

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра екобіотехнології та біорізноманіття

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології

_____ Коломієць Ю.В.
«21» травня 2021 р.

«СХВАЛЕНО»

На засіданні кафедри екобіотехнології та
біорізноманіття

Протокол №15 від «20» травня 2021 р.
Завідувач кафедри
_____ Патика М.В.

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОП «Біотехнології та
біоінженерія»

_____ Гарант ОП
(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»**

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	16 «Хімічна та біоінженерія»	
Спеціальність	162 «Біотехнологія та біоінженерія»	
Освітній ступінь	Бакалавр	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	3	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	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 організовувати 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
Змістовий модуль 1. Екобіотехнології в очистці навколишнього середовища												
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	
Змістовий модуль 2. Біологічна очистка природних середовищ												
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	
Змістовий модуль 3. Переробка органічних відходів												
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
	Змістовий модуль 1	
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
	Змістовий модуль 2	
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
	Змістовий модуль 3	
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 відстійник
---	--------------------------------

Питання 13.

Окситенк	
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