

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кафедра харчових технологій і технологій переробки продукції
тваринництва**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«НАНОТЕХНОЛОГІЇ В БІОТЕХНОЛОГІЇ»

**ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ
РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ФАКУЛЬТЕТ**

**16 Хімічна та біоінженерія
162 – Біотехнології та біоінженерія
Перший (бакалаврський)
Біолого-технологічний**

**Біла Церква
2024**

Робоча програма з навчальної дисципліни «Нанотехнології в біотехнології» для здобувачів вищої освіти біолого-технологічного факультету за спеціальністю 162 «Біотехнології та біоінженерія», бакалаврський рівень вищої освіти / Укладачі Цехмістренко О.С., Калініна Г.П., Димань Т.М., Мерзлов С.В., Наріжний С.А., Ломова Н.М., Гребельник О.П., Чагаровський В.П., Федорук Н.М., Загоруй Л.П., Король-Безпала Л.П. – Біла Церква: БНАУ, 2024. – 18 с.

Розробники: О.С. Цехмістренко, д.с.-г.н., професор
Г.П. Калініна, к.т.н., доцент

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва
(Протокол № 1 від 08.08. 2024р.)

Завідувач кафедри харчових технологій
і технологій переробки продукції тваринництва,
доцент

Л.П. Загоруй

Схвалено науково-методичною комісією біолого-технологічного факультету
(Протокол № 1 від 08.08.2024 р.)

Голова науково-методичної комісії, професор

С.В. Мерзлов

Гарант освітньої програми,
д-р с-г наук, професор

С.В.Мерзлов

ЗМІСТ

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ	5
3. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ	5
4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Нанотехнології в біотехнології»	7
5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ	8
6. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	9
6.1. Лекції	9
6.2. Практичні заняття	10
6.3. Самостійна робота	12
6.4. Орієнтовна тематика індивідуальних та групових завдань	12
7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ	13
8. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ	14
9. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	15
10. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	15
11. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ	17
РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	17

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Згідно з навчальним планом на 2024–2025 навчальний рік, на вивчення дисципліни «Нанотехнології в біотехнології» для денної форми навчання виділено 120 академічних годин (4 кредити ECTS), у т.ч. аудиторних – 52 години (лекції – 26, практичні заняття – 26), самостійна робота студентів – 68 годин.

Опис навчальної дисципліни за показниками та формами навчання наведено в таблиці:

Найменування показників	Шифр та найменування галузі знань, спеціальності, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів, відповідних ECTS – 4	Галузь знань 18 «Виробництво та технології»	Обов'язкова	
Змістових модулів – 5	Спеціальність: 162 «Біотехнології та біоінженерія»	<i>Рік підготовки:</i>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання – не передбачене		4-й	
Загальна кількість академічних годин – 120		<i>Семестр</i>	
		8-й	
		<i>Лекції</i>	
		26 год	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 2,5	Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти	<i>Практичні</i>	
		26 год	
		<i>Самостійна робота</i>	
		68 год	
		Підсумковий контроль: залік	

Метою вивчення дисципліни «Нанотехнології в біотехнології» формування у студентів здатностей до аналізу можливості використання системних знань щодо основних напрямків нанобіотехнології, біологічних об'єктів нанорівня, методичних підходів та особливостей функціонування нанобіотехнологічних процесів, нових біологічно активних речовин, які створені за допомогою нанобіотехнології, перспектив розвитку нанобіотехнологій, дати уявлення про практичне значення методів, які розробляються у нанобіотехнології для медицини, охорони навколишнього середовища, та інших виробництв і тим самим розширити їх профорієнтаційні можливості.

2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Грунтується на знаннях, одержаних студентами при вивченні дисциплін: Математика, Фізика, Органічна хімія, Загальна та неорганічна хімія Біохімія, Біофізика, Загальна біотехнологія, Загальна мікробіологія і вірусологія, Молекулярна біологія, Біохімічні та фізичні методи аналізу в біотехнології та на

знаннях іноземної мови не нижче рівня А2 і інформаційних технологій на рівні користувача.

Використовується для контролю якості лікарських засобів у фармацевтичній промисловості, а також при виконанні дослідної роботи в наукових установах, лабораторіях та науково-дослідних інститутах

3. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Згідно вимог освітньо-професійної програми «Біотехнологія» здобувачі повинні набутися здатності отримувати наступні компетентності:

Здатність застосовувати на практиці методи та засоби автоматизованого проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення;

Програмний результат навчання відповідно до Стандарту вищої освіти спеціальності «Біотехнології та біоінженерія»	Результати навчання з дисципліни
РН13. Вміти здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення (визначення потреби у цільовому продукті і розрахунок потужності виробництва)	РН 13.1. Здійснювати визначення потреби у цільовому продукті; РН 13.2. Здійснювати розрахунок потужності виробництва.
РН14. Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу	РН 14.1. Обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування; РН 14.2. Обґрунтувати вибір необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу; РН 14.3. Застосовувати спеціальне обладнання, сучасні методи та інструменти за проведення біологічного дослідження.

4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «НАНОТЕХНОЛОГІЇ В БІОТЕХНОЛОГІЇ»

Змістовий модуль 1. ОСНОВНІ ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ НАНОБІОТЕХНОЛОГІЙ

1. Предмет та завдання нанотехнології та нанобіотехнології.
2. Зв'язок з іншими науками.
3. Конвергенція нано і біотехнологій.
4. Основні об'єкти нанобіотехнології.
5. Історія становлення нанобіотехнології нанотехнологій в Україні та світі.
6. Нанобіотехнологія та біонанотехнологія.
7. Загальні поняття та ключові відмінності.
8. Фундаментальні основи і сфери використання нанобіотехнологій.
9. Перспективи розвитку та комерціалізації нанотехнологій в Україні та країнах світу. Особливості українського ринку нанотехнологій
10. Наночастинки. Медико-біологічні об'єкти, які мають розміри наночастинок. Основні галузі використання наночастинок.
11. Наноматеріали. Категорії наноматеріалів. Класифікація наноматеріалів.
12. Структура нанотехнологічних досліджень.
13. Методи дослідження нанооб'єктів.
14. Мікроскопія, як метод дослідження та діагностики нанооб'єктів та наносистем
15. Особливості наночастинок, які обумовлюють їхні унікальні властивості.
16. Особливості фізичних взаємодій на наномасштабах.
17. Квантові розмірні ефекти у нанооб'єктах.
18. Об'єкти природного походження, які відповідають визначенням нанооб'єктів, наноматеріалів і нанотехнологій.
19. Біоміметичні нанотехнології.
20. Приклади нанотехнологій у природі.
21. «Ефект лотосу», лапи гекона, віруси, радіолярії та ін.
22. Запозичення ідей для створення наноматеріалів у живої природи

Змістовий модуль 2. СТВОРЕННЯ І ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ У НАНОБІОТЕХНОЛОГІЯХ ТА ЇХ ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ В БІОЛОГІЇ, МЕДИЦИНІ ТА ФАРМАЦІЇ.

1. Способи та підходи до отримання нанорозмірних частинок.
2. Процеси отримання нанооб'єктів "згори - вниз".
3. Процеси отримання нанооб'єктів «знизу – вгору».
4. Основні типи первинних нанорозмірних будівельних блоків, які складають основу матеріалів і пристроїв.
5. Інструменти для створення наноструктур.
6. Літографія.
7. Молекулярний синтез.
8. Самозбірка.
9. Наноскопічне вирощування кристалів.
10. Полімеризація
11. Карбонові наноматеріали. Фулерени. Нанотрубки. Графен. Отримання та застосування в біології та медицині
12. Квантові точки, поняття, застосування в біології та медицині

13. Застосування нанобіотехнологій у медицині та фармації.
14. Досягнення у сфері наномедицини.
15. Нанобіотехнології в діагностиці захворювань.
16. Нанодіагностика та нанодетекція.
17. Наноліки. Нановакцини
18. Типи систем таргетної доставки ліків. Структура, властивості та види ліпосом. Імобілізація протипухлинних препаратів на наночастинках. Нанотехнології у подоланні антибіотикорезистентності [2, 3]
19. Нанотехнології у регенеративній медицині.
20. Застосування нанобіотехнологій для розробки нових лікарських препаратів.
21. Застосування амінокислот для створення наноструктур.
22. Наноензимні композити.
23. Сучасні нанопрепарати

Змістовий модуль 3. РИЗИКИ НАНОТЕХНОЛОГІЙ.

НАНОТОКСИКОЛОГІЯ

1. Ризики нанотехнологій.
2. Нанотехнології та наноетика.
3. Нанотоксикологія.
4. Концепція сірого слизу Ерика Дрекслера.
5. Концепція зеленого слизу.
6. Шляхи потрапляння промислових наноматеріалів у довкілля. Екотоксичність.
7. Вплив промислових наночастинок на екосистеми.
8. Ключові проблеми екотоксикології наноматеріалів
9. Канцерогенність наночастинок

Змістовий модуль 4. ЗАСТОСУВАННЯ НАНОБІОТЕХНОЛОГІЙ У

РІЗНИХ ГАЛУЗЯХ НАРОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРОМИСЛОВОСТІ

1. Застосування нанотехнологій в сільському господарстві.
2. Нанопрепарати для лікування рослин на генному рівні.
3. Нанобіодобрива.
4. Кормові нанодобавки.
5. Вирішення глобальної продовольчої проблеми за допомогою нанотехнологій
6. Застосування нанобіотехнологій в харчовій та легкій промисловостях
7. Розробка косметичних засобів на основі наночастинок

Змістовий модуль 5. НАНОБІОТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ

ДОВКІЛЛЯ

1. Застосування нанобіотехнологій для збереження довкілля.
2. Інноваційні нанобіотехнології для очищення води.
3. Наносенсиори та нанобіосенсиори.
4. Принципи конструювання нанобіосенсорів

5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

Назви змiстових модулiв i тем	Кiлькiсть годин											
	денна форма						заочна форма					
	всього	у тому числi					всього	у тому числi				
		л	п	лб	iнд	СРС		л	п	лб	iнд	СРС
Змiстовий модуль 1.												
Тема 1	9	2	2			5						
Тема 2	9	2	2			5						
Тема 3.	9	2	2			5						
Разом за модуль 1	27	6	6			15						
Змiстовий модуль 2.												
Тема 1	9	2	2			5						
Тема 2	9	2	2			5						
Тема 3	9	2	2			5						
Тема 4	9	2	2			5						
Тема 5	9	2	2			5						
Тема 6	9	2	2			5						
Разом за модуль 2	54	12	12			30						
Змiстовий модуль 3												
Тема 1	9	2	2			5						
Разом за модуль 3	9	2	2			5						
Змiстовий модуль 4												
Тема 1	7	1	1			5						
Тема 2	7	1	1			5						
Тема 3	9	2	2			5						
Разом за модуль 4	23	4	4			15						
Змiстовий модуль 5												
Тема 1	7	2	2			3						
Разом за модуль 5	7	2	2			3						
Всього годин	120	26	26			68						

Примітка: л – лекції, п – практичні заняття, лб–лабораторно-практичні заняття; інд – індивідуальні завдання, СРС – самостійна робота студентів.

6. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Лекції

Тема і зміст лекції	К-ть годин
Змістовий модуль 1. ОСНОВНІ ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ НАНОБІОТЕХНОЛОГІЇ	
1. Предмет та завдання нанотехнології та нанобіотехнології. Зв'язок з іншими науками. Конвергенція нано і біотехнологій. Основні об'єкти нанобіотехнології. Історія становлення нанобіотехнології нанотехнологій в Україні та світі. Нанобіотехнологія та біонанотехнологія. Загальні поняття та ключові відмінності. Фундаментальні основи і сфери використання нанобіотехнологій. Перспективи розвитку та комерціалізації нанотехнологій в Україні та країнах світу. Особливості українського ринку нанотехнологій [1, 9]	2
2. Наночастинки. Медико-біологічні об'єкти, які мають розміри наночастинок. Основні галузі використання наночастинок. Наноматеріали. Категорії наноматеріалів. Класифікація наноматеріалів. Структура нанотехнологічних досліджень. Методи дослідження нанооб'єктів. Мікроскопія, як метод дослідження та діагностики нанооб'єктів та наносистем [1, 9]	2
3. Особливості наночастинок, які обумовлюють їхні унікальні властивості. Особливості фізичних взаємодій на наномасштабах. Квантові розмірні ефекти у нанооб'єктах. Об'єкти природного походження, які відповідають визначенням нанооб'єктів, наноматеріалів і нанотехнологій. Біоміметичні нанотехнології. Приклади нанотехнологій у природі. «Ефект лотосу», лапи гекона, віруси, радіоларії та ін. Запозичення ідей для створення наноматеріалів у живої природи [5. 9]	2
Разом за змістовий модуль 1	6
<i>Змістовий модуль 2. СТВОРЕННЯ І ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ У НАНОБІОТЕХНОЛОГІЯХ ТА ЇХ ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ В БІОЛОГІЇ, МЕДИЦИНІ ТА ФАРМАЦІЇ.</i>	
4. Способи та підходи до отримання нанорозмірних частинок. Процеси отримання нанооб'єктів "згори - вниз". Процеси отримання нанооб'єктів «знизу – вгору». Основні типи первинних нанорозмірних будівельних блоків, які складають основу матеріалів і пристроїв. Інструменти для створення наноструктур. Літографія. Молекулярний синтез. Самозбірка. Наноскопічне вирощування кристалів. Полімеризація [1, 9]	2
5. Карбонові наноматеріали. Фулерени. Нанотрубки. Графен. Отримання та застосування в біології та медицині [2, 3]	2
6. Квантові точки, поняття, застосування в біології та медицині [2, 4]	2
7. Застосування нанобіотехнологій у медицині та фармації. Досягнення у сфері наномедицини. Нанобіотехнології в діагностиці захворювань. Нанодіагностика та нанодетекція. Наноліки. Нановакцини [2, 3]	2

8. Типи систем таргетної доставки ліків. Структура, властивості та види ліпосом. Імобілізація протипухлинних препаратів на наночастинках. Нанотехнології у подоланні антибіотикорезистентності [2, 3]	2
9. Нанотехнології у регенеративній медицині. Застосування нанобіотехнологій для розробки нових лікарських препаратів. Застосування амінокислот для створення наноструктур. Наноензимні композити. Сучасні нанопрепарати [2, 3]	2
Разом за змістовий модуль 2	12
<i>Змістовий модуль 3. РИЗИКИ НАНОТЕХНОЛОГІЙ. НАНОТОКСИКОЛОГІЯ</i>	
10. Ризики нанотехнологій. Нанотехнології та наноетика. Нанотоксикологія. Концепція сірого слизу Ерика Дрексlera. Концепція зеленого слизу. Шляхи потрапляння промислових наноматеріалів у довкілля. Екотоксичність. Вплив промислових наночастинок на екосистеми. Ключові проблеми екотоксикології наноматеріалів Канцерогенність наночастинок [5, 6]	2
Разом за змістовий модуль 3.	2
<i>Змістовий модуль 4. ЗАСТОСУВАННЯ НАНОБІОТЕХНОЛОГІЙ У РІЗНИХ ГАЛУЗЯХ НАРОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРОМИСЛОВОСТІ</i>	
11. Застосування нанотехнологій в сільському господарстві. Нанопрепарати для лікування рослин на генному рівні. Нанобіодобрива. Кормові нанодобавки. Вирішення глобальної продовольчої проблеми за допомогою нанотехнологій [2, 7] 12. Застосування нанобіотехнологій в харчовій та легкій промисловостях [2, 7]	2
13. Розробка косметичних засобів на основі наночастинок [2, 4]	2
Разом за змістовий модуль 4.	4
<i>Змістовий модуль 5. НАНОБІОТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ</i>	
14. Застосування нанобіотехнологій для збереження довкілля. Інноваційні нанобіотехнології для очищення води. Наносенсиори та нанобіосенсиори. Принципи конструювання нанобіосенсорів [5, 10]	2
Разом за змістовий модуль 5	2
Всього годин	26

6.2. Практичні заняття

№	Назва теми	К-ть годин
1.	1.1. Основні об'єкти нанобіотехнології. Історія становлення нанобіотехнології нанотехнологій в Україні та світі. Нанобіотехнологія та біонанотехнологія. Загальні поняття та ключові відмінності. Фундаментальні основи і сфери використання	2

	нанобіотехнологій. Перспективи розвитку та комерціалізації нанотехнологій в Україні та країнах світу. Особливості українського ринку нанотехнологій [1, 9]	
2.	1.2. Наночастинки. Медико-біологічні об'єкти, які мають розміри наночастинок. Основні галузі використання наночастинок. Наноматеріали. Категорії наноматеріалів. Класифікація наноматеріалів. Структура нанотехнологічних досліджень. Методи дослідження нанооб'єктів. Мікроскопія, як метод дослідження та діагностики нанооб'єктів та наносистем [1, 9]	2
3.	1.3. Особливості наночастинок, які обумовлюють їхні унікальні властивості. Особливості фізичних взаємодій на наномасштабах. Квантові розмірні ефекти у нанооб'єктах. Об'єкти природного походження, які відповідають визначенням нанооб'єктів, наноматеріалів і нанотехнологій. Біоміметичні нанотехнології. Приклади нанотехнологій у природі. «Ефект лотосу», лапи гекона, віруси, радіоларії та ін. Запозичення ідей для створення наноматеріалів у живої природи [2, 9]	2
4.	2.1. Способи та підходи до отримання нанорозмірних частинок. Процеси отримання нанооб'єктів "згори - вниз". Процеси отримання нанооб'єктів «знизу – вгору». Основні типи первинних нанорозмірних будівельних блоків, які складають основу матеріалів і пристроїв. Інструменти для створення наноструктур. Літографія. Молекулярний синтез. Самозбірка. Наноскопічне вирощування кристалів. Полімеризація [1, 9]	2
5.	2.2. Карбонові наноматеріали. Фулерени. Нанотрубки. Графен. Отримання та застосування в біології та медицині [2, 3]	2
6.	2.3. Квантові точки, поняття, застосування в біології та медицині [2, 4]	2
7.	2.4. Застосування нанобіотехнологій у медицині та фармації. Досягнення у сфері наномедицини. Нанобіотехнології в діагностиці захворювань. Нанодіагностика та нанодетекція. Наноліки. Нановакцини [2, 3]	2
8.	2.5. Типи систем таргетної доставки ліків. Структура, властивості та види ліпосом. Імобілізація протипухлинних препаратів на наночастинках Нанотехнології у подоланні антибіотикорезистентності [2, 3]	2
9.	2.6. Нанотехнології у регенеративній медицині [2, 3] Застосування нанобіотехнологій для розробки нових лікарських препаратів. Застосування амінокислот для створення наноструктур. Наноензимні композити. Сучасні нанопрепарати [2, 3]	2
10	3.1. Ризики нанотехнологій. Нанотехнології та наноетика [5, 6] Нанотоксикологія. Концепція сірого слизу Ерика Дрекслера. Концепція зеленого слизу. Шляхи потрапляння промислових наноматеріалів у довкілля.	2

	Екотоксичність. Вплив промислових наночастинок на екосистеми. Ключові проблеми екотоксикології наноматеріалів. Канцерогенність наночастинок [5, 6]	
11	4.1. Застосування нанотехнологій в сільському господарстві. Нанопрепарати для лікування рослин на генному рівні. Нанобіодобрива. Кормові нанодобавки. Вирішення глобальної продовольчої проблеми за допомогою нанотехнологій [2, 7] Застосування нанобіотехнологій в харчовій промисловості. Нанотехнології розробки харчових продуктів [2, 7]	2
12	4.2. Розробка косметичних засобів на основі наночастинок [2, 4]	2
13	5.1. Застосування нанобіотехнологій для збереження довкілля [5, 10] Наносенсори та нанобіосенсори. Принципи конструювання нанобіосенсорів [5, 10] Модульна контрольна робота	2
Всього		26

6.3. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	К-ть годин
1	Вивчення лекційного матеріалу згідно із тематикою курсу лекцій	21
2	Підготовка до практичних занять та оформлення звітів	27
3	Підготовка презентації та доповідей згідно питань поточного заняття	26
Всього годин		64

Примітка: У розрахунку годин на виконання самостійної роботи передбачено час на виконання індивідуальних завдань

6.4. Орієнтовна тематика індивідуальних та групових завдань

1. Нанобіотехнологія. Історичний розвиток. Загальна концепція.
2. Основні завдання нанобіотехнології.
3. Основні об'єкти нанобіотехнології.
4. Нанобіотехнологія та біонанотехнологія. Загальні поняття, ключові відмінності.
5. Біонанотехнологія. Історичний розвиток в Україні та в світі.
6. Чи є різниця між термінами «нанобіотехнологія» та «біонанотехнологія»? Поясніть відповідь.
7. Які категорії наноматеріалів ви знаєте?
8. Наночастинки.
9. Які медико-біологічні об'єкти мають розміри наночастинок.
10. Нанотехнології з використанням нуклеїнових кислот.
11. Основні галузі використання наночастинок.
12. Методи дослідження нанооб'єктів.

13. Особливості наночастинок, які обумовлюють їхні унікальні властивості.
14. Мікроскопія як метод дослідження та діагностики нанооб'єктів та наносистем.
15. Два підходи до отримання наночастинок.
16. Особливості фізичних взаємодій на наномасштабах.
17. Квантові розмірні ефекти у нанооб'єктах.
18. Процеси отримання нанооб'єктів "згори - вниз". Літографія.
19. Процеси отримання нанооб'єктів «знизу – вгору».
20. Класифікація наноматеріалів. Перспективи розвитку та комерціалізації нанотехнологій в Україні та країнах світу.
21. Де найбільша затребуваність нанотехнологічної продукції в Україні?
22. Застосування нанотехнологій в сільському господарстві.
23. Застосування нанотехнологій у охороні довкілля.
24. Які карбонові наноструктури ви знаєте? Де вони застосовуються?
25. Безпека товарів та процесів наноіндустрії. Охарактеризуйте наноризики.
26. Приклади нанотехнологій у природі.
27. Способи отримання нанорозмірних частинок.
28. У якій країні найбільші капіталовкладення у ринок нанотехнологій.
29. Які глобальні проблеми людства допоможуть вирішити нанотехнології?
30. Природні наносистеми у зберіганні, відтворенні та реалізації генетичної інформації клітини.
31. Наноструктури, що утворюються ліпідами. Моношари, міцели, ліпосоми.
32. Принцип самоскладання в біологічних системах. Використання біологічних структур з унікальною геометрією як темплатів для отримання наноматеріалів і наноструктур.
33. Застосування вірусних структур як інструментів нанотехнологій.
34. Квантові точки, поняття, застосування.
35. Нанотрубки, отримання та застосування.
36. Вуглецеві наноматеріали. Фулерени, отримання та застосування.
37. Вуглецеві наноматеріали. Графен, отримання та застосування.
38. Особливості нанотехнологічних виробництв.
39. Нанодіагностика та нанодетекція.
40. Наноліки.
41. Нановакцини.
42. Досягнення у сфері наномедицини.
43. Нанотехнології у регенеративній медицині.
44. Нанотехнології у подоланні антибіотикорезистентності.
45. Нанотехнології розробки харчових продуктів.

7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Під час лекційного курсу застосовуються слайдові презентації у програмі *Microsoft Office Power Point*, роздатковий матеріал, дискусійне обговорення проблемних питань.

Практичні заняття проводяться у вигляді семінарів-практикумів з виконанням ситуаційних та розрахункових завдань – індивідуальних та в групах; лабораторних досліджень; конференцій; ділових та рольових ігор.

У разі дистанційного і змішаного навчання використовуються навчальна платформа Moodle Білоцерківського НАУ, онлайн-платформи ZOOM, Microsoft Team, Google Meet, електронна пошта, мобільні додатки Viber, Telegram.

Самостійна робота студентів (СРС) виконується за технологією групового навчання під керівництвом рівного (*Peer-led team learning*), оцінка рівних (*Peer assessment*). Алгоритм:

1. Студенти отримують завдання для групової СРС та критерії оцінювання. Термін виконання – 2 тижні. Кількість груп залежить від суті завдання.

2. Студенти мають розподілити функції між учасниками групи (керівні, виконавчі, технічна підтримка тощо); сформувати комунікаційну стратегію; визначитися з лідером; підготувати матеріал для презентації; забезпечити, щоб усі члени групи володіли інформацією на достатньому для проведення дискусії рівні.

3. Оцінювання: студенти отримують бали за кожним критерієм з обґрунтуванням, загальна сума множиться на кількість студентів у групі, що працювала над проектом, а потім колективно (усі учасники групи, які присутні на занятті, де презентують результати, мають погодити рішення!) розподіляють бали відповідно до внеску кожного учасника.

Студент може брати участь у виконанні завдання і не бути присутнім на презентаційній частині, якщо його функції як члена групи не вимагають присутності.

8. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Поточний контроль з предмету «Нанотехнології в біотехнології» включає тематичне оцінювання та модульний контроль.

Тематичне оцінювання аудиторної та самостійної роботи студентів здійснюється на основі отриманих ними поточних оцінок за усні та письмові відповіді з предмету, самостійні, практичні та контрольні роботи.

Поточний контроль за виконанням ІНДЗ здійснюється відповідно до графіку виконання завдання.

Модульний контроль проводиться у формі комп'ютерного тестування.

Кількість отриманих балів з кожного виду навчальних робіт за різними формами поточного контролю виставляється студентам у журнал академічної групи та електронний журнал після кожного контрольного заходу.

Підсумковий контроль навчальної діяльності студентів у першому семестрі здійснюється у формі заліку за результатами поточного контролю (тематичного оцінювання, виконання ІНДЗ та модульного контролю) і не передбачає обов'язкової присутності студентів. Результати заліку оприлюднюються в журналі академічної групи до початку екзаменаційної сесії.

Підсумковий контроль навчальної діяльності студентів у другому семестрі здійснюється у формі іспиту.

9. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Оцінка за лекційне заняття виставляється у разі лекції-дискусії за активність студента.

Оцінку на практичному занятті студент отримує за виконані розрахункові, лабораторні роботи, командні проєкти, зроблені доповіді, презентації, есе, активність під час дискусій.

Під час модульного та підсумкового контролю засобами оцінювання результатів навчання з дисципліни є стандартизовані комп'ютерні тести.

10. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Поточний контроль успішності здобувачів вищої освіти здійснюється за чотирирівневою шкалою – «2», «3», «4», «5».

Критерії оцінювання результатів навчання за чотирирівневою шкалою

Бали	Критерії оцінювання
«Відмінно»	Отримують за роботу, в якій повністю і правильно виконано завдання. Водночас здобувач вищої освіти має продемонструвати вміння аналізувати і оцінювати явища, факти і процеси, застосовувати наукові методи для аналізу конкретних ситуацій, робити самостійні висновки, на основі яких прогнозувати можливий розвиток подій і процесів, докладно обґрунтувати свої твердження та висновки.
«Добре»	Отримують за роботу, в якій повністю і правильно виконано 75 % завдань. Водночас здобувач вищої освіти виявляє навички аналізувати і оцінювати явища, факти і події, робити самостійні висновки, на основі яких прогнозувати можливий розвиток подій і процесів та докладно обґрунтувати свої твердження та висновки.
«Задовільно»	Отримують за роботу, в якій правильно виконано 60 % завдань. При цьому здобувач вищої освіти не виявив вміння аналізувати і оцінювати явища, факти та недостатньо обґрунтував твердження та висновки, недостатньо певно орієнтується у навчальному матеріалі.
«Незадовільно»	Отримують за роботу, в якій виконано менш як 60 % завдань. При цьому здобувач вищої освіти демонструє невміння аналізувати явища, факти, події, робити самостійні висновки та їх обґрунтувати, що свідчить про те, що студент не оволодів програмним матеріалом.

Підсумкова оцінка з дисципліни виставляється за 100-бальною шкалою. Вона обчислюється як середнє арифметичне значення (САЗ) всіх отриманих студентом оцінок з наступним переведенням їх у бали за такою формулою:

$$\text{БПК} = \frac{\text{САЗ} \times \text{max ПК}}{5},$$

де *БПК* – бали з поточного контролю; *САЗ* – середнє арифметичне значення усіх отриманих студентом оцінок (з точністю до 0,01); *тах ПК* – максимально можлива кількість балів з поточного контролю.

Відсутність студента на занятті у формулі приймається як «0».

Критерії оцінювання за дворівневою шкалою

Під час проведення заліку навчальні досягнення студентів оцінюються за дворівневою шкалою: зараховано, незараховано.

Оцінка «зараховано» (60–100 балів) ставиться студентові, який виявив знання основного навчального матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання і майбутньої роботи за фахом, здатний виконувати завдання, передбаченні програмою, ознайомлений з основною рекомендованою літературою; під час виконання завдань припускається помилок, але демонструє спроможність їх усувати.

Оцінка «незараховано» (1–59 балів) ставиться студентові, який допускає принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань, не може продовжити навчання чи розпочати професійну діяльність без додаткових занять з відповідної дисципліни.

Шкала оцінювання успішності здобувачів вищої освіти

За 100-бальною шкалою	За шкалою ECTS	За національною шкалою	
		іспит	залік
90–100	A	Відмінно	Зараховано
82–89	B	Добре	
75–81	C	Задовільно	
64–74	D		
60–63	E		
35–59	FX	Незадовільно (незараховано) з можливістю повторного складання	
1–34	F	Незадовільно (незараховано) з обов'язковим повторним вивченням	

Розподіл балів, що присвоюється здобувачам вищої освіти за підсумкового контролю «залік»

Види робіт	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Модульний контроль	ІНДЗ	Загальний бал
Максимально можлива кількість балів	10	30	10	40	10	100

Розподіл балів, що присвоюється здобувачам вищої освіти за підсумкового контролю «іспит»

Види робіт	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Модульний контроль	ІНДЗ	Іспит	Загальний бал
Максимально можлива кількість балів	10	20	10	20	10	30	100

11. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

1. Слайдові презентації у програмі Microsoft Office PowerPoint;
2. Інформаційні стенди у навчальній аудиторії;
3. Нормативно-технічна документація.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Заячук Д. М. Нанотехнології і наноструктури : навч. посібник / Д. М. Заячук; Нац. ун-т “Львів. політехніка”. – Львів, 2009. – 580 с.
2. Стойка Р.С., Прилуцький Ю.І., Наумовець А. та ін.: Багатофункціональні наноматеріали для біології і медицини: молекулярний дизайн, синтез і застосування. 2017. - Київ, НВП «Видавництво «Наукова думка» НАН України». 364 с. ISBN 978-966-00-1564-7
3. Нанорозмірні системи і наноматеріали: дослідження в Україні / Редкол.: А.Г. Наумовець (глав. ред.) ; НАН України. – К. : Академперіодика, 2014. – 768 с., 4 с. ил. – ISBN 978-966-360-260-8
4. Нанонаука, нанобіологія, нанофармація / І. С. Чекман, З. Р. Ульберг, В. О. Маланчук [та ін.]. – Київ : Поліграф плюс, 2012. – 327 с.
5. Зозуля, В. П., Камінський, О. М., Чумак, В. В., Тітов, Ю. О., & Панасюк, Д. Ю. (2023). Сучасні наноматеріали медико-біологічного призначення.
6. Nelson, J. K. (2010). *Dielectric polymer nanocomposites* (Vol. 226). New York, NY, USA:: Springer.
7. Шірінян А. С., Макара В. А. Актуальні проблеми наноматеріалів і нанотехнологій. Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології Nanosystems, Nanomaterials, Nanotechnologies. 2010, т. 8, № 2, сс. 223—269.
8. Макаренко Н.А. Нанопрепарати у рослинництві: екотоксикологічне оцінювання небезпечності [Монографія] / Н.А. Макаренко, В.І. Бондарь, Л.В. Рудніцька, А.В. Сальнікова. – К.: ЦП «Компринт», 2016.- 110с.
9. Чекман І.С. Нанофармакологія. – К.: Задруга, 2011. – 424 с.
10. Walker J.M., Raply R. (eds.). – *Molecular Biology and Biotechnology*, 5th Ed, RSC Publishing, 2009. – 604 p.
11. Матюшенко І. Ю. Розробка і впровадження конвергентних технологій в Україні в умовах нової промислової революції: організація державної підтримки:

- монографія. Харків: ФОП Александрова К. М., 2016. 556 с. ISBN 978-966-2194-53-1.
12. Інноваційні нанотехнології активації і знезаражування води та вібраційне обладнання / Р. І. Сілін, А. І. Гордєєв, Г. Б. Параска [та ін.]. – Хмельницький : ХмЦНП, 2013. – 252 с.
13. Цехмістренко С.І., Бітюцький В.С., **Цехмістренко О.С.**, Демченко О.А., Тимошок Н.О., Мельниченко О.М. Екологічні біотехнології “зеленого” синтезу наночастинок металів, оксидів металів, металоїдів та їх використання: наукова монографія / С.І. Цехмістренко та ін.; за редакцією С.І. Цехмістренко. – Біла Церква, 2022. – 270 с.

Додаткова література

1. Нанорозмірні системи та наноматеріали: дослідження в Україні / Л. Ю. Авдєєва, О. А. Авраменко, О. В. Аксененко [и др.]; НАН України. – Київ: Академперіодика, 2014. – 766 с.
2. Богуслаєв, В. О., Качан, О. Я., Калініна, Н. Є., Мозговий, В. Ф., & Калінін, В. Т. (2015). Наноматеріали і нанотехнології-Запоріжжя, АТ «Мотор Січ». – 207 с.
3. Nanobiotechnology. Concepts, applications and perspectives/ Niemeyer C.M., Mirkin C.A..- Wiley-Vch Verlag, 2004.- 469 pp.
4. Nanomedicine and Nanobiotechnology/ Avouris P. et al..- Springer, 2012.- 136 pp.
5. Xubing Xie The Nanobiotechnology Handbook/ CRC Press, 2013.- 649 pp.
6. Ibrahim H. Nanotechnology and Its Applications to Medicine: an over view, QJM: An International Journal of Medicine, Volume 113, Issue Supplement_1, March 2020, hcaa060.008, <https://doi.org/10.1093/qjmed/hcaa060.008>
7. Sim S., Wong N. Nanotechnology and its use in imaging and drug delivery (Review). Biomedical Reports. – 2021. <https://doi.org/10.3892/br.2021.1418/>
8. Goodsell D.S. Bionanotechnology. Lessons from Nature. - Wiley-Liss, Inc., Hoboken, New Jersey, 2004.
9. Dabhane, H., Ghotekar, S., Zate, M. et al. A novel approach toward the bio-inspired synthesis of CuO nanoparticles for phenol degradation and antimicrobial applications. Biomass Conv. Bioref. - 2023. <https://doi.org/10.1007/s13399-023-03954-y>.
10. Ekrami E., Pouresmaeli M., Sadat Hashemiyooun E., Noorbakhsh N., Mahmoudifard M. (2022) Nanotechnology: a sustainable solution for heavy metals remediation. Environ Nanotechnol Monit Manag 18:100718. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2022.100718>.
11. Hansen S.F., Arvidsson R., Nielsen. M.B., Hansen O.F.H., Clausen L.P.W., Baun A., Boldrin A. (2022) Nanotechnology meets circular economy. Nat Nanotechnol 17:682–685. <https://doi.org/10.1038/s41565-022-01157-6>

Адреси сайтів в INTERNET

<https://uk.nure.info/blog/190-nanotexnolohiyi-sohodni-i-zavtra.html>

<https://futurenow.com.ua/nanotehnologiyi-v-biologiyi-5-najtsikavishyh-zastosuvan/>