді на теоретичні питання. Протокол лабораторної роботи оформити у форматі А4 та розмістити на платформі Moodle https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=407 (розміщено в СЕЗН ЗНУ, на сторінці дисципліни).	Виконання лабораторної роботи максимально оцінюється в 4 бали. 4 бали – робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні практичної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу. 2-3 бали – при виконанні роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи. 1 бал – робота виконана на 30–50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно.	4
	Лабораторна робота 2 Основні етапи біотехнологічного виробництва.	1. Ознайомитись з основними етапами біотехнологічного процесу, завданнями, що вирішуються на кожному етапі виробництва; методи виділення, очищення цільового продукту. Виконати практичну частину роботи і зробити узагальнюючі висновки; дати відповіді на теоретичні питання. Протокол лабораторної роботи оформити у форматі А4 та розмістити на платформі Moodle https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=407 (розміщено в СЕЗН ЗНУ, на сторінці дисципліни).	Виконання лабораторної роботи максимально оцінюється в 4 бали. 4 бали – робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні практичної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу. 2-3 бали – при виконанні роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи. 1 бал – робота виконана на 30–50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно.	4
Усього за ЗМ 3 контр. заходів	3			10

2	Опитування	1. Загальна характеристика мікроорганізмів-продуцентів. 2. Особливості й параметри росту мікроорганізмів. 3. Отримання і способи зберігання культур-продуцентів. 4. Способи культивування культур-продуцентів. 5. Назвіть мікроорганізми-продуценти, що використовують у мікробіологічних виробництвах. 6. Які параметри визначають для характеристики росту мікроорганізмів? 7. Назвіть способи зберігання культур-продуцентів. 8. Охарактеризуйте способи культивування культур-продуцентів. 9. Назвіть основні фази росту періодичної культури. 10. Порівняйте хемостатний і турбідостатний способи культивування культур-продуцентів. 11. Обґрунтуйте переваги безперервного способу культивування.	2 бали – здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань. 1,5 бали – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим 1 бал – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модуля, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може 0,5 бали – відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії.	2
Усього за ЗМ 1 контр. заходів	1			2
3	Опитування	1. Що таке біометаногенез? 2. Що собою являє процес метанового бродіння? 3. Від яких факторів залежить хімічний склад біогазу? 4. Які біохімічні основи процесів метаногенезу? 5. Які мікроорганізми приймають участь у процесах метаногенезу?	2 бали – здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань. 1,5 бали – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними	

		6. Яку роль у процесах метаногенезу виконують бактерії гідролітичної групи? 7. Назвіть фізіолого-культуральні особливості й функціональне значення метаногенів у процесах біометаногенезу. 8. Яку роль у процесах метаногенезу виконують бактерії гідролітичної групи? 9. Назвіть фізіолого-культуральні особливості й функціональне значення метаногенів у процесах біометаногенезу. 10. Які перспективи використання біогазу в Україні? 11. Які типи біогазових установок використовують для отримання біогазу? 12. Дайте характеристику основних продуцентів етанолу. 13. Яку сировину використовують для виробництва спирту? 14. Охарактеризуйте основні стадії промислового одержання спирту за допомогою дріжджів. 15. Поясніть, що таке технічний спирт? Яка технологія його отримання? 16. Для чого проводять ректифікацію спирту? 17. Обґрунтуйте економічні переваги виробництва паливного етанолу. Від яких умов це залежать? 18. Поясніть, за яких умов відбувається мікробіологічний синтез ацетону, бутанолу, масляної кислоти?	явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим 1 бал – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модуля, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може 0,5 бали – відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії.	
--	--	--	---	--

		19. Для чого проводять ректифікацію спирту? 20. Обґрунтуйте економічні переваги виробництва паливного етанолу. Від яких умов це залежать? 21. Назвіть продуцентів, що використовують для отримання розчинників.		
	Лабораторна робота 3 Біотехнологія отримання біогазу.	1. Ознайомитись з мікробіологічними та біохімічними основами процесу метаногенезу; традиційні й новітні технології отримання біогазу. Скласти схему біоконверсії органічних речовин. Вимоги до виконання та оформлення: Виконати практичну частину роботи і зробити узагальнюючі висновки; дати відповіді на теоретичні питання. Протокол лабораторної роботи оформити у форматі А4 та розмістити на платформі Moodle https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=407 (розміщено в СЕЗН ЗНУ, на сторінці дисципліни). (розміщено в СЕЗН ЗНУ, на сторінці дисципліни).	Виконання лабораторної роботи максимально оцінюється в 4 бали. 4 бали – робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні практичної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу. 2-3 бали – при виконанні роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи. 1 бал – робота виконана на 30–50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно.	4
	Лабораторна робота 4 Біотехнологія отримання паливного етанолу.	1. Ознайомитись з біотехнологічними схемами отримання етилового спирту, органічних розчинників і паливного етанолу, мікроорганізмів-продуцентів, що використовуються в промисловому виробництві.	Виконання лабораторної роботи максимально оцінюється в 4 бали. 4 бали – робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні практичної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу. 2-3 бали – при виконанні роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи.	4

		Вимоги до виконання та оформлення: Виконати практичну частину роботи і зробити узагальнюючі висновки; дати відповіді на теоретичні питання. Протокол лабораторної роботи оформити у форматі А4 та розмістити на платформі Moodle https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=407 (розміщено в СЕЗН ЗНУ, на сторінці дисципліни).	1 бал – робота виконана на 30–50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно.	
Усього за ЗМ 3 контр. заходів	3			10
4	Опитування	1. Назвіть новітні тенденції у розвитку біотехнології металів. 2. Що собою являє бактерійне вилуговування металів? 3. Охарактеризуйте технологію бактерійного вилуговування кольорових металів. 4. Наведіть схему бактерійного вилуговування металів. 5. Назвіть основні процеси вилучення металів з розчинів. 6. Що таке біосорбція металів? 7. Які мікроорганізми використовують для збагачення руд? 8. Назвіть способи видалення металів з розчинів. 9. Які мікроорганізми здатні акумулювати метали зі стічних вод?	2 бали – здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань. 1,5 бали – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим 1 бал – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модуля, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може 0,5 бали – відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими	2

			основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії.	
	Лабораторна робота 5 Утилізація твердих відходів.	1. Ознайомитись з екобіотехнологіями з утилізації агровідходів і твердих побутових відходів як альтернативу вирішення проблеми енергозбереження та раціонального природокористування. Скласти робочі схеми традиційних й новітніх біотехнологій очистки газоподібних відходів і ґрунту, забруднених поллютантами. Вимоги до виконання та оформлення: Виконати практичну частину роботи і зробити узагальнюючі висновки; дати відповіді на теоретичні питання. Протокол лабораторної роботи оформити у форматі А4 та розмістити на платформі Moodle https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=407 (розміщено в СЕЗН ЗНУ, на сторінці дисципліни).	Виконання лабораторної роботи максимально оцінюється в 4 бали. 4 бали – робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні практичної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу. 2-3 бали – при виконанні роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи. 1 бал – робота виконана на 30–50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно.	4
Усього за ЗМ 2 контр. заходів	2			6
5	Опитування	1. Охарактеризуйте очисні споруди за принципами їх роботи. 2. Чим відрізняються побутові та промислові стічні води? 3. Назвіть методи контролю за якістю води.	2 бали – здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань.	2

		4. Які показники використовують для контролю якості очищення води? 5. Назвіть екстенсивні способи очищення стічних вод. 6. Які існують інтенсивні способи очистки стічних вод? 7. Поясніть принцип роботи аеротенків і метантенків. 8. Які переваги інтенсивних способів очистки? 9. Назвіть переваги очистки стічних вод у біоконвеєрі.	1,5 бали – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим 1 бал – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модуля, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може 0,5 бали – відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії.	
Усього за ЗМ 1 контр. заходів	1			2
6	Опитування	1. Поясніть схему двостадійної біодеградації агровідходів. 2. Назвіть основні стадії компостування і участь мікрофлори в процесах біодеструкції. 3. Які продукти утворюються при біодеградації твердих відходів на сміттєзвалищах? 4. Назвіть методи очистки забрудненого повітря. 5. Які установки застосовують для очистки газоподібних відходів, що містять токсичні сполуки? 6. Охарактеризуйте принцип дії установок для очистки повітря.	2 бали – здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань. 1,5 бали – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим 1 бал – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модуля, але досить поверхово, не виділяючи	2

		7. Чим відрізняються за принципом дії біофільтри і біоскрюбер? 8. Який тип установок є найбільш ефективними для очистки повітря? 9. Назвіть способи очистки забрудненого ґрунту. 10. Який спосіб очистки ґрунту є найбільш ефективним?	взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може 0,5 бали – відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії.	
	Лабораторна робота 6 Біотехнологія очистки газоподібних відходів і ґрунту.	1. Ознайомитись з екобіотехнологіями з утилізації агровідходів і твердих побутових відходів як альтернативу вирішення проблеми енергозбереження та раціонального природокористування. Скласти робочі схеми традиційних й новітніх біотехнологій очистки газоподібних відходів і ґрунту, забруднених поліюгантами. Вимоги до виконання та оформлення: Виконати практичну частину роботи і зробити узагальнюючі висновки; дати відповіді на теоретичні питання. Протокол лабораторної роботи оформити у форматі А4 та розмістити на платформі Moodle https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=407 (розміщено в СЕЗН ЗНУ, на сторінці дисципліни).	Виконання лабораторної роботи максимально оцінюється в 4 бали. 4 бали – робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні практичної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу. 2-3 бали – при виконанні роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи. 1 бал – робота виконана на 30–50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно.	4
	Лабораторна робота 7 Біотехнологічні альтернативи	1. Ознайомитись технологіями виробництва бактерійних добрив, бактеріальних, грибних і вірусних препаратів проти комах і гризунів, сучасних біотехнологій захисту	Виконання лабораторної роботи максимально оцінюється в 4 бали. 4 бали – робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити	4

	у сільському господарстві.	рослин. Скласти апаратурну схему отримання біодобрив і біопрепаратів. Вимоги до виконання та оформлення: Виконати практичну частину роботи і зробити узагальнюючі висновки; дати відповіді на теоретичні питання. Протокол лабораторної роботи оформити у форматі А4 та розмістити на платформі Moodle https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=407 (розміщено в СЕЗН ЗНУ, на сторінці дисципліни).	отриманий результат. При виконанні практичної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу. 2-3 бали – при виконанні роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи. 1 бал – робота виконана на 30–50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно.	
Усього за ЗМ 3 контр. заходів	3			10

8. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
Екзамен	Теоретичні завдання	Підготовка до екзамену здійснюється за навчальним матеріалом усього курсу (питання див. Розділ 3 робочої програми навчальної дисципліни). - Історія становлення промислової біотехнології. Основні етапи. - Роль робіт Луї Пастера в становленні промислової біотехнології. - Внесок вітчизняних вчених у розвиток промислової біотехнології. - Області використання біотехнології. - Загальна характеристика мікроорганізмів-продуцентів. - Етапи біотехнологічного процесу. - Підготовчий етап біотехнологічного процесу. - Виробничий етап біотехнологічного процесу. - Заклучний етап біотехнологічного процесу. - Способи очищення та стабілізації цільового продукту.. - Біохімічні основи процесів метаногенезу. Стадії метаногенезу. - Типи біогазових установок - Сучасні технології одержання біопалива. - Технологія мікробіологічного синтезу етанолу з меляси. - Промисловий мікробіологічний синтез розчинників. - Біологічне очищення стічних вод. - Очисні споруди, принципи та методи їх роботи. - Екстенсивні та інтенсивні способи очищення стічних вод. - Аеробні методи мікробіологічної очистки стічних вод. - Анаеробні методи мікробіологічної очистки стічних вод.	До складання екзамену допускаються студенти, які набрали мінімально 35 балів з 60 можливих. Екзамен проводиться під час сесії. Екзаменаційний білет складається з чотирьох завдань: трьох теоретичних та одного практичного (складання схем, техніка приготування мікропрепаратів, культивування мікроорганізмів тощо) Кожне завдання оцінюється за 5-ти бальною шкалою. Максимально можна набрати 20 балів. 5 балів – відповідь здобувача освіти бездоганна за змістом, формою обсягом. Студент в повній мірі засвоїв програмний матеріал. При відповіді дає глибокі відповіді на поставлені запитання, а також показує знання не лише основної, а й додаткової літератури, наводить власні міркування, робить узагальнюючі висновки, використовує знання з суміжних, галузевих дисциплін, доцільно використовує вивчений матеріал для аналізу практичних завдань. 4 бали – передбачає високий рівень знань і навичок. При цьому відповідь здобувача освіти досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності, недостатню чіткість в визначенні понять. Додаткова література недостатньо опрацьована. 3 бали – передбачає наявність знань лише основної літератури, студент відповідає по суті питання і в загальній формі розбирається у матеріалі, але відповідь неповна, неглибока,	20

		21. Прямотечійна багатоступінчаста система очищення води. Біоконвеєр. 22. Основні переваги очищення стічних вод у біоконвеєрах. 23. Біогеотехнологія металів. 24. Технологія бактерійного вилуговування кольорових металів. Мікрофлора, що приймає участь у процесах вилуговування. 25. Біосорбція металів з розчинів. 26. Акумуляція металів зі стічних вод. 27. Утилізація агровідходів. Утилізація гною. 28. Утилізація твердих побутових відходів 29. Біохімізм процесу компостування агровідходів. 30. Характеристика стадій компостування. 31. Біотехнологія очистки газоподібних відходів. 32. Класифікація установок біологічної очистки повітря. 33. Методи очистки ґрунту. 34. Біотехнологія виробництва бактерійних добрив. 35. Виробництво мікробних засобів захисту рослин. 36. Виробництво біоінсектицидів і препаратів проти гризунів. 37. Біотехнологія отримання інсектицидів на основі ентомопатогенних грибів. 38. Технологія отримання інсектицидів на основі ентомопатогенних бактерій. 39. Ентомопатогенні препарати, створені на базі вірусів (вірини). 40. Виробництво мікробних засобів захисту рослин.	містить неточності, дає недостатньо правильні формулювання, порушує послідовність викладу матеріалу, студент відчуває труднощі, застосовуючи знання при рішенні практичних завдань. 2 бали – ставиться, коли здобувач освіти не знає значної частини програмного матеріалу, допускає суттєві помилки при висвітленні понять, на додаткові питання відповідає не по суті, робить велику кількість помилок в усній відповіді. 1 бал – відповідь неповна і неглибока, лише частково розкриває зміст запитання. Студент дає недостатньо правильні формулювання, не наводить прикладів.	
	Практичні завдання	1. Наведіть кількісні характеристики мікроорганізмів: швидкість росту, економічний коефіцієнт, метаболічний коефіцієнт. 2. Охарактеризуйте методи культивування культур-продуцентів. 3. Основні принципи регуляції метаболізму та швидкості росту мікроорганізмів. 4. Охарактеризуйте методи зберігання мікроорганізмів. 5. Поясніть у чому переваги ліофілізації як методу зберігання мікроорганізмів.		

	6. Хемостатне культивування мікроорганізмів. 7. Назвіть та охарактеризуйте основні засоби контролю та керування процесами ферментації. 8. Наведіть і поясніть схему конверсії органічних речовин метаногенними асоціаціями бактерій. 9. Технологічна схема одержання біопалива. 10. Технологія мікробіологічного синтезу етанолу з меляси. 11. Методи контролю якості очищеної води 12. Схеми метантенків для виробництва біогазу при очищенні стічних вод 13. Класифікація установок біологічної очистки повітря. 14. Порівняйте різні методи очистки ґрунту та їх ефективність. 15. Наведіть технологічну схему отримання нітрагіну. 16. Технологічна схема отримання азотобактерину. 17. Технологічна схема отримання фосфобактерину.		
Індивідуальні дослідницькі завдання	Завдання повинні містити аналіз сучасного стану обраного питання. Виконуються у вигляді доповіді та презентації. Обсяг доповіді ІДЗ повинен бути розрахований на 7–10 хв. Доповідь повинна складатися зі вступу, в якому висвітлена актуальність, мета дослідження, завдання, об’єкт та предмет (1–2 хв.) повне висвітлення питань, висновки та додається список використаних джерел. Презентація ІДЗ повинна містити графіки, таблиці та рисунки та складатися з 15–20 слайдів. ІДЗ повинно бути виконано протягом семестру, та представлено до захисту до початку залікового тижня. Питання для виконання ІДЗ обираються відповідно до номера прізвища студента у журналі академічної групи. Орієнтовні питання для виконання завдання викладено на сторінці СЕЗН ЗНУ на платформі Moodle https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=407	19-20 балів – здобувачі освіти самостійно виконали понад 90% завдань, під час виконання роботи виявили усебічні, систематичні та глибокі знання програмного матеріалу з дисципліни, уміння ставити мету і формулювати завдання досліджень; творчі здібності у розумінні та використанні програмного матеріалу для виконання поставлених мети та завдань; чітко, логічно, послідовно викладати матеріал; робити обґрунтовані висновки. Під час захисту індивідуального завдання надавали вичерпні, аргументовані та цілісні відповіді на всі запитання. Робота оформлена акуратно, відповідно до поставлених вимог. 17-18 балів – здобувачі освіти виконали не менше 90% завдань, завдання роботи виконані достатньо грамотно, але є декілька (1-3) несуттєвих помилок. Під час виконання роботи здобувачі освіти виявили знання і розуміння програмного матеріалу з дисципліни в повному обсязі, уміння ставити мету і формулювати завдання досліджень; творчий підхід	20

			до виконання поставлених мети та завдань; логічно, послідовно викладати матеріал; робити обґрунтовані висновки. Під час захисту індивідуального завдання загалом надавали аргументовані, без суттєвих помилок, відповіді на всі запитання. У цілому робота оформлена акуратно, але наявні незначні неточності в її оформленні та презентації. 15-16 балів – здобувачі освіти виконали не менше 80% завдань, завдання роботи виконані достатньо грамотно, але є декілька (до 5) несуттєвих помилок. Під час виконання роботи здобувачі освіти виявили знання і розуміння програмного матеріалу з дисципліни з основних розділів, уміння ставити мету і формулювати завдання досліджень; логічно, послідовно викладати матеріал; робити висновки. Під час захисту індивідуального завдання відповідали достатньо грамотно, але припускались однієї-двох не принципових помилок. Робота оформлена акуратно, але наявні незначні неточності в її оформленні. 13-14 балів – здобувачі освіти виконали завдання не в повному обсязі, але не менше 70%. Під час виконання роботи виявили знання й розуміння основних положень дисципліни; завдання виконали неповно, непослідовно; наявні неточності та помилки у змісті та оформленні роботи. Здобувачі освіти виявляють знання й розуміння основних положень матеріалу, але надають неповні, непослідовні відповіді. Під час захисту індивідуального завдання демонстрували недостатньо глибокі знання з досліджуваної теми, припускаючись не відповідностей у визначенні понять, неповно або недостатньо аргументовано відповідали на запитання. 10-12 балів – здобувачі освіти виконали завдання не в повному обсязі, але не менше ніж на 60%; у роботі присутні принципові помилки в оформленні. Під	
--	--	--	---	--

			час виконання роботи виявили знання й розуміння основних положень матеріалу з дисципліни. Під час захисті та підготовці презентації продемонстрували поверхневі знання з досліджуваної теми, відповідали неповно, непослідовно, припускаючись не відповідностей у визначенні понять, не вміє переконливо обґрунтувати свою думку. 0-9 балів – здобувачі освіти виконали понад 50% завдань. Під час виконання роботи припускалися принципових помилок при розв'язанні завдань. Робота оформлена зі значними порушеннями вимог. Необхідна досконала переробка роботи. Під час захисту здобувачі освіти виявили поверхові знання і розуміння основного програмового матеріалу в обсязі, який не дозволяє засвоювати наступний програмний матеріал; не відповідає на основні запитання.	
Усього за підсумковий семестровий контроль				40

9. Рекомендована література

Основна:

1. Пляцук Л.Д., Черниш Є.Ю. Екологічна біотехнологія : принципи створення біотехнологічних виробництв : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2018. 293 с.
2. Трохимчук І.М., Плюта Н.В., Логвиненко І.П., Сачук Р.М. Біотехнологія з основами екології: навчальний посібник. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2019. 304 с.
3. Капельянец Л. В. Теоретичні основи біотехнології. Харків : Факт, 2020. 291 с.

Додаткова:

1. Рильський О.Ф., Домбровський К.О., Дударева Г.Ф. Промислова біотехнологія. Курс лекцій для студентів 5–6 курсів біологічного факультету денного та заочного відділень. Запоріжжя : ЗНУ, 2010. 126 с.
2. Костюченко Н.І. Біотехнологічні аспекти раціонального природокористування: навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра напряму підготовки «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Запоріжжя : ЗНУ, 2018. 116 с.
3. Dombrovskiy K.O., Rylskiy A.F., Gvozdiak P.I., Sherstoboieva O.V., Petrusha Yu.Yu. Distribution of inorganic nitrogen compounds in purification of storm wastewater of the engine-building manufactory. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2020. № 2. P. 112–118.
4. Dombrovskiy K.O., Gvozdyak P.I. Biological afterpurification of industrial Sewage from hexamethylene diamine using Periphyton communities on the «VIYa» fibrous carrier and on the root system of *Eichhornia crassipes*. *Hydrobiol. Journal*. 2018. Vol. 54. № 4. P. 63–71.
5. Яворська Г.В., Гудзь С.П., Гнатуш С.О. Промислова мікробіологія : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 256 с.
6. Северин Л.І., Петрук В.Г., Безвозюк І.І., Васильківський І.В. Природоохоронні технології. Частина 1. Захист атмосфери : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2012. 388 с.
7. Петрук В.Г., Северин Л.І., Васильківський І.В., Безвозюк І.І. Природоохоронні технології. Частина 2 : Методи очищення стічних вод : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2014. 258 с.
8. Петрук В.Г., Васильківський І.В., Безвозюк І.І., Петрук Р.В., Турчик П.М. Природоохоронні технології. Частина 3 : Методи переробки осадів стічних вод : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2013. 324 с.
9. Горова А.В., Лисицька С.М., Павличенко А.В., Скворцова Т.В. Біотехнології в екології : навчальний посібник. Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2012. 184 с.
10. Пирог Т.П., Ігнатова О.А. Загальна біотехнологія [Текст] : підручник. Київ : НУХТ, 2009. 336 с.
11. Герасименко В.Г., Герасименко М.О., Цвіліховський А.І. та ін. Біотехнологія [Текст] : підручник. Київ : ІНК ОС, 2006. 647 с.
12. Царенко О.М., Несветов О.О., Кадицький М.О. Основи екології та економіка природокористування [Текст] : навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2001. 324 с.
13. Кляченко О.Л., Мельничук М.Д., Іванова Т.В. Екологічні біотехнології : теорія і практика : навчальний посібник. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 254 с.
14. Пляцук Л.Д., Черниш Є.Ю., Яхненко О.М., Аблєєва І.Ю., Макаренко Н.О., Чубур В.С. Розвиток екологічно безпечних технологій конверсії фосфорвмісної сировини природного і техногенного походження. *Екологічні науки*. 2018. №1 (20). Т.1. С. 135–139.

15. Niu J. et all. The shift of microbial communities and their roles in sulfur and iron cycling in a copper ore bioleaching system. *Scientific Reports*. 2016. №6. P. 34–44.
16. Кононцев С. В., Саблій Л. А., Гроховська Ю. Р. Екологічна біотехнологія очищення стічних вод та культивування кормових організмів : монографія. Рівне : НУВГП, 2011. 345 с.
17. Костюченко Н.І. Промислова мікробіологія : навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра напряму підготовки «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Запоріжжя : ЗНУ, 2016. 104 с.

Інформаційні ресурси:

1. Біотехнологічні аспекти раціонального природокористування URL : <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=407>
2. Біологічні добрива URL : <https://web.archive.org/web/20161226205036/http://www.agro.enzim.biz/biofertilizers.html#info>
3. Божков А.И. Биотехнология : фундаментальные и промышленные аспекты. Харьков : Харківський національний ун-т ім. В.Н. Каразіна, 2005 URL : <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Fedotov/0031044.djvu>
4. Герасименко та ін. Біотехнологія : підручник. Київ, 2006. URL : <http://nmcbook.com.ua/Arhiw1/atlasrosl/Biotehnologia.pdf>
5. Вода і водоочисні технології. Науково-технічні вісті. URL : <http://www.nbuuv.gov.ua/portal/natural/Vvt/index.html>
6. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. URL : <http://www.nbuuv.gov.ua/portal/natural/Ebzs/index.html>
7. Корнієнко І.М. Конспект лекцій з дисципліни «Промислова та екологічна біотехнологія». URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ros1/wp-content/uploads/sites/20/lekciya-3.biotehnolohiyi-v-silhospyvrobnyctvi.pdf>.
8. Мацай Н. Ю. Основи біотехнології. Луганськ, 2011. URL : <http://dspace.ltsu.org/bitstream/123456789/3126/2/Matsayi.pdf>
9. Трохимчук І.М., Плюта Н.В., Логвиненко І.П., Сачук Р.М. Біотехнологія з основами екології : навчальний посібник. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2019. 304 с. URL : <https://www.yakaboo.ua/ua/biotehnologija-z-osnovami-ekologii-navchal-nij-posibnik.html>
10. Швед О.В. та ін. Екологічна біотехнологія. Книга І. Львівська політехніка. 2018. 424 с. URL : <https://prom.ua/p1498353129-ekologichna-biotehnologiya-kniga.html>
11. Біотехнологія у сільському господарстві як спосіб збереження сільськогосподарських земель. URL : <http://ela.nati.org.ua:8080/bitstream/123456789/203/1/o.%20buryak%20-%20biotexnologiyi%20v%20s.g..pdf>
12. Біотехнології в сільгоспвиробництві. URL : <http://www.tsatu.edu.ua/ros1/wp-content/uploads/sites/20/lekciya-3.biotehnolohiyi-v-silhospyvrobnyctvi.pdf>
13. Міністерство екології та природних ресурсів України [Електронний ресурс]. URL : <http://www.menr.gov.ua>.
14. Адреса дисципліни СЕЗН ЗНУ. URL : <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=407>