


# ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ

Навчально-науковий інститут денної освіти  
Кафедра Товарознавства, біотехнології, експертизи та митної справи

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 Г.О. Бірта

підпис

ініціали, прізвище

«28» серпня 2024 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни	<i>Біотехнологія навколишнього середовища</i>
освітня програма/спеціалізація	<i>«Біотехнологія»</i>
спеціальність	<i>162 «Біотехнології та біоінженерія»</i>
галузь знань	<i>16 «Хімічна та біоінженерія»</i>
ступінь вищої освіти	<i>бакалавр</i>

Робоча програма навчальної дисципліни «Біотехнологія навколишнього середовища» схвалена та рекомендована до використання в освітньому процесі на засіданні кафедри товарознавства, біотехнології експертизи та митної справи

Протокол від «28» серпня 2024 року №1

Полтава 2024

Укладач: **Флока Л.В.**, доцент кафедри товарознавства, біотехнології, експертизи та митної справи Полтавського університету економіки і торгівлі, к.с.-г.н., доцент

**ПОГОДЖЕНО:**

Гарант освітньої програми «Біотехнологія»  
спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»  
ступеня бакалавр



підпис

Г.О.Бирта

ініціали, прізвище

«28» серпня 2024 р.

## ЗМІСТ

Розділ 1. Опис навчальної дисципліни «Біотехнологія навколишнього середовища»	4
Розділ 2. Перелік компетентностей, які забезпечує дана навчальна дисципліна, програмні результати навчання	5
Розділ 3. Програма навчальної дисципліни	8
Розділ 4. Тематичний план навчальної дисципліни	10
Розділ 5. Система оцінювання знань студентів	23
Розділ 6. Інформаційні джерела	24
Розділ 7. Програмне забезпечення навчальної дисципліни	25

## Розділ 1. Опис навчальної дисципліни «Біотехнологія навколишнього середовища»

Таблиця 1 – Опис навчальної дисципліни «Біотехнологія навколишнього середовища»

1. Місце в структурно-логічній схемі підготовки	<i>Пререквізити:</i> «Загальна біологія», «Біологія клітини», «Генетика», «Загальна біотехнологія»	
Мова викладання	<i>українська</i>	
Статус дисципліни	<i>обов'язкова</i>	
Курс/семестр вивчення	<i>4 курс, 7 семестр</i>	
Кількість кредитів ЄКТС / кількість модулів	<i>5/1</i>	
Денна форма навчання:		
Кількість годин: <i>150 год.</i>		
– лекції: <i>20 год.</i>		
– практичні (семінарські, лабораторні) заняття: <i>40 год.</i>		
– самостійна робота: <i>90 год.</i>		
– вид підсумкового контролю (ПМК, екзамен): <i>екзамен</i>		
Заочна форма навчання:		
Кількість годин: <i>150 год.</i>		
– лекції: <i>4 год.</i>		
– практичні (семінарські, лабораторні) заняття: <i>2 год.</i>		
– самостійна робота: <i>144 год.</i>		
– вид підсумкового контролю (ПМК, екзамен): <i>екзамен</i>		

## Розділ 2. Перелік компетентностей, які забезпечує дана навчальна дисципліна, програмні результати навчання

*Метою* вивчення навчальної дисципліни «Біотехнологія навколишнього середовища» є дати знання студентам про основні біотехнологічні процеси, що використовуються для отримання різних біологічно-активних сполук, про принципи та методи конструювання об'єктів біотехнології, а також знешкодити наслідки негативного впливу людини на навколишнє середовище і забезпечити людуству хорошу якість проживання в екологічно чистих екосистемах.

Для підготовки майбутніх висококваліфікованих фахівців, під час вивчення даної навчальної дисципліни заплановано вирішення таких *завдань*: збереження природної екологічної рівноваги при отриманні безпечними методами екологічно чистого продукту; уникнення негативного впливу на довкілля; застосування природоохоронних технологій для відновлення забрудненого довкілля; утилізація і знешкодження нових небезпечних відходів біотехнологічними методами.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні *знати*: джерела та типи забруднень довкілля; шляхи перетворень і біодеструкції забруднень в навколишньому середовищі; біотехнології очищення стоків та утилізації твердих відходів; альтернативні продукти екобіотехнології; створення та застосування біопестицидів та біодобрив для захисту агрокультур від пошкоджень; системи біобезпеки при застосуванні біотехнологій.

Студенти повинні *вміти*: оцінювати та аналізувати біомоніторинг забруднень біологічними індикаторами, тест-системами та біосенсорними індикаторами; розробляти технології біологічного очищення стічних вод і газоповітряних викидів в залежності від природи і кількості забруднень; ефективно використовувати технологічні параметри, умови роботи, очисних споруд для прогнозування якості очищення стічних вод; визначати вміст органічних та мінеральних речовин в стічних водах та їх фізико-хімічні показники; розраховувати кількість синтезу біогазу, продуктів метаболізму при біоконверсії відходів; визначати ступінь деструкції харчових відходів та накопичення біомаси мікроорганізмів при біоконверсії харчових відходів; аналізувати технологічні методи придатні для використання утилізації тих чи інших відходів; володіти технологіями виробництва бактеріальних добрив та засобів біологічного захисту рослин; володіти підходами до розробки біотехнологій, заснованих на використанні відходів виробництва і споживання як вторинної сировини для отримання цінних продуктів.

Таблиця 2 – Перелік компетентностей, які забезпечує дана навчальна дисципліна та програмні результати навчання

<b>Програмні результати навчання</b>	<b>Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– вміти враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці виробничої санітарії та пожежної безпеки під час формування технічних рішень (ПР22);</li> <li>– проводити роботу з біологічними агентами з дотриманням правил і норм біологічної безпеки, у разі необхідності виявляти, контролювати небезпечні біологічні агенти (ПР24).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– мати навички здійснення безпечної діяльності (ЗК06);</li> <li>– мати прагнення до збереження навколишнього середовища (ЗК074);</li> <li>– мати здатність планувати фахову роботу з дотриманням правил і норм охорони праці та захисту прав і здоров'я працівників; здатність створювати на робочому місці належні умови безпеки, фізичного та психологічного комфорту, дотримання санітарно-гігієнічних норм та норм виробничої безпеки (СК16);</li> <li>– мати здатність організовувати та проводити професійну діяльність з дотриманням принципів біоетики, наукової етики, сучасних конвенцій з охорони життя і навколишнього середовища, усвідомлювати та нести особисту відповідальність за результати дослідження (СК17).</li> </ul>

## **Розділ 3. Програма навчальної дисципліни**

### **Модуль 1. Біотехнології і навколишнє середовище**

#### **Тема 1. Зв'язок біотехнології з виробничими галузями**

Поняття екологічної біотехнології. Цілі біотехнології. Основні завдання біотехнології. Методи екобіотехнології. Основні елементи біотехнологічних процесів. Екологічна ситуація та роль біотехнології в її покращанні. Основні напрями біотехнології. Зв'язок біотехнології з різними галузями національної економіки. Нормативна база екологічної безпеки біотехнологічних виробництв.

#### **Тема 2. Біооб'єкти-продуценти, їх загальна характеристика**

Загальна характеристика біооб'єктів-продуцентів. Біотехнологія мікробного синтезу. Морфологічні особливості біопродуцентів. Порівняння будови і ознак прокариотів та одноклітинних еукаріотів. Еукаріотичні організми в біотехнологічному виробництві. Різноманітність прокариотичних організмів для використання в біотехнології. Методи підвищення продуктивності біооб'єктів

#### **Тема 3. Моніторинг та біоіндикація**

Антропогенні фактори забруднення. Моніторинг стану природних об'єктів. Біоіндикація як метод екологічного дослідження. Основні принципи біоіндикації. Метод біоіндикації нанорозмірних об'єктів. Ліхеноіндикація. Основи ентомобіоіндикації. Поняття «фітоіндикація». Фітоіндикація антропогенних впливів за морфологічними змінами рослин. Оцінювання реакції рослин на забруднення. Адаптація рослин до умов техногенно забрудненого середовища.

#### **Тема 4. Промислове використання біотехнології в природоохоронній діяльності**

Біоочищення стічних вод. Особливості складових компонентів стічних вод гірничодобувних підприємств. Основні показники процесу біохімічного очищення стічних вод. Методи біохімічного очищення стічних вод. Біотехнологія отримання енергоносіїв із фітомаси. Біотехнологія альтернативних видів палива – біогазу. Технологічні фактори метаногенезу. Методи отримання біогазу. Біотехнологія виробництва біоетанолу та біодизельного палива. Виробництво біопалива та перспективи його використання в Україні. Екологічні аспекти застосування біоетанолу та біодизельного палива. Біотехнологічні методи переробки мінеральної сировини. Біотехнологічні методи добування металів із мінеральної сировини. Екологічні переваги використання методів бактеріального добування металів із поліметалевих руд. Біотехнологічні аналітичні системи. Характеристика біосенсорів. Біосенсори, що працюють на основі ферментів. Клітинні біосенсори.

### **Тема 5. Біотехнології в агропромисловому комплексі**

Біотехнологічні методи виробництва препаратів, альтернативних хімічним пестицидам. Біотехнологія препаратів – фіксаторів поживних елементів рослин. Біотехнологія виробництва рослинних кормів

### **Тема 6. Біотехнологічна трансформація промислових відходів**

Основи компостування відходів органічного походження. Роль біотехнології в регулюванні родючості ґрунтів. Застосування біотехнології вермикомпостування з метою поліпшення гумусного стану ґрунтів. Агрохімічні показники біогумусу. Мікробіологічні показники біогумусу. Біотехнологія утилізації відходів птахівництва. Промислова біопереробка відходів птахівництва методом вермикомпостування на відкритих майданчиках. Вермикомпостування й підтримка чисельності популяції червоного каліфорнійського черв'яка в маточнику

### **Тема 7. Біотехнологія захисту навколишнього середовища від шкідливих ксенобіотиків**

Основні методи біоочищення довкілля від забруднень. Особливості й принципи використання біометодів для захисту будівельних матеріалів.

### **Тема 8. Механізми самозахисту організму людини від впливу токсикантів біогенного походження**

Система імунітету людини та її функції. Взаємозв'язок між станом здоров'я людини та екологічною ситуацією в Україні. Роль дихального шляху людини в проникненні та виведенні токсинів і алергенів. Ендоекологічна роль мікрофлори кишечника людини.



## Розділ 4. Тематичний план навчальної дисципліни

Таблиця 3 – Тематичний план дисципліни «Біотехнологія навколишнього середовища» для студентів денної форми навчання

Назва теми (лекції) та питання теми (лекції)	Кількість годин	Назва теми та питання практичного заняття	Кількість годин	Завдання самостійної роботи в розрізі тем	Кількість годин
<b>Модуль 1. Біотехнології і навколишнє середовище</b>					
<p style="text-align: center;"><b>Тема 1. Зв'язок біотехнології з виробничими галузями</b></p> <p>1. Екологічна ситуація та роль біотехнології в її покращанні</p> <p>2. Основні напрями біотехнології</p> <p>3. Зв'язок біотехнології з різними галузями національної економіки</p> <p>4. Нормативна база екологічної безпеки біотехнологічних виробництв</p>	4	<p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття 1</b></p> <p>Предмет, цілі та завдання екологічної біотехнології</p> <p>1. Поняття екологічної біотехнології</p> <p>2. Цілі біотехнології</p> <p>3. Основні завдання біотехнології</p> <p>4. Методи екобіотехнології</p> <p>5. Основні елементи біотехнологічних процесів</p>	2	<p>1. Роль біотехнології в оздоровленні біосфери.</p> <p>2. Інтродукція нових видів організмів та її вплив на довкілля.</p> <p>3. Використання сучасної біотехнології в сільському господарстві та інших галузях господарювання.</p> <p>4. Сучасні біотехнології та правове регулювання їх використання в умовах глобалізації.</p> <p>Біобезпека та поводження з генетично модифікованими організмами.</p>	10
		<p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття 2</b></p> <p>Сучасна біотехнологія та питання безпеки</p> <p>1. Біологічна безпека. Біологічна небезпека.</p> <p>2. Об'єкти біобезпеки.</p> <p>3. Принципи системи біологічної безпеки держави.</p> <p>4. Відмінність біологічного виду забруднень від абіотичних.</p> <p>5. Біотичні чинники, що підвищують ризики виникнення надзвичайних ситуацій та створюють реальні загрози довкіллю в Україні.</p>	4		
<p style="text-align: center;"><b>Тема 2. Біооб'єкти-продуценти, їх загальна характеристика</b></p> <p>1. Загальна характеристика біооб'єктів-продуцентів</p>	4	<p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття 3</b></p> <p>Загальна характеристика біооб'єктів-продуцентів</p> <p>1. Загальна характеристика біооб'єктів-продуцентів</p> <p>2. Біотехнологія мікробного синтезу</p> <p>3. Морфологічні особливості біопродуцентів</p>	4	<p>1. Методи й принципи іммобілізації біологічних об'єктів.</p> <p>2. Екологічні переваги промислового</p>	10

Назва теми (лекції) та питання теми (лекції)	Кількість годин	Назва теми та питання практичного заняття	Кількість годин	Завдання самостійної роботи в розрізі тем	Кількість годин
2. Методи підвищення продуктивності біооб'єктів		4. Порівняння будови і ознак прокаріотів та одноклітинних еукаріотів. 5. Особливості структури еукаріотів та їх роль у біотехнології. 6. Різноманітність прокаріотичних організмів для використання в біотехнології. 7. Еукаріотичні організми в біотехнологічному виробництві. 8. Методи підвищення продуктивності біооб'єктів.		застосування іммобілізованих ферментів. 3. Біооб'єкти, що беруть участь в утворенні іммобілізованих систем.	
<b>Тема 3. Моніторинг та біоіндикація</b> 1. Моніторинг природного навколишнього середовища 2. Біомоніторинг	2	<p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття 4</b></p> Біоіндикація і біотестування забруднених територій 1. Методи дослідження стану навколишнього середовища. 2. Методи оцінки забруднення водного середовища, ґрунтів і рослинності. 3. Біоіндикація як метод екологічного дослідження. 4. Ліхеноіндикація. Ентомобіоіндикація.	2	1. Метод біоіндикації нанорозмірних об'єктів. 2. Ліхеноіндикація. 3. Основи ентомобіоіндикації. 4. Оцінювання реакції тварин на забруднення. 5. Біомоніторинг забруднення атмосфери за допомогою рослин. 6. Рослини-індикатори і рослини-монітори. 7. Дослідження середовища методами біоіндикації та біотестування. 8. Оцінка санітарного стану повітря за допомогою лишайників.	10
		<p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття 5</b></p> Фітоіндикація та її роль в оцінці довкілля. Біомоніторинг і біоіндикація стану повітряного середовища 1. Фітоіндикація. 2. Фітоіндикація антропогенних впливів за морфологічними змінами рослин. 3. Оцінювання реакції рослин на забруднення. 4. Адаптація рослин до умов техногенно забрудненого середовища. 5. Основи біоіндикації забруднення та стану атмосфери. 6. Біомоніторинг забруднення атмосфери за допомогою	4		



Назва теми (лекції) та питання теми (лекції)	Кількість годин	Назва теми та питання практичного заняття	Кількість годин	Завдання самостійної роботи в розрізі тем	Кількість годин
		6. Перспективи використання біогазових установок в Україні.			
		<p align="center"><b>Практичне заняття 9</b></p> <p align="center">Біотехнологія виробництва біоетанолу та біодизельного палива</p> <p>1. Біотехнологія виробництва біоетанолу та біодизельного палива.</p> <p>2. Виробництво біопалива та перспективи його використання в Україні.</p> <p>3. Біопаливні ресурси України.</p> <p>4. Схема процесу виготовлення біодизельного палива.</p> <p>5. Екологічні аспекти застосування біоетанолу та біодизельного палива.</p>	2		
		<p align="center"><b>Практичне заняття 10</b></p> <p align="center">Біотехнологічні методи переробки мінеральної сировини</p> <p>1. Біотехнологічний процес добування металів із руд.</p> <p>2. Біохімічні особливості бактеріального вилуговування металів.</p> <p>3. Біотехнологічні методи добування металів із мінеральної сировини.</p> <p>4. Екологічні переваги використання методів бактеріального добування металів із поліметалевих руд</p>	2		
		<p align="center"><b>Практичне заняття 11</b></p> <p align="center"><b>Біотехнологічні аналітичні системи</b></p> <p>1. Характеристика біосенсорів.</p> <p>2. Біосенсори, що працюють на основі ферментів.</p> <p>3. Клітинні біосенсори.</p>	2		
Тема 5. Біотехнології в	2	<b>Практичне заняття 12</b>	2	1. Перспективи використання	10

Назва теми (лекції) та питання теми (лекції)	Кількість годин	Назва теми та питання практичного заняття	Кількість годин	Завдання самостійної роботи в розрізі тем	Кількість годин
<b>агропромислового комплексу</b> 1. Біотехнологічні методи виробництва препаратів, альтернативних хімічним пестицидам 2. Біотехнологія препаратів – фіксаторів поживних елементів рослин 3. Біотехнологія виробництва рослинних кормів		Біотехнології в агропромисловому комплексі 1. Біотехнологічні методи виробництва препаратів, альтернативних хімічним пестицидам. 2. Біотехнологія препаратів – фіксаторів поживних елементів рослин. 3. Біотехнологія виробництва рослинних кормів.		біопрепаратів і біодобрих у практиці АПК. 2. Екологічні переваги застосування біопрепаратів та біодобрих, на відміну від пестицидів. 3. Біологічні способи збагачення ґрунту азотом використовуються в сільському господарстві.	
<b>Тема 6. Біотехнологічна трансформація промислових відходів</b> 1. Основи компостування відходів органічного походження. 2. Екологічні переваги способу переробки відходів методом компостування. 3. Роль біотехнології в регулюванні родючості ґрунтів	2	<b>Практичне заняття 13</b> Біотехнологічна трансформація промислових відходів 1. Основи компостування відходів органічного походження. 2. Переваги способу переробки відходів методом компостування. 3. Чинники знезараження від найбільш поширених патогенних мікроорганізмів і паразитів. 4. Роль біотехнології в регулюванні родючості ґрунтів. 5. Застосування біотехнології вермикомпостування з метою поліпшення гумусного стану ґрунтів. 6. Агрохімічні показники біогумусу. 7. Мікробіологічні показники біогумусу.	2	1. Групи живих організмів беруть участь у процесі компостування. 2. Основні компоненти рослинних відходів? 3. Компоненти, що входять до складу компосту, утвореного з органічних відходів. 4. Біохімічні перетворення, що відбуваються в органічних відходах під час компостування.	15
		<b>Практичне заняття 14</b> Біотехнологія утилізації відходів птахівництва 1. Біотехнологія утилізації відходів птахівництва. 2. Промислова біопереробка відходів птахівництва	2		

Назва теми (лекції) та питання теми (лекції)	Кількість годин	Назва теми та питання практичного заняття	Кількість годин	Завдання самостійної роботи в розрізі тем	Кількість годин
		методом вермикомпостування на відкритих майданчиках 3. Схема постадійного процесу біоконверсії органічних відходів методом вермикомпостування. 4. Вермикомпостування і підтримка чисельності популяції червоного каліфорнійського черв'яка в маточнику			
<p><b>Тема 7. Біотехнологія захисту навколишнього середовища від шкідливих ксенобіотиків</b></p> <p>1. Основні методи біоочищення довкілля від забруднень 2. Особливості й принципи використання біометодів для захисту будівельних матеріалів</p>	2	<p><b>Практичне заняття 15</b></p> <p>Біотехнологія захисту навколишнього середовища від шкідливих ксенобіотиків</p> <p>1. Основні методи біоочищення довкілля від забруднень. 2. Особливості й принципи використання біометодів для захисту будівельних матеріалів. 3. Біологічні методи захисту від біопшкоджень</p>	2	<p>1. Процес біодеградації відходів за участю хемосинтезуючих бактерій. 2. Методи біоочищення об'єктів довкілля від нафтових забруднень. 3. Умови, що викликають біопшкодження конструкційних матеріалів? 4. Біологічні методи, що використовуються для захисту будівельних і конструкційних матеріалів.</p>	10
<p><b>Тема 8. Механізми самозахисту організму людини від впливу токсикантів біогенного походження</b></p> <p>1. Система імунітету людини та її функції 2. Взаємозв'язок між станом здоров'я людини та</p>	2	<p><b>Практичне заняття 16</b></p> <p>Механізми самозахисту організму людини від впливу токсикантів біогенного походження</p> <p>1. Система імунітету людини та її функції. 2. Взаємозв'язок між станом здоров'я людини та екологічною ситуацією в Україні. 3. Роль дихального шляху людини в проникненні та виведенні токсинів і алергенів 4. Ендоекологічна роль мікрофлори кишечника людини.</p>	2	<p>1. Ризики впливу ГМО на склад мікроорганізмів кишечника людини. 2. Вплив еубіотиків на склад мікроорганізмів кишечника людини. 3. Роль, що виконують ізоформи цитохрому Р-450 в тканинах організму людини.</p>	10

<b>Назва теми (лекції) та питання теми (лекції)</b>	<b>Кількість годин</b>	<b>Назва теми та питання практичного заняття</b>	<b>Кількість годин</b>	<b>Завдання самостійної роботи в розрізі тем</b>	<b>Кількість годин</b>
екологічною ситуацією в Україні 3. Людина, як саморегулююча система					

Таблиця 4 – Тематичний план дисципліни «Біотехнологія навколишнього середовища» для студентів заочної форми навчання

Назва теми (лекції) та питання теми (лекції)	Кількість годин	Назва теми та питання практичного заняття	Кількість годин	Завдання самостійної роботи в розрізі тем	Кількість годин
<b>Модуль 1. Біотехнології і навколишнє середовище</b>					
<b>Тема 1. Зв'язок біотехнології з виробничими галузями</b> 5. Екологічна ситуація та роль біотехнології в її покращанні 6. Основні напрями біотехнології 7. Зв'язок біотехнології з різними галузями національної економіки 8. Нормативна база екологічної безпеки біотехнологічних виробництв	—	<b>Практичне заняття 1</b> Предмет, цілі та завдання екологічної біотехнології 1. Поняття екологічної біотехнології 2. Цілі біотехнології 3. Основні завдання біотехнології 4. Методи екобіотехнології 5. Основні елементи біотехнологічних процесів	—	1. Роль біотехнології в оздоровленні біосфери. 2. Інтродукція нових видів організмів та її вплив на довкілля. 3. Використання сучасної біотехнології в сільському господарстві та інших галузях господарювання. 4. Сучасні біотехнології та правове регулювання їх використання в умовах глобалізації. Біобезпека та поводження з генетично модифікованими організмами.	15
		<b>Практичне заняття 2</b> Сучасна біотехнологія та питання безпеки 1. Біологічна безпека. Біологічна небезпека. 2. Об'єкти біобезпеки. 3. Принципи системи біологічної безпеки держави. 4. Відмінність біологічного виду забруднень від абіотичних. 5. Біотичні чинники, що підвищують ризики виникнення надзвичайних ситуацій та створюють реальні загрози довкіллю в Україні.	—		
<b>Тема 2. Біооб'єкти-продуценти, їх загальна характеристика</b> 3. Загальна характеристика біооб'єктів-продуцентів 4. Методи підвищення продуктивності біооб'єктів	2	<b>Практичне заняття 3</b> Загальна характеристика біооб'єктів-продуцентів 1. Загальна характеристика біооб'єктів-продуцентів 2. Біотехнологія мікробного синтезу 3. Морфологічні особливості біопродуцентів 4. Порівняння будови і ознак прокаріотів та одноклітинних еукаріотів.	2	1. Методи й принципи іммобілізації біологічних об'єктів. 2. Екологічні переваги промислового застосування іммобілізованих	15



Назва теми (лекції) та питання теми (лекції)	Кількість годин	Назва теми та питання практичного заняття	Кількість годин	Завдання самостійної роботи в розрізі тем	Кількість годин
		5. Особливості структури еукаріотів та їх роль у біотехнології. 6. Різноманітність прокаріотичних організмів для використання в біотехнології. 7. Еукаріотичні організми в біотехнологічному виробництві. 8. Методи підвищення продуктивності біооб'єктів.		ферментів. 3. Біооб'єкти, що беруть участь в утворенні іммобілізованих систем.	
<b>Тема 3. Біоіндикація та</b> 1. Моніторинг природного навколишнього середовища 2. Біомоніторинг	—	<p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття 4</b></p> Біоіндикація і біотестування забруднених територій 1. Методи дослідження стану навколишнього середовища. 2. Методи оцінки забруднення водного середовища, ґрунтів і рослинності. 3. Біоіндикація як метод екологічного дослідження. 4. Ліхеноіндикація. Ентомобіоіндикація.	—	1. Метод біоіндикації нанорозмірних об'єктів. 2. Ліхеноіндикація. 3. Основи ентомобіоіндикації. 4. Оцінювання реакції тварин на забруднення. 5. Біомоніторинг забруднення атмосфери за допомогою рослин. 6. Рослини-індикатори і рослини-монітори. 7. Дослідження середовища методами біоіндикації та біотестування. 8. Оцінка санітарного стану повітря за допомогою лишайників.	25
		<p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття 5</b></p> Фітоіндикація та її роль в оцінці довкілля. Біомоніторинг і біоіндикація стану повітряного середовища 1. Фітоіндикація. 2. Фітоіндикація антропогенних впливів за морфологічними змінами рослин. 3. Оцінювання реакції рослин на забруднення. 4. Адаптація рослин до умов техногенно забрудненого середовища. 5. Основи біоіндикації забруднення та стану атмосфери. 6. Біомоніторинг забруднення атмосфери за допомогою рослин.	—		



Назва теми (лекції) та питання теми (лекції)	Кількість годин	Назва теми та питання практичного заняття	Кількість годин	Завдання самостійної роботи в розрізі тем	Кількість годин
		6. Перспективи використання біогазових установок в Україні.			
		<p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття 9</b></p> <p style="text-align: center;">Біотехнологія виробництва біоетанолу та біодизельного палива</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Біотехнологія виробництва біоетанолу та біодизельного палива.</li> <li>2. Виробництво біопалива та перспективи його використання в Україні.</li> <li>3. Біопаливні ресурси України.</li> <li>4. Схема процесу виготовлення біодизельного палива.</li> <li>5. Екологічні аспекти застосування біоетанолу та біодизельного палива.</li> </ol>	—		
		<p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття 10</b></p> <p style="text-align: center;">Біотехнологічні методи переробки мінеральної сировини</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Біотехнологічний процес добування металів із руд.</li> <li>2. Біохімічні особливості бактеріального вилугування металів.</li> <li>3. Біотехнологічні методи добування металів із мінеральної сировини.</li> <li>4. Екологічні переваги використання методів бактеріального добування металів із поліметалевих руд</li> </ol>	—		
		<p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття 11</b></p> <p style="text-align: center;">Біотехнологічні аналітичні системи</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристика біосенсорів.</li> <li>2. Біосенсори, що працюють на основі ферментів.</li> <li>3. Клітинні біосенсори.</li> </ol>	—		

Назва теми (лекції) та питання теми (лекції)	Кількість годин	Назва теми та питання практичного заняття	Кількість годин	Завдання самостійної роботи в розрізі тем	Кількість годин
<p><b>Тема 5. Біотехнології в агропромисловому комплексі</b></p> <p>1. Біотехнологічні методи виробництва препаратів, альтернативних хімічним пестицидам</p> <p>2. Біотехнологія препаратів – фіксаторів поживних елементів рослин</p> <p>3. Біотехнологія виробництва рослинних кормів</p>	—	<p><b>Практичне заняття 12</b></p> <p>Біотехнології в агропромисловому комплексі</p> <p>1. Біотехнологічні методи виробництва препаратів, альтернативних хімічним пестицидам.</p> <p>2. Біотехнологія препаратів – фіксаторів поживних елементів рослин.</p> <p>3. Біотехнологія виробництва рослинних кормів.</p>	—	<p>1. Перспективи використання біопрепаратів і біодобрих у практиці АПК.</p> <p>2. Екологічні переваги застосування біопрепаратів та біодобрих, на відміну від пестицидів.</p> <p>3. Біологічні способи збагачення ґрунту азотом використовуються в сільському господарстві.</p>	15
<p><b>Тема 6. Біотехнологічна трансформація промислових відходів</b></p> <p>1. Основи компостування відходів органічного походження.</p> <p>2. Екологічні переваги способу переробки відходів методом компостування.</p> <p>3. Роль біотехнології в регулюванні родючості ґрунтів</p>	—	<p><b>Практичне заняття 13</b></p> <p>Біотехнологічна трансформація промислових відходів</p> <p>1. Основи компостування відходів органічного походження.</p> <p>2. Переваги способу переробки відходів методом компостування.</p> <p>3. Чинники знезараження від найбільш поширених патогенних мікроорганізмів і паразитів.</p> <p>4. Роль біотехнології в регулюванні родючості ґрунтів.</p> <p>5. Застосування біотехнології вермикомпостування з метою поліпшення гумусного стану ґрунтів.</p> <p>6. Агрохімічні показники біогумусу.</p> <p>7. Мікробіологічні показники біогумусу.</p>	2	<p>1. Групи живих організмів беруть участь у процесі компостування.</p> <p>2. Основні компоненти рослинних відходів?</p> <p>3. Компоненти, що входять до складу компосту, утвореного з органічних відходів.</p> <p>4. Біохімічні перетворення, що відбуваються в органічних відходах під час компостування.</p>	15
		<p><b>Практичне заняття 14</b></p> <p>Біотехнологія утилізації відходів птахівництва</p>	—		

Назва теми (лекції) та питання теми (лекції)	Кількість годин	Назва теми та питання практичного заняття	Кількість годин	Завдання самостійної роботи в розрізі тем	Кількість годин
		1. Біотехнологія утилізації відходів птахівництва. 2. Промислова біопереробка відходів птахівництва методом вермикомпостування на відкритих майданчиках 3. Схема постадійного процесу біоконверсії органічних відходів методом вермикомпостування. 4. Вермикомпостування і підтримка чисельності популяції червоного каліфорнійського черв'яка в маточнику			
<b>Тема 7. Біотехнологія захисту навколишнього середовища від шкідливих ксенобіотиків</b> 1. Основні методи біоочищення довкілля від забруднень 2. Особливості й принципи використання біометодів для захисту будівельних матеріалів	—	<b>Практичне заняття 15</b> Біотехнологія захисту навколишнього середовища від шкідливих ксенобіотиків 1. Основні методи біоочищення довкілля від забруднень. 2. Особливості й принципи використання біометодів для захисту будівельних матеріалів. 3. Біологічні методи захисту від біопшкоджень	—	1. Процес біодеградації відходів за участю хемосинтезуючих бактерій. 2. Методи біоочищення об'єктів довкілля від нафтових забруднень. 3. Умови, що викликають біопшкодження конструкційних матеріалів? 4. Біологічні методи, що використовуються для захисту будівельних і конструкційних матеріалів.	15
<b>Тема 8. Механізми самозахисту організму людини від впливу токсикантів біогенного походження</b> 1. Система імунітету людини та її функції	—	<b>Практичне заняття 16</b> Механізми самозахисту організму людини від впливу токсикантів біогенного походження 1. Система імунітету людини та її функції. 2. Взаємозв'язок між станом здоров'я людини та екологічною ситуацією в Україні.	—	1. Ризики впливу ГМО на склад мікроорганізмів кишечника людини. 2. Вплив еубіотиків на склад мікроорганізмів кишечника людини.	15

Назва теми (лекції) та питання теми (лекції)	Кількість годин	Назва теми та питання практичного заняття	Кількість годин	Завдання самостійної роботи в розрізі тем	Кількість годин
2. Взаємозв'язок між станом здоров'я людини та екологічною ситуацією в Україні 3. Людина, як саморегулююча система		3. Роль дихального шляху людини в проникненні та виведенні токсинів і алергенів 4. Ендоекологічна роль мікрофлори кишечника людини.		3. Роль, що виконують ізоформи цитохрому Р-450 в тканинах організму людини.	

## Розділ 5. Система оцінювання знань студентів

Таблиця 5.1 – Розподіл балів за результатами вивчення навчальної дисципліни «Біотехнологія навколишнього середовища»

Види робіт	Максимальна кількість балів
Модуль 1 (теми 1–8): обговорення матеріалу практичних занять (0,5 бала); виконання навчальних завдань (0,5 бала); тестування (1 бал); поточна модульна робота ( 20 балів)	60
Екзамен	40
<b>Разом:</b>	<b>100</b>

Таблиця 5.2 – Система нарахування додаткових балів за видами робіт з вивчення навчальної дисципліни «Біотехнологія навколишнього середовища»

Форма роботи	Вид роботи	Бали
1. Навчальна	1. Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань підвищеної складності	10
2. Науково-дослідна	Участь у науковому гуртку «Біотехнолог»	10
	Участь в наукових студентських конференціях: університетських, міжвузівських, всеукраїнських, міжнародних	20

За додаткові види навчальних робіт студент може отримати не більше 30 балів. Додаткові бали додаються до загальної підсумкової оцінки за вивчення навчальної дисципліни, але загальна підсумкова оцінка не може перевищувати 100 балів.

Таблиця 6 – Шкала оцінювання знань здобувачів вищої освіти за результатами вивчення навчальної дисципліни «Біотехнологія навколишнього середовища»

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	Відмінно
82-89	B	Дуже добре
74-81	C	Добре
64-73	D	Задовільно
60-63	E	Задовільно достатньо
35-59	FX	Незадовільно з можливістю проведення повторного підсумкового контролю
0-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням навчальної дисципліни та проведенням підсумкового контролю

## Розділ 6. Інформаційні джерела

### Основні

1. Герасименко В.Г. Біотехнологія [Текст] : підручник / В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, А.І. Цвіліховський та ін. – Київ: ІНКОС, 2006. – 647 с.
2. Біотехнології в екології : навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. – Донецьк: Національний гірничий університет, 2012. – 184 с.
3. Кляченко О.Л. Екологічні біотехнології: теорія і практика.: Навчальний посібник. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. –254 с.
4. Природні і штучні біоплато: фундаментальні і прикладні аспекти: монографія [Текст] / В.Д. Романенко, Ю.Г. Крот, Т.Я. Киризіт та ін. – Київ: Наук. думка, 2012. – 110 с.
5. Шапорев В. П. Біологічні методи охорони навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами. Монографія / В. П. Шапорев, О. В. Шестопапов, О. О. Мамедова, Г. Ю. Бахарєва та ін. – Харків: НТУ «ХП», 2015. – 116 с.
6. Швед, О. В. Екологічна біотехнологія. Навчальний посібник у двох книгах / О. В. Швед, О. Б. Миколів, О. З. Комаровська-Порохнявець, В. П. Новіков. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 368 с.

### Додаткові

7. Ігнатюк О. А. Основні екологічні принципи та концепції: Навч. посіб. – Київ: ВПІ ВПК «Політехніка», 2006. – 268 с.
8. Пирог Т.П., Ігнатова О.А. Загальна біотехнологія: Підручник. –Київ: НУХТ, 2009. – 336 с.
9. Пляцук Л.Д. Екологічна біотехнологія: принципи створення біотехнологічних виробництв: навчальний посібник / Л.Д. Пляцук, Є.Ю. Черниш. – Суми: Сумський державний університет, 2018. – 293 с.
10. Biochemical Engineering. Інформація із сайту UtahState University. – Режим доступу: [http://ocw.usu.edu/Biological\\_and\\_Irrigation\\_Engineering/Biochemical\\_Engineering/BIE\\_5810\\_\\_thermodynamics.pdf-view.html](http://ocw.usu.edu/Biological_and_Irrigation_Engineering/Biochemical_Engineering/BIE_5810__thermodynamics.pdf-view.html).
11. Bioleaching phosphorus from fluorapatites with acidophilic bacteria / Priha O., Sarlin T., Blomberg P., Wendling L., Mäkinen J., Arnold M., Kinnunen P. // Hydrometallurgy. – 2014. – №150. – С. 269–275.
12. Tao H. Presentation on mechanism and applications of chalcopyrite and pyrite bioleaching in biohydrometallurgy – a presentation / Tao H., Dongwei L. // Biotechnology Reports. – 2014. – №4. – P.107–119.
13. The shift of microbial communities and their roles in sulfur and iron cycling in a copper ore bioleaching system / Niu J. et al. // Scientific Reports. – 2016. – №6. – P. 34–44.



## **Розділ 7. Програмне забезпечення навчальної дисципліни**

1. Загальне програмне забезпечення, до якого входить пакет програмних продуктів Microsoft Office.
2. Спеціалізоване програмне забезпечення комп'ютерної підтримки освітнього процесу з навчальної дисципліни, яке включає перелік конкретних програмних продуктів: мультимедійні презентації, програмний засіб «OpenTest 2.0». Тестування проводиться під час проведення занять (поточний контроль) і під час підсумкового контролю знань.
3. Дистанційний курс у системі дистанційного навчання ПУЕТ:  
<http://www2.el.puet.edu.ua/st/course/view.php?id=3037>