

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра екобіотехнології та біорізноманіття

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**  
Декан факультету захисту рослин,  
біотехнологій та екології  
 Коломієць Ю.В.  
\_\_\_\_\_ 2021 р.



**“СХВАЛЕНО”**  
на засіданні кафедри екобіотехнології  
та біорізноманіття  
Протокол № 11 від “01” 06 2021 р.  
Завідувач кафедри  
 Патика М.В.

**“РОЗГЛЯНУТО”**  
Гарант ОП «біотехнології та  
біоінженерія» ОС «Бакалавр»  
 Кляченко О.Л.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
“ЕКОЛОГІЧНА БІОТЕХНОЛОГІЯ”**

спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія  
освітня програма Біотехнології та біоінженерія  
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології  
Розробники: д.с.-г.н., доцент Коломієць Ю.В.

Київ – 2021 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни «Екологічна біотехнологія»

<b>Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</b>		
Галузь знань	16 «Хімічна та біоінженерія»	
Спеціальність	162 «Біотехнологія та біоінженерія»	
Освітній ступінь	Бакалавр	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	3	
Форма контролю	Іспит	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	4	3
Семестр	1	6
Лекційні заняття	30 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	30 год.	10 год.
Самостійна робота	22 год.	118 год.
Індивідуальні завдання	-	-
Курсові проекти	64 год.	-
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента –	4 год.	

## 2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

**Метою** даного курсу є ознайомлення студентів з сучасним станом наукових досліджень і сферами практичного використання даної дисципліни, навчання студентів навичкам планування наукової діяльності і методичного забезпечення експериментальних досліджень, складання, аналізу, розрахунку і модернізації біотехнологічних систем для одержання біологічних препаратів і їх використання в природних середовищах, переробки відходів, знешкодження стоків і вибросів, рішення інших задач охорони навколишнього середовища специфічними біотехнологічними методами.

**Завдання курсу:** після закінчення курсу і здачі іспиту студенти повинні одержати уявлення про структуру і закономірності функціонування природних (водних, ґрунтових) і техногенних екосистем, про закономірності абіогенного і біогенного перенесення і трансформації пріоритетних хімічних і біологічних забруднювачів, основні групи мікроорганізмів-біодеструкторів забруднень і способах їх селекції і конструювання. В частині прикладного використання екобіотехнологій студенти одержують знання про основні групи біопрепаратів і способи їх одержання, біологічні методи для переробки відходів, знешкодження забруднень в воді, повітрі і ґрунті, методи біоремедіації природних середовищ, методи використання біопрепаратів в сільському господарстві для заміни хімічних пестицидів і добрив. Як екобіотехнологи, вони повинні мати уяву про шляхи модернізації існуючих і розробки технологічних систем можливих майбутніх виробництв, про різні варіанти реалізації біотехнологій в природних умовах, методи їх техніко-економічної і еколого-економічної оцінки.

По вивченні навчальної дисципліни бакалавр повинен **знати:**

- біотрансформацію, біодеструкцію і біодоступність,
- основні біохімічні шляхи мікробіологічної трансформації органічних ксенобіотиків,
- мікроорганізми – деструкції,
- генетичні основи створення рекомбінантних мікроорганізмів – деструкції органічних ксенобіотиків,
- біотрансформацію забруднень неорганічної природи,
- біодеструкцію природних і синтетичних полімерних матеріалів,
- умови роботи анаеробного біологічного очищення,
- метаногенерацію, системи і конструкції споруд анаеробного біологічного очищення,
- біоремедіацію ґрунтів, біоремедіацію "in situ", біоремедіацію "off site", біологічне видалення важких металів і радіонуклідів, фіторемедіації,
- біологічне очищення і дезодорацію газоповітряних викидів,
- мікробіологічну переробку органічних відходів.

**уміти:**

- планувати та організувати біологічне очищення промислових і природних забруднених середовищ,
- здійснювати організацію процесу анаеробного біологічного очищення,
- володіти сучасними підходами та методами біологічного очищення ґрунтів,
- володіти технологіями отримання біопрепаратів на основі мікроорганізмів для очищення природних середовищ.

Набуття компетентностей:

**Загальні компетентності (ЗК):**

- Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
- Здатність виявляти ініціативу та підприємливість

**Фахові (спеціальні) компетентності (ФК):**

- Здатність розробляти та реалізовувати комерційні та науково-технічні плани і проекти в галузі біотехнології з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми,

включаючи технічні, виробничі, експлуатаційні, комерційні, правові, питання охорони праці і навколишнього середовища.

– Здатність планувати і виконувати експериментальні роботи в галузі біотехнології з використанням сучасних обладнання та методів, інтерпретувати отримані дані на основі скупності сучасних знань та уявлень про об'єкт і предмет дослідження, робити обґрунтовані висновки.

– Здатність розробляти та вдосконалювати комплексні біотехнології на основі розуміння наукових сучасних фактів, концепцій, теорій, принципів і методів біоінженерії та природничих наук.

### **3. Програма та структура навчальної дисципліни**

#### **Змістовий модуль 1. Екобіотехнології в очистці навколишнього середовища**

##### **Тема лекційного заняття 1. Екобіотехнологія**

Задачі і зміст курсу. Основні відмінності екобіотехнологічних методів від біотехнологічних. Основні відмінності в функціонування біоценозів промислових і природних екосистем. Загальні уявлення про очищення навколишнього середовища. Розвиток досліджень по очищенню промислових відходів. Науково-технічний прогрес і забруднення навколишнього середовища. Роль біотехнології у вирішенні глобальних проблем людства: відновлення якості води, попередження забруднення води, вирішення енергетичних проблем, запобігання глобальним змінам клімату. Основні тенденції і перспективні напрями розвитку біотехнології в очищенні навколишнього середовища. Класична біотехнологія. Екобіотехнологія. Завдання екобіотехнології. Переваги екобіотехнології перед звичайними хімічними технологіями. Екобіотехнологія та її взаємозв'язки з іншими галузями сучасного природознавства. Пріоритетні напрями розвитку екобіотехнологій.

##### **Тема лекційного заняття 2. Антропогенні фактори забруднення і їх взаємодія на екосистемі**

Основні фактори забруднення навколишнього середовища і їх джерела. Характер забруднення. Екологічна катастрофа. Види забруднювачів та їх вплив на здоров'я людини, природу. Забруднення за типом походження: механічні, хімічні, фізичні та біологічні. Забруднення за типом походження: матеріальні, енергетичні. Забруднення за часом взаємодії з довкіллям стійкі, середньотривалі й нестійкі. Забруднення за способом впливу: прямого та непрямого впливу на біоту. Навмисні, супутні, аварійно-випадкові забруднення. Найбільш поширені забруднювачі довкілля: оксид вуглецю, окиси азоту, сірчаний газ, сірководень, сполуки хлору, сполуки фтору, свинець, кадмій, ртуть. Ксенобіотики, основні джерела їх надходження в природні середовища. Біологічні агенти як фактори забруднення природних середовищ. Біомоніторинг забруднення навколишнього середовища. Роль мікроорганізмів як індикаторів забруднення навколишнього середовища.

##### **Тема лекційного заняття 3. Біотрансформація, біодеструкція і біодоступність органічних ксенобіотиків**

Поняття біотрансформації, біодеструкції і біодоступності. Основні біохімічні шляхи мікробіологічної трансформації органічних ксенобіотиків. Регуляція процесів біотрансформації. Регуляція на рівні синтезу білка *de novo*. Регуляція на посттрансляційному рівні. Регуляція на рівні білкового катаболізму. Вплив фізіологічних і зовнішніх факторів на процеси біотрансформації. Гормональна регуляція процесів біотрансформації.

Мікроорганізми-деструктори. Генетичні основи створення рекомбінантних мікроорганізмів-деструкторів органічних ксенобіотиків. Основні напрями селекції штамів: хемостатна селекція, використання Д-плазмід, конструювання штамів-деструкцій *in vitro*.

Характеристика плазмід біодеградації і їх біологічні особливості. Фактори навколишнього середовища і біодоступність ксенобіотиків. Особливості динаміки росту мікроорганізмів-біодеструкторів і біологічного розкладання ксенобіотиків. Особливості мікробіологічної трансформації окремих класів органічних ксенобіотиків.

Біотрансформація ксенобіотиків водоростями і рослинами. Роль біотрансформації в адаптації організмів до дії негативних фізичних і хімічних факторів навколишнього середовища. Механізми стійкості рослин до гербіцидів.

Використання ферментів біотрансформації ксенобіотиків для рішення екологічних задач. Створення на основі ферментів біотрансформації ксенобіотиків модельних систем і їх використання для прогнозування генотоксичності хімічних сполук.

#### **Тема лекційного заняття 4. Біотрансформація забруднень неорганічної природи**

Біотрансформація сполук азоту. Основні азотфіксатори. Біохімія азотфіксації. Асиміляція азотвмісних сполук. Асиміляція азоту рослинами. Автотрофна нітрифікація. Біотрансформація сполук сірки. Окислювальна біотрансформація сполук сірки. Біотрансформація металів. Роль мікроорганізмів в зміні рухливості і концентрації металів в природних середовищах. Токсична дія металів на мікроорганізми. Транслокаційна міграція важких металів і радіонуклідів в рослинах. Накопичення забруднень гідробіонтами.

### **Змістовий модуль 2. Біологічна очистка природних середовищ**

#### **Тема лекційного заняття 1. Біодеструкція природних і синтетичних полімерних матеріалів**

Основні природні полімери. Розкладання природних полімерів. Розкладання целюлози. Біодеградація лігніну. Біодеградація ксенобіотиків лігнолітичними мікроорганізмами. Біодеградація синтетичних полімерних матеріалів. Проблема створення біодеградованих пластиків. Регуляція процесів біотрансформації. Використання ферментів біотрансформації ксенобіотиків в біотехнології. Синтез органічних речовин. Переваги біотрансформації перед хімічною трансформацією.

#### **Тема лекційного заняття 2. Біотрансформація лікарських речовин**

Модифікація фармакологічних і токсичних ефектів лікарських препаратів в результаті їх біотрансформації. Механізми лікарської стійкості пухлин. Використання генетичного аналізу ферментів біотрансформації ксенобіотиків для оцінки ризику розвитку онкопатології і прогнозування ефективності лікарської терапії. Комп'ютерний прогноз біотрансформації ксенобіотиків.

#### **Тема лекційного заняття 3. Біологічна очистка промислових і природних забруднених водних середовищ**

Загальна характеристика стічних вод, вимоги до їх очистки. Загальні показники забруднення стічних вод. Класифікація методів біологічної очистки. Загальні принципи очистки стічних вод і організації очисних споруд. Методи і основні показники біологічної очистки стічних вод. Характеристика біоценозів очисних споруд.

Організація процесу аеробної біологічної очистки. Умови роботи аеробної біологічної очистки. Системи і конструкції споруд аеробної біологічної очистки. Проблеми вспування і піноутворення та методи боротьби з цими явищами.

Організація процесу анаеробної біологічної очистки. Умови роботи анаеробної біологічної очистки. Метаногенерація. Системи і конструкції споруд анаеробної біологічної очистки. Видалення азоту із стічних вод. Переробка і утилізація активного мулу очисних споруд. Біологічна очистка природних водоймищ. Біоставки і гідроботанічні площадки.

#### **Тема лекційного заняття 4. Біоремедіація ґрунтів**

Основні сучасні підходи до методів і технологій біологічної очистки ґрунтів і інженерні рішення. Біоремедіація “in situ”. Біоремедіація “off site”. Технологія біоремедіації і можливості її використання. Біоремедіація, біостимуляція і біоаугментація – основні напрями використання біологічних об'єктів для розкладання органічних речовин. Генетично модифіковані мікроорганізми (ГММ) і їх інтродукція в природні ценози, аналіз і методи контролю поведінки в екосистемі. Біологічне видалення важких металів і радіонуклідів. Фіторемедіація. Особливості очистки донних мулів і осадів. Вибір методу ремедіації з урахуванням економічних критеріїв. Комерційні біопрепарати для очистки ґрунтів. Очистка ґрунтів від нафти і нафтопродуктів.

#### **Тема лекційного заняття 5. Біологічна очистка і дезодорація газоповітряних викидів**

Біологічні основи очистки і дезодорація газів. Класифікація методів біодезодорації, апаратурні і технологічні рішення. Основні типи реакторів, їх характеристика і перспективні напрями удосконалення.

### **Змістовий модуль 3. Переробка органічних відходів**

#### **Тема лекційного заняття 1. Мікробіологічна переробка органічних відходів**

Характеристика рослинних і інших вуглеводмісних відходів. Розкладання нафти і нафтопродуктів. Біодеградація поверхнево-активних речовин. Розкладання поліциклічних ароматичних вуглеводів. Біотрансформація галогенвмісних органічних сполук. Розкладання пестицидів. Переробка рослинної сировини і вуглеводмісних відходів в білок одноклітинних організмів. Силосування. Компостування. Біоконверсія рослинної сировини в паливо.

#### **Тема лекційного заняття 2. Вермікомпостування**

Біологічні основи. Класифікація методів вермікомпостування, апаратурні і технологічні рішення. Загальні відомості й біологічні особливості дощових черв'яків. Способи вирощування черв'яків. Підготовка субстрату для черв'яків. Методика формування лож і техніка закладки маточного поголів'я в субстрат. Умови утримання черв'яків у ложах. Оцінка стану популяції черв'яків. Методика розділення лож. Технологія вермікультивування взимку. Вермікультивування на присадибних ділянках. Вермікультура, її склад та використання. Біогумус, його склад і використання.

#### **Тема лекційного заняття 3. Технологічні основи одержання біопрепаратів на основі мікроорганізмів для очистки природних середовищ**

Етапи введення біопрепарату у виробництво. Перелік і характеристика основних стадій технологічного процесу сучасного виробництва біопрепаратів для охорони навколишнього середовища і використання в сільському господарстві. Особливості організації стадії ферментації і стадій виділення біомаси мікроорганізмів. Коротка характеристика промислових методів виділення позаклітинних біологічних агентів, які використовуються в природних середовищах. Організація техніко-хімічного контролю виробництва біопрепаратів.

#### **Тема лекційного заняття 4. Мікробіологічне виробництво біопрепаратів для сільського господарства. Біодобрива**

Виробництво і використання, в тому числі препаратів-азотфіксаторів і препаратів, які покращують постачання рослин фосфором. Азотобактерин, фосфобактерин, кремнебактерин, нітрагін, ризотрофін. Технологія одержання фосфобактерина. Біологічні засоби захисту рослин. Технології одержання і використання біологічних засобів захисту рослин на основі живих клітин бактерій, грибів і вірусів, а також на основі антибіотиків.

## Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р		л	п	лаб	інд	с.р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовий модуль 1. Екобіотехнології в очистці навколишнього середовища</b>												
Тема 1. Екобіотехнологія		2		2	1			1		1	10	
Тема 2. Антропогенні фактори забруднення і їх взаємодія на екосистеми		2		2	2			1		1	10	
Тема 3. Біотрансформація, біодеструкція і біодоступність органічних ксенобіотиків		4		4	2						10	
Тема 4. Біотрансформація забруднень неорганічної природи		2		2	2						10	
Разом за змістовим модулем 1		10		10	7			2		2	40	
<b>Змістовий модуль 2. Біологічна очистка природних середовищ</b>												
Тема 1. Біодеструкція природних і синтетичних полімерних матеріалів		2		2	2			1		1	10	
Тема 2. Біотрансформація лікарських речовин		2		2	2						10	
Тема 3. Біологічна очистка промислових і природних забруднених водних середовищ		2		2	2			1		1	10	
Тема 4. Біоремедіація ґрунтів		2		2	2			1		1	10	
Тема 5. Біологічна очистка і дезодорація газоповітряних викидів		2		2	2			1		1	10	
Разом за змістовим модулем 2		10		10	10			4		4	50	
<b>Змістовий модуль 3. Переробка органічних відходів</b>												
Тема 1. Мікробіологічна переробка органічних відходів		2		2	1			1		2	12	
Тема 2. Вермікомпостування		2		2	1						12	
Тема 3. Технологічні		2		2	1						12	

основи одержання біопрепаратів на основі мікроорганізмів для очистки природних середовищ												
Тема 4. Мікробіологічне виробництво біопрепаратів для сільськогосподарства. Біодобрива		4		4	2			1		2	12	
Разом за змістовним модулем 3		10		10	5			2		4	28	
Курсовий проект (робота) з _____ _____ (якщо є в робочому навчальному плані)	82											
Усього годин	82	30		30	22			8		10	11 8	

#### 4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин
1	Не передбачено робочим навчальним планом	

#### 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не передбачено робочим навчальним планом	

#### 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	<b>Змістовий модуль 1</b>	
1	Біотехнологічно-бактеріологічні дослідження води	2
2	Біологічний аналіз активного мулу	2
3	Використання мікроскопічних грибів в біотехнологічних процесах	2
4	Вивчення активності деяких груп ферментів: амілаза, сахараза, каталаза, протеолітичні ферменти	2
	<b>Змістовий модуль 2</b>	
1	Біотехнологічно-бактеріологічні дослідження повітря	2
2	Визначення хімічного споживання кисню в стічних водах	2
3	Розкладання органічних речовин води і ґрунту з визначенням деяких кінцевих продуктів	2
4	Отримання етанолу з продуктів рослинництва	2
5	Підбір умов і проведення ферментативних реакцій	2
	<b>Змістовий модуль 3</b>	
1	Одержання культур накопичення мікроорганізмів	2

2	Визначення вмісту нітрифікуючих і денітрифікуючих бактерій у ґрунті	2
3	Одержання рослин стійких до посухи	2
4	Одержання рослин стійких до хлоридного та сульфатного засолення ґрунту	2

### 7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

№ з/п	Контрольні питання
1	Фактори навколишнього середовища і біодоступність ксенобіотиків
2	Фізична недоступність забруднення
3	Токсична дія органічних ксенобіотиків
4	Динаміка росту мікроорганізмів-деструкторів і біологічне розкладання ксенобіотиків
5	Мікробіологічна трансформація органічних ксенобіотиків
6	Біотрансформація антибіотиків
7	Розкладання поліциклічних ароматичних вуглеводів
8	Біодеструкція отрунних і вибухових речовин
9	Мікробіологічна трансформація сполук сірки
10	Розкладання целюлози
11	Біодеградація лігніну
12	Дисиміляційна нітратредукція і денітрифікація
13	Асиміляція азотвмісних речовин

#### Тестові питання:

##### Питання 1.

Забруднення це	
1	внесення у навколишнє середовище синтетичних розчинників із руйнівним впливом
2	внесення в навколишнє середовище не характерних хімічних речовин із шкідливим впливом
3	внесення мінімальної кількості синтетичних речовин, які впливають на навколишнє середовище
4	внесення в навколишнє середовище не характерних хімічних речовин із позитивним впливом
5	внесення у навколишнє середовище синтетичних розчинників із позитивним впливом

##### Питання 2.

Механічні забруднення	
1	тверді, газоподібні, рідкі речовини, сполуки штучного походження
2	шуми, вібрації, зміни теплових, електричних, радіаційних полів
3	зміни стану агросфери, гідросфери від негативного впливу антропогенної діяльності
4	тверді частки на поверхні землі, в ґрунті, воді, повітрі
5	катастрофічне розмноження переселених з одного в інше середовище рослин, тварин

##### Питання 3.

До матеріальних забруднень належать	
1	атмосферні забруднення, стічні води, тверді відходи
2	механічні, фізичні, хімічні, біологічні
3	стійкі, середньотривалі, нестійкі
4	навмисні, супутні, аварійно-випадкові
5	теплові викиди, електромагнітні поля, випромінювання

##### Питання 4.

Найбільш поширені забруднювачі довкілля	
1	поживне середовище, сполуки хлору

2	сірчаний газ, регулятори росту
3	оксид вуглецю, окиси азоту, сірководень
4	сполуки хлору, окиси натрію
5	сполуки хлору, стерилізуючі розчини

Питання 5.

Екологічна криза	
1	порушення рівноваги під дією механічних забруднень
2	порушення рівноваги під дією хімічних забруднень
3	зміни необоротного характеру, що відбулися в екосистемах
4	зміни оборотного характеру, що відбулися в екосистемах
5	порушення рівноваги під дією стихійних явищ, антропогенних факторів

Питання 6.

Групи аеробних процесів очистки	
1	конституційні, індукційні
2	енергетичні, ефективні
3	механічні, фізичні
4	екстенсивні, інтенсивні
5	біологічні, хімічні

Питання 7.

Класична біотехнологія	
1	використання біологічних процесів живих клітин з метою одержання заданих продуктів
2	конструювання біологічних систем з метою їх використання в народному господарстві
3	використання живих організмів на відновлення порушеного людиною довкілля
4	застосування інтегрованих методів боротьби з хворобами та шкідниками рослин
5	екологічно безпечні методи переробки рослинної продукції

Питання 8.

Коефіцієнт зооглейності	
1	співвідношення токсичних і нетоксичних форм клітин в мулі
2	співвідношення капсульних і безкапсульних форм клітин в мулі
3	співвідношення патогенних і непатогенних форм клітин в мулі
4	співвідношення аеробних і анаеробних форм клітин в мулі
5	співвідношення бактеріальних клітин та простіших організмів в мулі

Питання 9.

Мікроорганізми активного мулу	
1	Sarcodina, Mastigophora, Ciliata, Suctoria
2	Sarcodina, Mastigophora, Micococcus, Bacillus
3	Pseudomonas, Micococcus, Bacillus
4	Pseudomonas, Ciliata, Suctoria
5	Aeromonas, Bdelovibrio, Chlorella

Питання 10.

Спирти окисляють	
1	Sarcodina
2	Bacillus
3	Bacterium
4	Micococcus
5	Pseudomonas

Питання 11.

Основні джерела забруднення	
1	виробники деревини, льону, шкіри
2	окисні та відновні реакції в середовищі
3	виробництво енергії, гірниче, промислові об'єкти
4	розвиток хімії, металургії, машинобудування
5	кругообіг речовин в природі

Питання 12.

Аеробні методи очистки базуються на системі апаратів	
1	окситенк-вторинний відстойник
2	метантенк-вторинний відстойник
3	біофільтр-вторинний відстойник
4	аеротенк-вторинний відстойник

5	біоставки-вторинний відстойник
---	--------------------------------

Питання 13.

Оксигенк	
1	аерація стічної води чистим киснем
2	аерація стічної води вуглекислим газом
3	аерація стічної води метаном
4	аерація стічної води повітрям
5	аерація стічної води чистим воднем

Питання 14.

Пористі носії біофільтрів	
1	кераміка, мармур, метал
2	гравій, залізо, мембрани
3	керамзит, поліестер, полівініл
4	декстран, залізо, метал
5	кераміка, гравій, керамзит

Питання 15.

Хімічні забруднення	
1	тверді, газоподібні, рідкі речовини, сполуки штучного походження
2	шуми, вібрації, зміни теплових, електричних, радіаційних полів
3	зміни стану агросфери, гідросфери від негативного впливу антропогенної діяльності
4	тверді частки на поверхні землі, в ґрунті, воді, повітрі
5	катастрофічне розмноження переселених з одного в інше середовище рослин, тварин

## 8. Методи навчання

Успіх навчання загалом залежить від внутрішньої активності студентів, від характеру їхньої діяльності, то саме характер діяльності, ступінь самостійності та творчості мають бути важливими критеріями у виборі методу.

**Пояснювально-ілюстративний метод.** Студенти здобувають знання, слухаючи розповідь, лекцію, з навчальної або методичної літератури, через екранний посібник у "готовому" вигляді. Сприймаючи й осмислюючи факти, оцінки, висновки, вони залишаються в межах репродуктивного (відтворювального) мислення. Такий метод якнайширше застосовують для передавання значного масиву інформації. Його можна використовувати для викладення й засвоєння фактів, підходів, оцінок, висновків.

**Репродуктивний метод.** Ідеться про застосування вивченого на основі зразка або правила. Діяльність тих, кого навчають, є алгоритмічною, тобто відповідає інструкціям, розпорядженням, правилам - в аналогічних до представленого зразка ситуаціях.

**Метод проблемного викладення.** Використовуючи будь-які джерела й засоби, педагог, перш ніж викладати матеріал, ставить проблему, формулює пізнавальне завдання, а потім, розкриваючи систему доведень, порівнюючи погляди, різні підходи, показує спосіб розв'язання поставленого завдання. Студенти стають ніби свідками і співучасниками наукового пошуку.

**Частково-пошуковий, або евристичний метод.** Його суть - в організації активного пошуку розв'язання висунутих педагогом (чи самостійно сформульованих) пізнавальних завдань або під керівництвом педагога, або на основі евристичних програм і вказівок. Процес мислення набуває продуктивного характеру, але його поетапно скеровує й контролює педагог або самі студенти на основі роботи над програмами (зокрема й комп'ютерними) та з навчальними посібниками. Такий метод, один з різновидів якого є евристична бесіда, - перевірений спосіб активізації мислення, спонукання до пізнання.

**Дослідницький метод.** Після аналізу матеріалу, постановки проблем і завдань та короткого усного або письмового інструктажу ті, кого навчають, самостійно вивчають літературу, джерела, ведуть спостереження й виміри та виконують інші пошукові дії. Ініціатива, самостійність, творчий пошук виявляються в дослідницькій діяльності найповніше. Методи навчальної роботи безпосередньо переходять у методи, які імітують, а іноді й реалізують науковий пошук.

## 9. Форми контролю

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з дисципліни здійснюють згідно з кредитно-модульною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

Критерії оцінки рівня знань на лабораторних, семінарських та практичних заняттях. На лабораторних заняттях кожен студент з кожної теми виконує індивідуальні завдання. Рівень знань оцінюється: “відмінно” – студент дає вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично вірні відповіді не менш ніж на 90% запитань, рішення задач та лабораторні вправи вірні, демонструє знання підручників, посібників, інструкцій, проводить узагальнення і висновки, акуратно оформляє завдання, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “добре” – коли студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій і розрахунків, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “задовільно” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 60% питань, або на всі запитання дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки, які виправляє за допомогою викладача. При цьому враховується наявність конспекту за темою завдань та самостійність; “незадовільно з можливістю повторного складання” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 35% питань, або на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки. Має неповний конспект лекцій.

Підсумкова (загальна оцінка) курсу навчальної дисципліни. Є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоєності теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи (модульний контроль); оцінка (бали) за виконання лабораторних досліджень. Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістовні модулі. Остаточна оцінка рівня знань складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

## 10. Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамен та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни  $R_{\text{дис}}$  (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи  $R_{\text{нр}}$  (до 70 балів):  $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$ .

## **11. Методичне забезпечення**

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: державні стандарти освіти, навчальні плани, навчальні програми з усіх нормативних і вибіркового навчальних дисциплін; програми навчальної, виробничої та інших видів практик; підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали до семінарських, практичних і лабораторних занять; індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи студентів.

## **12. Рекомендована література**

### **Базова**

1. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б. Наукові основи екобіотехнології. – М. Мир, 2006 г. – 504 с.
2. Кляченко О. Л., Коломієць Ю.В., Пилипенко Л. А., Постоєнко В. О., Екологічна біотехнологія та біоінженерія. К.: ЦП «Компринт», 2018. 567 с.

### **Допоміжна**

3. Навчальний посібник у двох книгах. Книга I / О. В. Швед, Р. О. Петріна, О. З. Комаровська-Порохнявець, В. П. Новіков. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 424 с.
4. Біотехнології в екології: навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, Б. 63 А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 184 с.
5. Екологічна біотехнологія: принципи створення біотехнологічних виробництв: навчальний посібник / Л. Д. Пляцук, Є. Ю. Черниш. – Суми: Сумський державний університет, 2018. – 293 с.

## **13. Інформаційні ресурси**

1. <http://molbiol.ru/>
2. <http://www.nanometer.ru/>
3. [www.biotechnolog.ru](http://www.biotechnolog.ru)