

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра технології конструкційних матеріалів та матеріалознавства



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету
конструювання та дизайну

Зіновій РУЖИЛО
2023 р.

«СХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри технології
конструкційних
матеріалів та матеріалознавства

Протокол № 15 від "10" 05 2023 р.

Завідувач кафедри
Костянтин ЛОПАТЬКО

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОНП
«Біотехнології та біоінженерія»

Костянтин ЛОПАТЬКО

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
**Глобальні проблеми дослідження біотехнології та
біоінженерії**

рівень вищої освіти – третій (освітньо-науковий)

спеціальність – 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Розробник: д.т.н., професор Лопатько К.Г.

Київ – 2023р.

1. Опис навчальної дисципліни

Глобальні проблеми дослідження біотехнології та біоінженерії

Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь		
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія	
Освітньо-науковий рівень	Третій (освітньо-науковий)	
Освітній ступінь	Доктор філософії	
Спеціальність	162 Біотехнології та біоінженерія	
Освітньо-наукова програма	Біотехнології та біоінженерія	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проект (робота)	Не передбачено	
Форма контролю	іспит	
Показник навчальної дисципліни для денної та заочної форми навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1	1
Семестр	2	2
Лекційні заняття	30	8
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	15	8
Самостійна робота	75	104
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3	4

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Формування загальних і спеціальних компетентностей, необхідних для науково-педагогічних кадрів у галузі біоінженерії, отримання нових та/або практично спрямованих результатів для викладання та проведення

досліджень у сфері біотехнології та біоінженерії. Дисципліна забезпечує загальну наукову та технологічну підготовку майбутніх біотехнологів у НУБіП України: «Глобальні проблеми дослідження біотехнології та біоінженерії», яка є комплексною дисципліною, що містить основні відомості щодо способів отримання наноматеріалів, зокрема біогенних металів. Вивчаються методи фізичного та хімічного аналізу, визначення їх будови та властивостей, технології та екологічних наслідків їх використання.

1.1 Мета дисципліни є вивчення структурних, фізико-хімічних та токсикологічних аспектів безпеки наноматеріалів і процесів наноіндустрії, а також технічне та технологічне забезпечення виробництва нанопродукції.

1.2. Завдання вивчення дисципліни

- вивчення основних причин виникнення загроз, пов'язаних з розвитком наноіндустрії, а також ризиків для людини, тварин, рослин та навколишнього середовища у зв'язку з розвитком процесів наноіндустрії та виробництвом наноматеріалів.
- вивчення механізмів впливу продуктів наноіндустрії на біологічні об'єкти, основні напрямки нейтралізації загроз, пов'язаних з використанням продуктів наноіндустрії і розвитком технології їх створення, а також питань попередньої оцінки ризиків, пов'язаних з використанням наноматеріалів та методів та способів синтезу нанорозмірних об'єктів.
- формування уявлень про заходи з нейтралізації та зменшенню ймовірності нанозагроз, а також виробленню навичок проектування елементів технологічних процесів виробництва наноматеріалів, нано- та мікросистем з мінімально допустимими ризиками для людини і навколишнього середовища.

На лабораторних заняттях студенти виконують самостійно (під керівництвом викладача) на попередньо підготовленому матеріалі завдання відповідної лабораторної роботи. Результати лабораторних досліджень заносяться в журнал лабораторних робіт.

На теоретичному курсі дисципліни проводиться систематичний контроль знань студентів за пройденими розділами.

За результатами вивчення навчальної дисципліни студент повинен оволодіти компетентностями:

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати комплексні проблеми професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері біотехнологій та біоінженерії, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

Загальні компетентності (ЗК):

Дисципліна закладає базу знань теоретичного характеру з наноматеріалів, що необхідні для проведення наукових досліджень та виконання практичної роботи з отримання наноматеріалів, є засобом формування у майбутніх біотехнологів навичок щодо наукових узагальнень, здатності використовувати фундаментальні знання при вирішенні задач біотехнології та біоінженерії. Дисципліна надає необхідні знання студенту для подальшого вивчення ним інших фахових дисциплін технічного та біотехнологічного спрямування.

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК3. Здатність працювати в міжнародному контексті

ЗК4. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері біотехнологій та біоінженерії на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

Фахові (спеціальні) компетентності (СК):

СК1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері біотехнологій та біоінженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з біотехнологій та суміжних галузей.

СК3. Здатність застосовувати сучасні методи та інструменти досліджень, і цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та викладацькій діяльності.

СК5. Здатність розробляти нові та вдосконалювати існуючі біотехнології на основі розуміння наукових сучасних фактів, концепцій, теорій, принципів і методів біоінженерії та природничих наук.

СК6. Здатність критично аналізувати, оцінювати і синтезувати нові та комплексні ідеї у сфері біотехнологій та біоінженерії та з дотичних міждисциплінарних питань.

СК7. Здатність генерувати нові ідеї щодо розвитку теорії та практики біотехнологій та біоінженерії, виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК8. Здатність аналізувати фізичні явища, що супроводжують технологічні процеси синтезу нанобіоматеріалів, зокрема у наслідок електрофізичних методів обробки та процесів електроіскрового диспергування біогенних металів.

СК9. Здатність призначати та оптимізувати режими електроіскрової обробки біогенних металів для отримання та біоінженерного використання наночастинок та препаратів на їх основі у промислових біотехнологічних процесах.

СК10. Здатність раціонально та без загроз для існуючого агробіоценозу використовувати наночастинок біогенних металів, що отримані електроіскровим синтезом та іншими методами для забезпечення

продуктивності біотехнологічних процесів вирощування та захисту рослин та отримання господарських цінних результатів їх застосування.

СК11. Здатність створювати сучасні індустріальні препарати на основі колоїдів біогенних металів та/або сумісні препарати із іншими біологічними об'єктами, зокрема мікробіологічними препаратами для біотехнологічного застосування.

Програмні результати навчання:

РН4. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з біотехнологій та біоінженерії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН5. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми біотехнологій та біоінженерії з врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

РН6. Використовувати сучасні принципи, концепції, теорії, наукові дані фізіології, біохімії, генетики, інших наук для вдосконалення біологічних агентів і регуляції біотехнологічних процесів.

РН7. Розробляти нові та вдосконалювати існуючі біотехнології отримання практично цінних біотехнологічних продуктів різного призначення і природоохоронні біотехнології.

РН9. Організовувати і здійснювати освітній процес у сфері біотехнологій та біоінженерії, його наукове, навчально-методичне та нормативне забезпечення, розробляти і викладати спеціальні навчальні дисципліни у закладах вищої освіти.

PH10. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

PH11. Глибоко розуміти загальні принципи та методи біотехнологій та біоінженерії, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері біотехнологій та біоінженерії та у викладацькій практиці.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

- основні шляхи та механізми проникнення наночастинок металів у біологічні об'єкти, зокрема рослини та їх включення у загальний метаболізм рослинного організму;
- ризики та прояви фітотоксичного впливу наночастинок металів на рослини з урахуванням фізико-біологічних характеристик нанорозмірних об'єктів та їх концентрації у агробіосфері;
- призначення наноформ металевих мікроелементів, їх конкурентні властивості у порівнянні з іншими формами елементів живлення рослинних організмів;
- враховувати взаємодію біогенних нанорозмірних металів з елементами біоценозу (мікроорганізмами) та визначати склад та концентрацію діючої речовини у складі біопрепаратів;
- основну мету та методи ефективного використання продукції наноіндустрії у процесах та технологіях рослинництва.

вміти:

- здійснювати попередню оцінку ризиків, пов'язаних з використанням наноматеріалів і процесів нанотехнологій, розробляти систему

мікроелементних добрив з урахуванням агротехнології сільськогосподарської культури, фізіологічних особливостей культури, умов вирощування (відкритий або закритий ґрунт) та існуючого агробіоценозу;

- призначати технологічні режими електроіскрової обробки окремих кристалічних (струмопровідних) речовин для синтезу нанорозмірної форми біогенних металів для подальшого біотехнологічного використання;
- проводити моніторинг результатів використання наночастинок металів у біотехнологіях вирощування сільськогосподарських культур.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної форми навчання студентів 1 курсу 2 семестр
2023/2024 навчального року

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	усь ого	у тому числі					всь ого	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	14	
Змістовий модуль 1. Нанобіоматеріали для біотехнології														
Тема 1. Введення у дисципліну	1	4	2	-	2	-	5	-	1	-	1	-	12	
Тема 2. Нанобіоматеріали, їх властивості та застосування у біотехнологіях	2-3	6	4	-	2	-	10	-	1	-	1	-	12	
Тема 3. Механізми проникнення та транслокація наночастинок металів	4-5	6	4		2		10	-	1		1		12	
Разом за змістовим модулем 1			10	-	6	-	25	-	3	-	3	-	36	
Змістовий модуль 2. Зв'язок будови наноматеріалів та їх біологічних властивостей														
Тема 4. Фізичні методи контролю	5-6	6	4	-	2	-	10	-	1	-	1	-	12	

технологічних, хімічних та біологічних характеристик наноматеріалів													
Тема 5. Зв'язок морфології та будови твердої фази з біологічною функціональністю нанобіоматеріалів	7-8	6	4	-	2	-	10	-	1	-	1	-	12
Тема 6. Вплив наночастинок металів на мікроорганізми	9-10	6	4	-	2	-	10	-	1	-	1	-	10
Разом за змістовим модулем 2			12	-	8	-	30	-	3	-	3	-	34
Змістовий модуль 3. Використання нанобіоматеріалів та їх фітотоксичність													
Тема 7. Фітотоксичний вплив та екоотоксикологія наноматеріалів	11-12		4	-	2	-	10	-	1	-	1	-	17
Тема 8. Сфери та бітехнологічні приклади використання наноматеріалів	13-14		4	-	2	-	10	-	1	-	1	-	17
Підсумкова лекція	15		2		1		-	-	-	-	-	-	
Разом за змістовим модулем 3			9	-	9	-	20	-	2	-	2	-	34
Усього годин		120	30	-	15	-	75	-	8	-	8	-	104

3. Темі лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Введення в дисципліну «глобальні проблеми дослідження біотехнології та біоінженерії».	4
2	Нанобіоматеріали, їх властивості та застосування у біотехнологіях.	4
3	Механізми проникнення та транслокація наночастинок металів.	4

4	Фізичні методи контролю технологічних, хімічних та біологічних характеристик наноматеріалів.	4
5	Зв'язок морфології та будови твердої фази з біологічною функціональністю нанобіоматеріалів. Вплив наночастинок металів на мікроорганізми.	4
6	Фітотоксичний вплив та екотоксикологія наноматеріалів	4
7	Сфери та бітехнологічні приклади використання наноматеріалів	4
8	Підсумкова лекція	2

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення основних критеріїв контролю нанобіоматеріалів.	2
2	Вивчення морфологічних характеристик наночастинок металів та їх зв'язок з біологічною функціональністю.	2
3	Методи контролю механізмів проникнення та транслокації наночастинок металів	2
4	Методи дослідження контролю технологічних, хімічних та біологічних характеристик дисперсної твердої фази колоїдних розчинів металів.	2
5	Вивчення мікробіологічних методів оцінки впливу нанобіоматеріалів на бактерії та гриби	2
6	Методи оцінки фітотоксичності наноматеріалів на об'єкти флори та фауни	2
7	Приклади використання нанобіоматеріалів у біотехнологіях. Оцінка результатів лабораторних досліджень.	2
8	Контрольна робота	1

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

1. Основні біотехнологічні терміни. Природа та різноманітність біотехнологічних процесів. Перспективи розвитку біотехнології.
2. Що таке розмірний ефект в нанобіотехнологіях ?

3. За якими критеріями здійснюється вибір біологічноактивних речовин, зокрема нанобіоматеріалів?
4. Як змінює внесок міжфазної області в колоїдних розчинах в загальні властивості об'єкту при зменшенні розміру частинок.
5. Основні процеси очищення та концентрування продуктів біотехнології.
6. Що таке питома поверхня дисперсної системи?
7. Як впливають морфологічних характеристик наночастинок металів на біологічні об'єкти та їх зв'язок з біологічною функціональністю.
8. Який інструментарій використовується для спостереження і дослідження нанооб'єктів і наноструктур?
9. Що таке самоорганізація нано- або нанобіоструктур?
10. Стимуляція метаболічної активності біологічних об'єктів нанобіочастинками металів.
11. Чому колоїдні розчини наночасток металів певний час зберігають свою стійкість?
12. Навколишнє середовище та біотехнологія. Біологічна переробка промислових відходів.
13. Механізми проникнення та транслокація наночастинок металів у рослинних організмах?
14. Що є ядром міцели у водному колоїдному розчині наночасток металу?
15. Методи контролю накопичення, елімінації та біодеградації наночастинок біогенних металів.
16. Що є оболонкою міцели у водному колоїдному розчині наночасток металу?
17. Методи контролю технологічних, хімічних та біологічних характеристик наноматеріалів.
18. Що містить узагальнена схема біотехнологічного процесу?
19. Вплив морфології та будови твердої фази на біологічну функціональність наночастинок металів.
20. Основні технологічні етапи виробництва ферментних препаратів.

21. Які критерії вибору якісного та кількісного складу препаратів на основі наночастинок біогенних металів для використання у рослинництві?
22. Взаємодія наночастинок металів з мікроорганізми та які механізми впливу на їх метаболічну активність.
23. Методи оцінки токсичності металів; фітотоксичність, гостра та хронічна токсичність, тератогенність речовини.
24. Характеристика об'єктів молекулярної біотехнології: прокаріоти (*Escherichia coli*), еукаріоти (*Saccharomyces cerevisiae*); перспективи молекулярної біотехнології.
25. Засоби та методи захисту рослин на основі нанобіоматеріалів та нанобіопрепаратів.
26. Бактерії як системи доставки антигенів. Поверхневі антигени бактерій. Шляхи створення вакцин з використанням бактерій як систем доставки антигенів.
27. Трофічна структура мікробної спільноти. Мікробна спільнота як система.
28. Характеристика вегетативних органів рослин. Технології застосування нанобіопрепаратів у рослинництві.
29. Наночастинки металів як засоби доставки препаратів та діагностики захворювань.
30. Змішані субстрати на основі наночастинок біогенних металів. Набуття метаболічної та фізіологічної активності.
31. Перспективні напрями раціонального природокористування. Природні та антропогенні забруднення біосфери.
32. Глобальні екологічні наслідки забруднення атмосфери та способи очищення викидів антропогенного походження.
33. Біотехнологічний процес та екологічна безпека агробіосфери.

6. Методи навчання.

- Словесні: лекції;
- Наочні: слайди, відео, наочний матеріал (деталі, схеми, стенди).

Практичні:

- лабораторні роботи;
- технологічна практика;
- курсова робота;
- самостійна робота.

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.

7. Форми контролю:

- контрольна робота;
- модульна контрольна робота;
- екзамен.

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 справи 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 не обґрунтовані, 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.

8. Розподіл балів, які отримують здобувача вищої освіти. Оцінювання здобувача вищої освіти відбувається згідно положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 26.04.2023 р. протокол № 10 з табл. 1.

ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

<p><i>Політика щодо дедлайнів та</i></p>	<p>Студент повинен здавати усі роботи в заплановані терміни до закінчення вивчення поточного модуля. Роботи, що здаються з порушенням термінів без поважних причин</p>
---	--

перескладання:	оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модульної контрольної роботи відбувається за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний) і дозволяється в термін до закінчення наступного модуля).
Політика щодо академічної доброчесності:	Списування, використанні мобільних девайсів, додаткової літератури під час модульних контрольних робіт, заліків та екзаменів заборонено. Письмові роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу.
Політика щодо відвідування:	Відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковим для всіх студентів. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись згідно з індивідуальним навчальним планом, затвердженим у визначеному порядку. Пропущені лекції, після їх опрацювання здобувачем вищої освіти, відпрацьовуються у вигляді співбесіди з викладачем або в он-лайн формі. Пропущені лабораторні заняття відпрацьовуються студентами в лабораторії кафедри.

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

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

9. Методичне забезпечення.

- методичні вказівки для виконання лабораторних робіт;
- методичні вказівки для виконання курсової роботи;
- стенди, плакати;
- вимірювальне обладнання та різні пристосування для верстатів.

10. Рекомендована література

– основна:

1. Наноматеріалознавство: Навчальний посібник / Афтандіянц Є.Г., Зазимко О.В., Лопатько К.Г. / Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. - 480 с.
2. Наноматеріали та нанотехнології. Навчальний посібник В. Малишев, Н. Куцевська, О. Папроцька, О. Терещенко. Видавництво Університет "Україна". 2018. – 350 с.
3. Наноматеріали. Технології одержання, класифікація, властивості та застосування. В. Малышев, Н. Куцевська, О. Папроцька, А. Габ, Д. Шахнін. Видавництво Університет "Україна". 2017. – 80 с.
4. Мікробіологія харчових виробництв. / Пирог Т.П., Решетняк Л.Р., Поводзинський В.М., Грегірчак Н.М. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 464 с.
5. Гаркава К.Г., Косоголова Л.О., Карпов О.В., Ястремська Л.С. Біотехнологія. Вступ до фаху: навч. посіб. – К.: НАУ, 2012. – 296 с.
6. Мартиненко О.І. Методи молекулярної біотехнології: Лабораторний практикум / За наук. ред. чл.-кор. НАН України, проф. Д.М. Говоруна. — К.: Академперіодика, 2010. - 232 с.
7. Пирог Т.П., Ігнатова О.А. Загальна біотехнологія: Підручник. – К.: НУХТ, 2009. – 336 с.
8. Харчова біотехнологія: підручник / Т.П. Пирог, М.М. Антонюк, О.І. Скроцька, Н.Ф. Кігель. – К.: Вид. Ліра-К, 2016. – 426 с.
9. Пирог Т.П., Іутинська Г.О., Софілканич А.П., Конон А.Д. Мікробні поверхнево-активні речовини у природоохоронних технологіях. К.: Наукова думка, - 2016. – 278 с.

10. Буценко Л.М., Пирог Т.П. Біотехнологічні методи захисту рослин: підручник – К.: Видавництво Ліра, 2018. – 346 с.

11. Наноматеріалознавство і нанотехнології. Кондир А.І. Наукова думка. 2019. – 230 с.

12. Посібник Наноматеріали та нанотехнології. Їх використання у харчовому виробництві. В. Малишев, В. Косенко, С. Кадомський. Видавництво Університет "Україна". 2017. – 230 с.

– додаткова:

1. Методика та організація наукових досліджень: Навч. посіб. / С. Е. Важинський, Т. І. Щербак. – Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – 260 с.

2. Адаменко М. І. Основи наукових досліджень / М. І. Адаменко, М. В. Бейлін. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. – 188 с.

3. Білуха М. Т. Методологія наукових досліджень: підруч. Для бакалаврів, магістрів і аспірантів екон. спец. ВНЗ – К. : АБУ, 2002. – 480 с.

4. Бобилєв В. П., Іванов І. І., Проїдак Ю. С. Методологія та організація наукових досліджень: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ : Системні технології, 2008. – 264 с.

5. Загальна хімія: підруч. / В.В. Григор'єва, В.М. Самійленко, А.М. Сич, Голуб О.А. – К.: «Вища школа», 2009. – 470 с.

6. Загальна та неорганічна хімії: підруч./ О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В. М. Ледовських, С. В. Іванов. – К.: Пед. преса, 2000, 2002. – Ч.1 – 520с., Ч.2 – 784с.

7. Неділько, С.А. Загальна і неорганічна хімія: задачі та вправи : навч. посібник. / С.А. Неділько, П.П. Попель. – К.: Либідь, 2001. – 400 с.

8. Бобрівник, Л.Д. Органічна хімія: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Л.Д. Бобрівник, В.М. Руденко, Г.О. Лезенко. – К., Ірпінь: ВТО «Перун», 2005. – 544 с.
9. Генетика: підруч. / А.В. Сиволоб, С.Р. Рушковський, С.С. Кир'яченко та ін. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2008. – 320 с.
10. Ігнатова О.А., Скроцька О.І. Генетика (частина 1. Загальна та молекулярна генетика): Конспект лекцій для студ. напряму 6.051401 «Біотехнологія» ден. та заоч. форм навчання. – К.: НУХТ, 2009 – 83 с.
11. Красінько В.О., Волошина І.М., Лич І.В., Ігнатенко С.В.. Біологія клітини: Навч. посіб. — К.: НУХТ, 2016. — 300 с.
12. Пирог Т.П. Загальна мікробіологія: Підруч. – 2-е вид., доп і перероб. – К.: НУХТ, 2010. – 632 с.
13. Пирог, Т.П. Природознавча мікробіологія: курс лекцій. – К. :НУХТ. – 2014. – 131 с.
14. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. - Київ: Либідь, 2005. - 808 с.
15. Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум. – К.: Лібра, 2006. – 368 с.
16. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології. – К.: Вища шк., 2010. – 403 с.
17. Гумницький, Я.М. Інженерна екологія: навч. посіб. / Я.М. Гумницький, І.М. Петрушка. – Львів: Львівська політехніка, 2015. – 260 с.
18. Жигуц, Ю.Ю. Інженерна екологія / Ю.Ю. Жигуц, В.Ф. Лазар. – К.: Кондор, 2012. – 170 с.
19. Клименко М.О., Кнорр Н.В., Пилипенко Ю.В. Моніторинг довкілля: Практикум. – К.: Кондор, 2010. – 286 с.
20. Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля. – К.: Академія, 2006. – 360 с.
21. Моніторинг довкілля / Запольський А.К., Войцицький А.П., Пількевич І.А. та ін. – Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006». – 408 с.

22. Полетаєва Л.М., Сафранов Т.А. Моніторинг навколишнього середовища. – К.: КНТ, 2007. – 172 с.

23. Зубик С.В. Техноекологія. Джерела забруднення і захист навколишнього середовища. – Івано-Франківськ, 2004. – 356 с.

24. Клименко Л.П. Техноекологія. – Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.

25. Клименко М.О., Залеський І.І. Техноекологія. – К.: ВЦ «Академія», 2011. – 256 с.

26. Клименко М.О., Пилипенко Ю.В., Мороз О.С. Екологія міських систем. – Херсон: Олді-плюс, 2010. – 294 с.

11. Інформаційні ресурси

1. <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/269-92-п>

2. <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/46-93>

3. <http://academia-pc.com.ua/product/119>

4. <http://ua.textreferat.com/referat-1613-1.html>

5. http://pidruchniki.ws/19480327/ekonomika/standartizatsiya_sertifikatsiya_produktsiyi

6. http://www.csau.crimea-ua.com/ua/biblioteka_prosmotri_01.html

7. <http://nauch.com.ua/bank/36497/index.html>

8. http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/MU92576.html

9. <http://www.info-works.com.ua/referats/politika/3498.html>

10. <http://www.udc.com.ua/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=161>

11. http://www.naau.org.ua/ua/projects/twinning/project_news/22.html

12. <http://vse-znaniya.com/hozyaystvennoe-pravo/derjavna-sistema-standartizatsiji.html>