

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет
Навчально-науковий інститут екологічної безпеки
Кафедра біотехнології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

_____ Гудманян А.Г.
"__22__" ____12____2018 р.



Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

«Екологічна біотехнологія»

Галузь знань: 16 «Хімічна та біоінженерія»
Спеціальність: 162 «Біотехнології та біоінженерія»
Освітньо-професійна програма: «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

Курс – 1 Семестр – 1, 2

Лекції	– 51	Екзамен – 1,2 семестр
Лабораторні заняття	– 51	
Самостійна робота	– 138	
Усього (годин/кредитів ECTS)	–240/ 8	

Домашнє завдання (1) – 1 семестр
Курсовий проект – 2 семестр

Індекс РМ-5-162/17-2.1.3.1

СМЯ НАУ РП 10.02.04-01-2018



Робочу програму навчальної дисципліни «Екологічна біотехнологія» розроблено на основі освітньої програми та робочого навчального плану №РМ-5-162/17 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 162 «Біотехнології та біоінженерія», освітньо-професійної програми «Екологічна біотехнологія та біоенергетика», наказу ректора від 27.04.2018 № 207/од та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробили:
доцент кафедри біотехнології _____ Ястремська Л.
асистент кафедри біотехнології _____ Поштаренко А.

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія», освітньо-професійної програми «Екологічна біотехнологія та біоенергетика» – кафедри біотехнології, протокол № _____ від « _____ » _____ 2018р.

Завідувач кафедри _____ Гаркава К.

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково- методично- редакційної ради навчально-наукового інституту екологічної безпеки, протокол № _____ від « _____ » _____ 2018 р.

Голова НМРР _____ Гроза В.

УЗГОДЖЕНО

Директор ННІЕБ

_____ С. Бойченко

« _____ » _____ 2018 р.

Рівень документа – 3б

Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Контрольний примірник



ЗМІСТ

Вступ

	стор.
1. Пояснювальна записка	
1.1. Заплановані результати.....	4
1.2. Програма навчальної дисципліни.....	4
2. Зміст навчальної дисципліни	
2.1. Структура навчальної дисципліни.....	4
2.2. Лекційні заняття, їх тематика і обсяг.....	5
2.3. Лабораторні заняття, їх тематика і обсяг.....	7
2.4. Самостійна (індивідуальна) робота студентів, її зміст та обсяг.....	8
2.4.1. Домашнє завдання.....	9
2.4.2. Курсовий проект.....	10
3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни	
3.1. Методи навчання.....	11
3.2. Рекомендована література.....	12
3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті.....	12
4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь	
4.1. Методи контролю та схема нарахування балів.....	15



ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни розробляється на основі "Методичних рекомендацій до розроблення та оформлення робочої програми навчальної дисципліни", затверджених розпорядженням від 13.07.2017 р., протокол №106 та відповідних нормативних документів.

1. Пояснювальна записка

1.1. Заплановані результати.

Місце даної дисципліни формує у майбутніх фахівців здатність забезпечити вирішення професійних задач. Отримані теоретичні знання застосовуються на біотехнологічних виробництвах, під час виконання дипломного проекту, у майбутній виробничо-практичній та науково-дослідній роботі.

Мета викладання дисципліни є надання майбутнім фахівцям в галузі біотехнології теоретичних знань та практичних умінь щодо застосування біотехнологічних методів для захисту довкілля та біобезпеки суспільства.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- 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;

У результаті вивчення даної навчальної дисципліни студент повинен набути таких компетентностей:

- джерел та типів забруднень довкілля;
- шляхів перетворень і біодеструкції забруднень в навколишньому середовищі;
- біотехнології очищення стоків та утилізації твердих відходів;
- альтернативних продуктів екобіотехнології;
- створення та застосування біопестицидів та біодобрив для захисту агрокультур від пошкоджень;
- систем біобезпеки при застосуванні біотехнологій;

Вміги:

- 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.

Міждисциплінарні зв'язки

Навчальна дисципліна «Екологічна біотехнологія» базується на знаннях таких дисциплін, як: «Технічна біоенергетика», «Технологія біокумуляції», «Експрес аналіз в біотехнології і екології» та є базою для вивчення таких дисциплін, як: «Біоінженерія та молекулярна біотехнологія», «Біоремедіація», «Інформаційні системи в екобіотехнології» та інших.

1.2. Програма навчальної дисципліни.

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з чотирьох класичних навчальних модулів, а саме:

Модуль №1 «Екологічна біотехнологія - нова комплексна галузь»

Тема 1. Введення до дисципліни «Екологічна біотехнологія».

Екологічна біотехнологія - нова комплексна галузь, розділ загальної біотехнології. Пріоритетні напрями екологічної біотехнології. Особливості виникнення, природа та різноманіття біотехнологічних процесів для вирішення завдань захисту навколишнього середовища. Субстрати і середовища. Поняття поновлюваної і невідновлюваної сировини. Відходи хімічних, мікробіологічних, нафтохімічних і ін. виробництв як субстрати для процесів екологічної біотехнології.

Тема 2. Біологічні методи очищення стоків. Аеробні процеси очищення стоків.

Біологічні методи очищення стоків. Аеробні процеси очищення стічних вод. Якість води і методи очищення. Особливості біологічних методів в порівнянні з фізико-хімічними процесу очищення. Критерії проектування біотехнологічних процесів очищення. Активний мул - складові і хімізм дії. Типи апаратів для аеробного очищення стоків. Гомогенні реактори та гетерогенні аеробні реактори. Принцип функціонування, ефективності дії. Оксигенкі. Реактори з нерухою біоплівки. Особливості експлуатації та продуктивність. Характеристика біополенкі.

Тема 3. Анаеробні процеси очищення стічних вод.

Анаеробні процеси очищення стічних вод. Теоретичні основи процесу. Формальна кінетика. Біохімія та мікробіологія. Промислові апарати для зброджування стоків. Септікстенкі. Анаеробний біофільтр. Характеристика біополенкі і активного мулу. Вимоги до параметрів процесів водоочищення. Ефективність роботи анаеробних очисних споруд.

Тема 4. Обробка та утилізація осаду стічних вод.

Утилізація та знезараження мулу станцій біоочищення. Знезараження мулу термообробкою. Типи мулу станцій біоочищення стоків та їх біомодифікація. Фізико-хімічні стадії технології обробки осадів. Методи зневоднення активного мулу та мулових осадів стоків. Модифікація активного мулу зброджуванням.



Тема 5. Мікробіологічна переробка твердих комунальних відходів.

Норми накопичення, склад і властивості твердих комунальних відходів. Норми накопичення комунальних побутових відходів. Склад твердих комунальних відходів. Властивості твердих комунальних відходів.

Тема 6. Особливості мікробної трансформації окремих класів органічних ксенобіотиків.

Біодоступність та шляхи біодеградації ксенобіотиків у навколишньому середовищі. Поширення і поведінка ксенобіотиків у навколишньому середовищі. Отримання мікроорганізмів - деструкторів ксенобіотиків.

Ліквідація нафтових забруднень води і ґрунту. Основні методи ліквідації нафтових забруднень ґрунту і води. Сорбційні методи. Біоремедіація води і ґрунту. Біорозклад стійких галогеновмісних ксенобіотиків. Біодеградація синтетичних поверхнево-активних речовин. Біорозклад поліциклічних ароматичних вуглеводнів. Біодеградація фенолів..

Тема 7. Біоремедіація навколишнього середовища.

Загальні концепції біоремедіації. Поняття: фіторемедіація, мікроборемедіація, зооремедіація. Переваги та недоліки фітобіоремедіації. Технології фітобіоремедіації: різьфільтрація, фітоекстракція, фітостимуляція, фіговипаровування. Мікроборемедіація. Агенти мікроборемедіації. Переваги мікроборемедіації.

Методи і технології біоремедіації. Мікробна біотехнологія. Мікробно-ферментативна біотехнологія. Біоремедіація забруднених ґрунтів: *in situ* та *ex situ*. Біоремедіація навколишнього середовища: біодеградація важких металів, очищення від нафти і нафтопродуктів, Біоремедіація атмосфери.

Модуль №2 «Екобіотехнології у розв'язанні енергетичних проблем»

Тема 1. Альтернативність біоенерготехнологій.

Джерела енергії. Розвиток нетрадиційних і відновних джерел енергії. Основні теорії і концепції в галузі технологічної біоенергетики. Характеристика паливно-енергетичного комплексу України. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії (НВДЕ) у структурі ПЕК України. Проблеми вітчизняної та світової енергетики. Енергоощадні технології.

Тема 2. Біоенергетика і біоконверсія енергії.

Напрями технологічної біоенергетики. Біоконверсія сонячної енергії. Трансформація сонячної енергії. Сировинна база для біоенергетики. Біоконверсія продуктів фотосинтезу. Біомаса - відновне джерело енергії. Вирішення питань охорони довкілля шляхом зниження парникового ефекту за використання біомаси як джерела енергії. Обмеження у використанні біомаси.

Тема 3. Альтернативність біопалива.

Види біопалива. Тверде біопаливо. Одержання енергії з твердої біомаси. Пряме спалювання. Газифікація біомаси. Рідке біопаливо. Характеристики моторних видів палива. Біоетанол.

Тема 4. Екологічність біоетанольного палива.

Етапи виробництва біоетанолу на крохмалевмісній сировині. Підготовка сировини. Стадія ферментації. Виділення і очищення біоетанолу. Виробництва біоетанолу на мелясі. Алкогольна ферментація гідролізатів деревини. Перспективи одержання біоетанолу в Україні. Продукти біоетанолу. Метаболічна інженерія дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*. Екологічні аспекти одержання біоетанолу.

Тема 5. Біодизель.

Сировинна база для одержання біодизелю. Технологічні особливості виробництва біодизелю. Виробництво чистого та модифікованого біодизелю з ріпаку. Технологія



рїпаково-метильованого ефіру (PME). Потенціал України у виробництві біодизелю. Питання охорони довкілля за виробництва біодизелю.

Тема 6. Біосинтез і фотосинтез енергетично багатих речовин.

Біосистеми та процеси фотосинтезу і біосинтезу. Біопальне з біомаси водоростей. Можливості застосування та переваги використання мікрководоростей для виробництва біодизелю. Технологічні особливості процесу виробництва біодизелю з використанням мікрководоростей.

Тема 7. Технологічні фактори метаногенезу.

Характеристика асоціації мікроорганізмів – продуцентів біогазу. Гідролітичні бактерії. Гідролітичні бактерії. Метаногенні бактерії. Сировина для виробництва біогазу. Технологічні особливості виробництва біогазу. Промислові апарати для одержання біогазу. Переваги біогазових технологій. Недоліки біогазових технологій.

Тема 8. Біоводень як перспективний вид біопалива. Проблеми безпеки біоенерготехнологій.

Біотехнологічні способи одержання водню. Фотобіоніка – створення штучних систем біоводню. Продуценти водню. Особливості воденьутворюючих бактерій. Асоціації культур для одержання водню. Компоненти біосистем водню. Питання охорони довкілля за виробництва біоводню.

Проблеми безпеки біоенерготехнологій. Створення безвідходних або маловідходних біоенерготехнологій. Пошук нових технологічних рішень та біологічних агентів для подолання проблем біоенергетики.

Модуль 3 «Альтернативні продукти екобіотехнологій»

Тема 1. Біопестициди – екобіотехнологічна альтернатива хімічним пестицидам.

Методи отримання і застосування. Типи біопрепаратів агропромислового значення. Бактерійні пестициди. Дія бактерійних токсинів на організм. Промислові бактерійні токсини. Біотехнологія ентомопатогенних бакпестицидів. Грибні пестициди. Дія грибних біопрепаратів. Біотехнологія ентомопатогенного грибного біопестициду. Перспективи грибних пестицидів. Вірусні біопестициди.

Тема 2. Біодобрива – екобіотехнологічна альтернатива збагачення ґрунтів.

Бактеріальні добрива - розумна альтернатива хімічним добривам. Отримання, застосування. Біодобрива на основі азотфіксувальних мікроорганізмів. Властивості та функції азотфіксаторів. Технологія отримання азотних біодобрив. Біодобрива на основі фосфорфіксувальних мікроорганізмів. Технологія отримання фосфорних біодобрив.

Тема 3. Біогенні сурфактанти – екологічна альтернатива синтетичним пар

Біоекологічні напрями застосування біосурфактантів. Біомедичні галузі застосування. Основні типи біосурфактантів. Структура та характеристики біоПАР. Продуценти біосурфактантів. Біохімізм синтезу біоПАР.

Тема 4. Біорозкладаючі полімерні матеріали – екологічна альтернатива синтетичним полімерним матеріалам.

Екологічна небезпека синтетичних полімерів–акумуляції в біосфері синтетичних пластиків. Біопластики - основні поняття, джерела для отримання, характеристика. Полігідроксіалканоати (ПГА) - характеристика, субстрати та способи отримання, штами-продуценти. Принципи біоруйнування ПГА. Фактори, що впливають на швидкості біорозпаду ПГА в природі. Результати дослідження біорозпаду ПГА.



Модуль №4 «Екобіотехнології одержання цінних продуктів»

Тема 1. Екологічні технології у агропромисловості.

Хімічний склад природних біополімерів. Твердофазна ферментація рослинної сировини. Отримання ферментів. Біотехнологічні особливості одержання целюлаз. Технологічні особливості застосування целюлаз у процесах біоконверсії целюлози.

Силосування рослинних кормів. Компостування відходів. Основи процесу компостування. Параметри, що впливають на процес компостування. Системи для компостування. Біотехнологія утилізації відходів птахівництва. Промислова біопереробка відходів птахівництва методом вермікомпостування.

Тема 2. Біотехнологічна переробка промислових відходів.

Промислова біопереробка відходів вітчизняних виробництв. Промислова біопереробка відходів молочної промисловості. Характеристика молочної сироватки. Основні напрямки використання молочної сироватки. Біотехнологічна переробка молочної сироватки: отримання молочної кислоти, отримання етилового спирту. Промислова біопереробка відходів виноробної промисловості. Промислова біопереробка відходів цукрової промисловості.

Тема 3. Біотехнологічне використання відходів спиртового виробництва.

Характеристика післяспиртової барди. Технологія кормової білково-вітамінної добавки. Технологія кормового препарату вітаміна В₁₂. Порівняльна оцінка напрямків переробки післяспиртової барди.

Окремим **5-им модулем** є курсовий проект, який виконується у другому семестрі. КП є важливим складовим закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни.

2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Структура навчальної дисципліни

№ п/п	Назва теми (тематичного розділу)	Обсяг навчальних занять, годин			
		Усього	Лекції	Лабор. занят.	СРС
1	2	3	4	5	6
1 семестр					
Модуль №1 «Екологічна біотехнологія - нова комплексна галузь»					
1.1	Введення до дисципліни «Екологічна біотехнологія».	3	2	-	1
1.2	Біологічні методи очищення стоків. Аеробні процеси очищення стоків.	8	2	2	4
1.3	Анаеробні процеси очищення стічних вод.	8	2	2	4
1.4	Обробка та утилізація осаду стічних вод.	12	2	4	6
1.5	Мікробіологічна переробка твердих комунальних відходів.	4	2	-	2
1.6	Особливості мікробної трансформації окремих класів органічних ксенобіотиків.	3	2	-	1




1.7	Біоре mediaція навколишнього середовища.	3	2	-	1
1.8	Модульна контрольна робота №1	4	2	-	2
Усього за модулем №1		45	16	8	21
Модуль №2 «Екобіотехнології у розв'язанні енергетичних проблем»					
2.1	Альтернативність біоенерготехнологій.	11	2	4	5
2.2	Біоенергетика і біоконверсія енергії.	11	2	4	5
2.3	Альтернативність біопалива.	7	2	1	4
2.4	Екологічність біоетанольного палива.	4	2	-	2
2.5	Бюдизель.	4	2	-	2
2.6	Біосинтез і фотосинтез енергетично багатих речовин.	4	2	-	2
2.7	Технологічні фактори метаногенезу.	4	2	-	2
2.8	Біоводень як перспективний вид біопалива.	3	2	-	1
	Домашнє завдання	8	-	-	8
2.9	Модульна контрольна робота №2	4	2	-	2
Усього за модулем №2		60	18	9	33
Усього за 1 семестр		105	34	17	54
2 семестр					
Модуль 3 «Альтернативні продукти екобіотехнології»					
3.1	Біопестициди – екобіотехнологічна альтернатива хімічним пестицидам.	10	2	4	4
3.2	Біодобрива – екобіотехнологічна альтернатива збагачення ґрунтів.	10	2	4	4
3.3	Біогенні сурфактанти – екологічна альтернатива синтетичним пар	10	2	4	4
3.4	Біорозкладаючі полімерні матеріали – екологічна альтернатива синтетичним полімерним матеріалам.	14	2	6	6
3.5	Модульна контрольна робота №3	4	2	-	2
Усього за модулем №3		48	10	18	20
Модуль №4 «Екобіотехнології одержання цінних продуктів»					
4.1	Екологічні технології у агропромисловості.	11	2	4	5
4.2	Біотехнологічна переробка промислових відходів.	11	2	4	5
4.3	Біотехнологічне використання відходів спиртового виробництва.	17	1	8	7
4.4	Модульна контрольна робота № 4	3	2	-	2
Усього за модулем №4		42	7	16	19
Модуль №5 «Курсовий проект»					
5.1	Виконання та захист курсового проекту	45	-	-	45
Усього за модулем №5		45	-	-	45



Усього за 2 семестр	135	17	34	84
Усього за навчальною дисципліною	240	51	51	138

2.2. Лекційні заняття, їх тематика і обсяг

№ пор.	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год)	
		Лекції	СРС
1	2	3	4
1 семестр			
Модуль №1 «Екологічна біотехнологія - нова комплексна галузь»			
1.1	Введення до дисципліни «Екологічна біотехнологія».	2	1
1.2	Біологічні методи очищення стоків. Аеробні процеси очищення стоків.	2	2
1.3.	Анаеробні процеси очищення стічних вод.	2	2
1.4	Обробка та утилізація осаду стічних вод.	2	2
1.5	Мікробіологічна переробка твердих комунальних відходів.	2	2
1.6	Особливості мікробної трансформації окремих класів органічних ксенобіотиків.	2	1
1.7	Біоремедіація навколишнього середовища.	2	1
	Модульна контрольна робота №1	2	2
	Усього за модулем №1	16	13
Модуль №2 «Екобіотехнології у розв'язанні енергетичних проблем»			
2.1	Альтернативність біоенерготехнологій.	2	2
2.2	Біоенергетика і біоконверсія енергії.	2	2
2.3	Альтернативність біопалива.	2	2
2.4	Екологічність біоетанольного палива.	2	2
2.5	Бюдизель.	2	2
2.6	Біосинтез і фотосинтез енергетично багатих речовин.	2	2
2.7	Технологічні фактори метаногенезу.	2	2
2.8	Біоводень як перспективний вид біопалива.	2	1
	Модульна контрольна робота №2	2	2
	Усього за модулем №2	18	17
	Усього за 1 семестр	34	30
2 семестр			
Модуль №3 «Альтернативні продукти екобіотехнології»			
3.1.	Біопестициди – екобіотехнологічна альтернатива хімічним пестицидам.	2	2
3.2	Біодобрива – екобіотехнологічна альтернатива збагачення ґрунтів.	2	2
3.3	Біогенні сурфактанти – екологічна альтернатива синтетичним ПАВ.	2	2

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни " Екологічна біотехнологія "	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.04 – 01-2018
		Стор. 11 із 19	

3.4	Біорозкладаючі полімерні матеріали – екологічна альтернатива синтетичним полімерним матеріалам.	2	2
	Модульна контрольна робота №3	2	2
	Усього за модулем №3	10	10
Модуль №4 «Екобіотехнології одержання цінних продуктів»			
4.1.	Екологічні технології у агропромисловості.	2	2
4.2.	Біотехнологічна переробка промислових відходів.	2	2
4.3	Біотехнологічне використання відходів спиртового виробництва.	1	2
	Модульна контрольна робота №4	2	2
	Усього за модулем №4	7	8
	Усього за 2 семестр	17	18
	Усього за дисципліною	51	48

2.3. Лабораторні заняття, їх тематика і обсяг

№ по р.	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)	
		Лабор.з аняття	СРС
1	2	3	4
1 семестр			
Модуль №1 «Екологічна біотехнологія - нова комплексна галузь»			
1.1	Отримання модельних розчинів стічних вод біотехнологічних виробництв. Оформлення Акту відбору зразків стічної води.	2	2
1.2	Визначення органолептичних показників стічних вод до біологічного очищення. Визначення рН, кислотності та лужності стічних вод до біологічного очищення.	2	2
1.3	Визначення вологи та гранулометричного складу органічних твердих побічних продуктів біотехнологічного виробництва для їх подальшого використання.	2	2
1.4	Визначення ступеня освітлення стічної води до та після обробки рослинними сорбентами.	2	2
	Всього за модулем №1	8	8
Модуль №2 «Екобіотехнології у розв'язанні енергетичних проблем»			
2.1	Визначення сульфатів у стічних водах до та після аеробного очищення.	2 2	2 1
2.2	Визначення азотистих сполук у стічних водах до та після аеробного очищення.	2 2	2 1
2.3	Визначення сухого залишку стічної води до та після очищення на зернистому фільтрі.	1	2
	Усього за модулем №2	9	8
	Усього за 1 семестр	17	16
Модуль №3 «Альтернативні продукти екобіотехнології»			



3.1	Визначення резистентності мікробіоти ґрунту до нафтопродуктів.	2 2	1 1
3.2	Визначення олігодинамічного ефекту важких металів при очищенні ґрунту мікроорганізмами.	2 2	1 1
3.3	Визначення окислення сірки в ґрунті під дією мікроорганізмів при використанні біодобрив .	2 2	2 1
3.4	Визначення ефективності очищення ґрунту рослинними нафгосорбентами.	2 2	2 1
Всього за модулем №3		16	10
Модуль № 4 «Екобіотехнології одержання цінних продуктів»			
4.1.	Отримання бражки з органічних речовин. Отримання барди при спиртовому бродінні.	2	1
4.2.	Визначення сухих речовин у барді рефрактометричним методом. Визначення придатності барди для виробництва гліцерину, бетаїну та бардяної золи.	2 2	2 1
4.3.	Визначення хімічного споживання кисню у барді до та після біологічного очищення.	2 2	2 1
4.4.	Визначення вмісту органічних та мінеральних речовин в спиртовій барді до та після центрифугування. Визначення придатності барди для виробництва кормових дріжджів.	2 2	1 1
4.5.	Визначення продуктів метаболізму (рідких, газоподібних) та коефіцієнту деструкції харчових відходів.	2 2	1 1
Усього за модулем №4		18	11
Усього за 2 семестр		34	21

2.4. Самостійна робота студента, її зміст та обсяг

№ пор.	Зміст самостійної роботи студента	Обсяг СРС (годин)
1	2	3
1 семестр		
1	Опрацювання лекційного матеріалу	26
2	Підготовка до лабораторних занять	16
3	Підготовка до модульних контрольних робіт	4
4	Домашнє завдання	8
Всього за 1 семестр		54
2 семестр		
1	Опрацювання лекційного матеріалу	14
2	Підготовка до лабораторних занять	21
3	Підготовка до модульних контрольних робіт	4
4	Курсовий проект	45
Всього за 2 семестр		84
Усього за навчальною дисципліною		138



2.4.1. Домашнє завдання

Домашнє завдання (ДЗ) виконуються в першому семестрі, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь студентів і є важливим етапом у засвоєнні навчального матеріалу, що викладається у першому семестрі.

ДЗ виконується на основі навчального матеріалу, винесеного на самостійне опрацювання студентами, і є складовою модулю №1 «Екологічна біотехнологія - нова комплексна галузь» та №2 «Альтернативні продукти екобіотехнології».

Метою ДЗ, в залежності від варіанту, є розширення та поглиблення знань студентів з питань збереження природної екологічної рівноваги при отриманні безпечними методами екологічно чистого продукту; уникнення негативного впливу на довкілля; застосування природоохоронних технологій для відновлення забрудненого довкілля; характеристики джерел та типів забруднення довкілля; з очищення ґрунтів, біоочищення стічних вод, шляхів деградації альтернативних продуктів екобіотехнології, біотехнологій пов'язаних з енергетичними проблемами тощо.

Виконання, оформлення та захист домашнього завдання здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання домашнього завдання, – до 8 годин самостійної роботи.

2.4.2. Курсовий проект

Курсовий проект (КП) з дисципліни виконується у другому семестрі, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь набутих студентом у процесі засвоєння всього навчального матеріалу дисципліни «Екологічна біотехнологія». Виконання КП є важливим етапом у підготовці до виконання дипломного проекту (роботи) майбутнього фахівця - біотехнолога.

Для успішного виконання КП студент повинен **знати** типи моніторингу довкілля, біодеградацію твердих відходів та альтернативних продуктів екобіотехнології, етапи та типи очищення стічних вод, нові підходи до отримання біопалива з різних відходів, що забруднюють навколишнє середовище.

вміти самостійно аналізувати, обирати методи контролю відповідно до типів моніторингу довкілля, визначати ступінь деструкції відходів та накопичення біомаси мікроорганізмів, розраховувати кількість синтезу біогазу та продуктів метаболізму при біоконверсії харчових відходів, підбирати поживні середовища, визначати вміст органічних та мінеральних речовин в стічних водах та їх фізико-хімічні показники, розраховувати економічні та теплові коефіцієнти досліджуваної технологічної схеми.

При виконанні курсового проекту студент повинен показати вміння здійснювати оптимальний вибір конструктивної схеми апарата для конкретної технологічної лінії, обирати методику розрахунку; користуючись нормативно-технологічною документацією, виконувати складальні креслення основних вузлів і деталей за допомогою ЕОМ.

Результати оформляються у вигляді розрахунково-пояснювальної записки обсягом 35-40 сторінок А4 і графічної частини обсягом не менше двох листів формату А1-А2. Виконання, оформлення та захист КП здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання КП – до 45 годин самостійної роботи.



3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

Для активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів робота проводиться у вигляді презентаційного лекційного матеріалу, його обговоренню та аналізу.

3.2. Рекомендована література

Базова література

3.2.1. Білявський Г.О. Основи екології: теорія та практикум: навч. посібник. / Г.О. Білявський, Л.І.Бутченко. – К.: Лібра, 2006. – 368 с.

3.2.2. Ісаєнко В. М. Екологія та охорона навколишнього середовища. Дипломне проектування: навчальний посібник / В. М. Ісаєнко., В. М. Криворотько, Г. М. Франчук. – К.: НАУ, 2005. – 192 с.

3.2.3. Екобіотехнологія [Електронний ресурс]: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів зі спеціальності 6.051401 «Екобіотехнологія» /уклад. Т. В. Іванова. – К.: НУБіП, 2014. – 86с.

3.2.4. Кухаренко А. А. Безотходная биотехнология этилового спирта. / А. А. Кухаренко, А. Ю. Винаров. – М.: Энергоатомиздат, 2001. – 272 с.

3.2.5. Левандовський Л.В. Природоохоронні технології та обладнання: підручн./ Л.В. Левандовський, Н.О. Бублієнко, О.І.Семенова. – К.:НУХТ, 2013. –243с.

3.2.6. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії / О.І.Соловей, Ю.Г.Лега, В.П. Розен [та ін.] за заг. ред. О.І.Солов'я. – Черкаси: Вид. ЧДТУ, 2007. – 484 с.

3.2.7. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие: в 2 т. Т. 1,2 / А. Е. Кузнецов [и др.]. – 2-е изд.– Москва: БИНОМ. – Лаборатория знаний, 2012. – 629с.

3.2.8. Швед О.В. Екологічна біотехнологія: навч. посібник: у 2 кн. Кн.1 / О.В. Швед [та ін.]. – Львів: Вид-во «Львівська політехніка», 2010. – 424 с.

3.2.9. Швед О.В. Екологічна біотехнологія: навч. посібник: у 2 кн. Кн.2 / О.В. Швед [та ін.]. – Львів: Вид-во «Львівська політехніка», 2010. – 368 с.

3.2.10. Ястремська Л.С. Роль анаеробних мікроорганізмів у трансформації сільськогосподарської сировини в біопаливо [Текст]: автореф. канд. с.-г. наук: 03.00.07. / Л. С. Ястремська //Уманський держ. аграр. ун-т. – Умань. – 2008. – 20 с.

3.2.11. Ястремська Л.С. Біотехнологія. Курсове проектування: посібник / Л.С. Ястремська, Л.В.Кисла, В.О.Чугуй, О. Л. Матвеева. – К.: НАУ-ДРУК, 2013. – 75с.

Допоміжна література

3.2.12. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.

3.2.13. Маркевич, Р. М. Методическое руководство по контролю процесса биологической очистки сточных вод: учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-57 01 03 «Биоэкология» / Р.М. Маркевич [и др.]. – Минск: БГТУ, 2009. – 161 с.

3.2.14. Маркевич, Р. М. Экологическая биотехнология. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-57 01 03 «Биоэкология» / Р.М. Маркевич, И.А. Гребенчикова, М.В. Рымовская. – Минск: БГТУ, 2015. – 217 с.

3.2.15. Ручай, Н.С. Экологическая биотехнология: учеб. пособие для студентов специальности «Биоэкология» / Н.С. Ручай, Р.М. Маркевич. – Мн.: БГТУ, 2006. – 312 с.

3.2.16. Сеницын А.П. Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов / А. П.Сеницын, А. В. Гусаков, В. М. Черноглазов. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 224с.

3.2.17. Патица В.П. Екологія мікроорганізмів: посіб. / В.П. Патица, Т.Г. Омелянець, І.В. Гриник, В.Ф. Петриченко – К.: Основа, 2007. – 188 с.



3.2.18. Козлова І.П. Геохімічна діяльність мікроорганізмів та її прикладні аспекти: навчальний посібник./ І.П.Козлова, О. С.Радченко, Л.Г. Степура, Т.О Кондратюк, А.І. Піляшенко-Новохатний. – К: Наукова думка, 2008. – 528 с.

3.2.19. Процеси і апарати мікробіологічної та фармацевтичної промисловості: навчальний посібник / Сидоров Ю.І., Влязло Р. Й., Новіков В. П. // МОН. – Львів: Інтелект-Захід, 2007. – 736 с.

3.2.20. Технологія ліків промислового виробництва: Підручник / В.І. Чуєшов, Л.М. Хохлова, О.О. Ляпунова та ін.; За ред. В.І. Чуєшова. – Х.: Вид-во НФаУ «Золоті сторінки». – 720 с.

3.3. Інформаційні ресурси в інтернет

3.3.1. Закон України "Про відходи" від 05.03.1998, № 187/98-ВР. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80>

3.3.2. Ястремская Л. С. Біотехнологічні аспекти трансформації сільсько господарських відходів в енергоносії [Текст] / Л.С. Ястремская // ВІСНИК ПДАА, 2011. – №4. – с. 44-46. – Режим доступа: <http://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2011/04/044.pdf>

3.3.3. Ястремська Л.С. Мікробіологічна переробка сільськогосподарських відходів у біопаливо [Текст] / Л. С. Ястремська [та ін.] // збірн. наук. праць ННЦ Інститут Землеробства УААН, 2008. – С. 123-127. – Режим доступа: <http://zemlerobstvo.com/wp-content/uploads/v-3-4.2008.pdf>

4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

4.1. Методи контролю та схема нарахування балів

Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи та набутих знань здійснюється в балах відповідно до табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Оцінювання окремих видів навчальної роботи студента

1 семестр				
Модуль №1		Модуль №2		Мак кількість балів
Вид навчальної роботи	Мак кількість балів	Вид навчальної роботи	Мак кількість балів	
Виконання та захист лабораторної роботи № 1.1-1.4 (6бх4)	24 (сумарна)	Виконання та захист лабораторної роботи № 2.1-2.3 (8бх3)	24 (сумарна)	
Виконання завдань експрес-контролю	4	Виконання домашнього завдання	6	
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи № 1 студент має набрати не менше 17 балів</i>		<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи № 2 студент має набрати не менше 18 балів</i>		
Виконання модульної контрольної роботи № 1	15	Виконання модульної контрольної роботи № 2	15	
Усього за модулем № 1	43	Усього за модулем № 2	45	
Семестровий екзамен				12
Усього за 1 семестр				100




2 семестр				
Модуль № 3		Модуль № 4		Мах кількість балів
Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	
Виконання та захист лабораторної роботи № 3.1-3.4 (6бх4)	24 (сумарна)	Виконання та захист лабораторної роботи № 4.1-4.5(6бх5)	30 (сумарна)	88
Виконання завдань експрес-контролю	4			
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи № 3 студент має набрати не менше 17 балів</i>		<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи № 4 студент має набрати не менше 18 балів</i>		
Виконання модульної контрольної роботи № 3	15	Виконання модульної контрольної роботи № 4	15	
Усього за модулем № 3	43	Усього за модулем № 4	45	
Семестровий екзамен				
Усього за 2 семестр				100
2 семестр				
Модуль №5				Мах кількість балів
Вид навчальної роботи				
Виконання курсового проекту				60
Захист курсового проекту				40
Виконання та захист курсового проекту				100

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Відповідність рейтингових оцінок за окремі види навчальної роботи
в балах оцінкам за національною шкалою

Оцінка в балах					Оцінка за національною шкалою
Виконання завдань експрес- контролю	Виконання домашнього завдання	Виконання та захист лабораторних робіт модуль 2	Виконання та захист лабораторних робіт модуль 1,3,4	Виконання та захист модульної роботи	
4	6	8	6	14-15	Відмінно
3	5	6-7	5	12-13	Добре
2,5	4	5	4	9-11	Задовільно
менше 2,5	менше 4	менше 5	менше 4	менше 9	Незадовільно

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни " Екологічна біотехнологія "	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.04 – 01-2018
		Стор. 17 із 19	

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Сума поточної та контрольної модульних рейтингових оцінок становить підсумкову модульну рейтингову оцінку (табл.4.3), яка в балах та за національною шкалою заноситься до відомості модульного контролю.

Таблиця 4.3

Відповідність підсумкових модульних рейтингових оцінок в балах оцінкам за національною шкалою

Модуль № 1,3	Модуль № 2,4	Оцінка за національною шкалою
39-43	41-45	Відмінно
32-38	34-40	Добре
26-31	27-33	Задовільно
менше 26	менше 27	Незадовільно

4.5. Підсумкова модульна рейтингова оцінка, отримана студентом за результатами виконання та захисту курсового проекту в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до відомості модульного контролю.

4.6. Сума підсумкових модульних рейтингових оцінок у балах становить підсумкову семестрову модульну рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінку за національною шкалою (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Відповідність підсумкової семестрової модульної рейтингової оцінки в балах оцінкам за національною шкалою

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою
79-88	Відмінно
66-78	Добре
53-65	Задовільно
менше 53	Незадовільно


Таблиця 4.5

Відповідність екзаменаційної рейтингової оцінки в балах оцінці за національною шкалою

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою
11-12	Відмінно
9-10	Добре
7-8	Задовільно
менше 7	Незадовільно

4.7. Сума підсумкової семестрової модульної та екзаменаційної (табл. 4.5). рейтингових оцінок у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS (табл. 4.6).

4.8. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни " Екологічна біотехнологія "	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.04 – 01-2018
		Стор. 18 із 19	

Таблиця 4.6

Відповідність підсумкової семестрової рейтингової оцінки в балах оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
90-100	Відмінно	A	Відмінно (відмінне виконання з незначною кількістю помилок)
82-89	Добре	B	Дуже добре (вище середнього рівня з кількома помилками)
75-81		C	Добре (в загальному вірне з певною кількістю суттєвих помилок)
67-74	Задовільно	D	Задовільно (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
60-66		E	Достатньо (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
35-59	Незадовільно	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)
1-34		F	Незадовільно (з обов'язковим повторним курсом)

4.9. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка заноситься до залікової книжки та навчальної картки студента, наприклад, так: **92/Відм./А**, **87/Добре/В**, **79/Добре/С**, **68/Задов./D**, **65/Задов./E** тощо.

4.10. Підсумкова модульна рейтингова оцінка, отримана студентом за результатами виконання та захисту курсового проекту, крім відомості модульного контролю, заноситься також до навчальної картки, залікової книжки та Додатку до диплома, наприклад, так: **92/Відм./А**, **87/Добре/В**, **79/Добре/С**, **68/Задов./D**, **65/Задов./E** тощо.

4.11. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни визначається як середньоарифметична оцінка з підсумкових семестрових рейтингових оцінок у балах (з цієї дисципліни – за перший та другий семестри) з наступним її переведенням в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.



(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				