

Національна академія наук України
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного
(ІМВ НАНУ)

03143, м. Київ, вул. Академіка Заболотного, 154
тел.: +380445261179
факс.: +380445262379



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДВА06 НАНОТЕХНОЛОГІЇ У ВІРУСОЛОГІЇ (шифр і назва навчальної дисципліни)

освітня програма **третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти**
(назва освітньої програми)

напрямок підготовки **доктора філософії**

Галузь знань 091- Біологія
Спеціальність 091 Біологія та біохімія
ОП «Вірусологія»

Обсяг, кредитів: 60 год 2 кредити
Форма підсумкового контролю: іспит

Київ 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Цитопатологія вірусів» для підготовки докторів філософії з галузі знань **09 Біологія**, спеціальність **091 Біологія та біохімія** денної форми навчання за ОП «Вірусологія» розглянуто та затверджено на засіданні Вченої ради Протокол (протокол № 9 від 3 жовтня 2022 р.) зі змінами та доповненнями, обговореними і внесеними на засіданні Вченої ради від 27 серпня 2024 р., протокол № 9

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Жолобак Надія Михайлівна – кандидат біологічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник відділу проблем інтерферону і імуномодуляторів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, вул. Академіка Заболотного, буд.154, 03143, Київ, Україна, тел. +380442946949.

Зміст

Зміст	3
1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
3. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ, ВІДПОВІДНІСТЬ ПРОГРАМНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ КОМПОНЕНТАМ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ.....	6
4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «НАНОТЕХНОЛОГІЇ У ВІРУСОЛОГІЇ»	11
4.1. Анотація дисципліни	11
4.2. Структура навчальної дисципліни	14
4.2.1. Тематичний план	14
4.2.2. Навчально-методична картка дисципліни «Нанотехнології у вірусології»	15
4.3. Форми організації занять	16
4.3.1. Теми практичних/семінарських занять	16
4.3.2. Тематика ІНДЗ	17
4.3.3. Індивідуальна навчально-дослідна робота (навчальний проект)	17
4.3.4. Теми самостійної роботи аспірантів.....	19
5. МЕТОДИ НАВЧАННЯ	20
5.1. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності.....	20
5.2. Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності:.....	20
5.3. Інклюзивні методи навчання	20
6. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ	21
6.1. Загальні критерії оцінювання навчальних досягнень студентів	21
6.2. Система оцінювання роботи студентів/аспірантів упродовж семестру	22
6.3. Оцінка за теоретичний і практичний курс: шкала оцінювання національна та ECTS	23
6.4. Оцінка за іспит: шкала оцінювання національна та ECTS	23
6.5. Загальна оцінка з дисципліни: шкала оцінювання національна та ECTS	23
6.6. Розподіл балів, які отримують студенти	24
6.7. ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ІСПИТУ	24
7. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	28
7.1. Глосарій (термінологічний словник)	28
7.2. Рекомендована література.	30
7.3. Інформаційні ресурси.....	31
8. МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ.....	32

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, освітній ступінь / освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>денна форма навчання</i>
Загальний обсяг кредитів – 2	Галузь знань 91 біологія	Вид дисципліни вибіркова
	Спеціальність 091 Біологія	Цикл підготовки професійний
Модулів 1 – (<i>поточне тестування</i>)	Спеціалізація 03.00.09 – вірусологія	Рік підготовки: 3-й
Змістових модулів – 3		
Загальний обсяг годин для денної форми навчання – 60 год.	Мова викладання, навчання та оцінювання: українська	Семестр
		7-й
		Лекції
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 год. самостійної роботи здобувача – 4 год.	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Доктор філософії	10 год.
		Практичні, семінарські
		20 год.
		Лабораторні
		0 год.
		Самостійна робота
		30 год.
Індивід. завдання: 0 год.		
Вид семестрового контролю: іспит		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 50%

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета навчальної дисципліни «Нанотехнології у вірусології» – є формування у здобувачів третього рівня вищої освіти (аспірантів) глибоких теоретичних знань та практичних навичок щодо застосування нанотехнологій у фундаментальних і прикладних дослідженнях вірусів.

Курс спрямований на:

- розкриття фізико-хімічних основ нанотехнологій у вірусології;
- аналіз вірусів як природних наноструктур та можливості їхнього застосування у біомедичних технологіях;
- вивчення методів створення та використання наноматеріалів у вірусній діагностиці, профілактиці та терапії;
- дослідження механізмів взаємодії наноструктур із вірусами та клітинами господаря;
- оцінку перспектив і ризиків застосування нанотехнологій у вірусології, включаючи питання біобезпеки та етики.

Засвоєння матеріалу курсу дозволить аспірантам критично оцінювати сучасні наукові розробки у сфері вірусологічних нанотехнологій, розробляти та впроваджувати наноструктуровані платформи для діагностики, профілактики та лікування вірусних захворювань, а також здійснювати наукові дослідження у міждисциплінарній галузі нанобіотехнологій.

Завданням навчальної дисципліни є

1. **Засвоєння фундаментальних знань** про принципи та методи нанотехнологій, що застосовуються у сучасній вірусології, включаючи фізико-хімічні властивості наноматеріалів та механізми їхньої взаємодії з біологічними системами.
2. **Формування розуміння вірусів як природних наноструктур** та їхнього потенціалу у створенні наноматеріалів, вірусоподібних частинок (VLPs), вірусних векторів та нанорозмірних біосенсорних платформ.
3. **Опанування сучасних методів діагностики вірусних інфекцій** із використанням нанотехнологій, включаючи біосенсиори, наночастинкові тести, електрохімічні та оптичні нанодетектори.
4. **Дослідження наноматеріалів у антивірусній терапії**, зокрема їхнього використання для таргетної доставки антивірусних препаратів, створення нових антивірусних платформ та підвищення ефективності вакцин.
5. **Оцінка біобезпеки та токсикологічних аспектів наноматеріалів**, їхнього впливу на вірусні частинки, клітини господаря та навколишнє середовище.
6. **Вивчення перспектив використання нанотехнологій у вірусологічних дослідженнях** для моделювання вірусної патогенності, створення біосумісних наноматеріалів та розробки новітніх підходів до лікування вірусних захворювань.
7. **Формування у здобувачів навичок критичного аналізу наукових публікацій** та розробки власних наукових проектів у галузі вірусологічних нанотехнологій.
8. **Розвиток міждисциплінарного мислення** для інтеграції знань із нанофізики, молекулярної біології, біоінженерії та вірусології з метою розробки інноваційних підходів у біомедичних дослідженнях.
9. **Підготовка до практичного використання нанотехнологій** у лабораторних та клінічних умовах, включаючи застосування наноматеріалів у розробці антивірусних вакцин, діагностичних тест-систем та терапевтичних стратегій.
10. **Формування розуміння етичних та регуляторних аспектів застосування нанотехнологій у вірусології**, а також оцінки можливих ризиків і перспектив їхньої комерціалізації.

Засвоєння цих завдань дозволить аспірантам оволодіти сучасними концепціями нанотехнологій у вірусології та сприятиме їхній професійній підготовці у сфері наукових досліджень, біомедицини та біотехнології.

3. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ, ВІДПОВІДНІСТЬ ПРОГРАМНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ КОМПОНЕНТАМ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти за програмою «Нанотехнології у вірусології» повинні:

знати:

1. **Теоретичні основи нанотехнологій** – фізико-хімічні властивості наноматеріалів, методи їхнього синтезу та характеристики.
2. **Біологічні особливості вірусів як природних наноструктур** – будова, механізми самозбірки вірусних частинок, принципи функціонування вірусних капсидів та вірусоподібних частинок (VLPs).
3. **Сучасні методи нанодіагностики вірусних інфекцій** – принципи дії та застосування біосенсорів, оптичних, електрохімічних та магнітних наночастинок для виявлення вірусних агентів.
4. **Механізми дії наночастинок у противірусній терапії** – вплив наноматеріалів на вірусну реплікацію, інгібування взаємодії вірусів із клітинами господаря, таргетна доставка антивірусних препаратів.
5. **Основи розробки нановакцин** – використання ліпідних наночастинок, полімерних наноматеріалів та вірусоподібних частинок для створення вакцин нового покоління.
6. **Нанотоксикологію та біобезпеку наноматеріалів** – оцінку потенційних ризиків використання нанотехнологій у біомедичних дослідженнях та медичній практиці.
7. **Регуляторні та етичні аспекти застосування нанотехнологій у вірусології** – міжнародні стандарти, вимоги до безпеки нанопрепаратів, біоетичні питання використання наноматеріалів у медицині.
8. **Перспективи розвитку нанотехнологій у вірусології** – сучасні тенденції, міждисциплінарні дослідження та інноваційні напрями у застосуванні наноматеріалів у вірусології.

вміти:

- **Аналізувати та інтерпретувати наукові дані щодо застосування нанотехнологій у вірусології**, критично оцінювати результати досліджень у цій міждисциплінарній сфері.
- **Розробляти та застосовувати методи синтезу і функціоналізації наноматеріалів**, зокрема вірусоподібних частинок, металевих і полімерних наночастинок, для вірусологічних досліджень.
- **Використовувати нанотехнології у вірусній діагностиці** – застосовувати біосенсори, наночастинки та оптичні методи для виявлення вірусних агентів.
- **Проектувати та впроваджувати наноструктуровані системи для противірусної терапії**, зокрема розробляти ліпідні та полімерні наночастинки для доставки противірусних препаратів.
- **Проводити лабораторні дослідження наноматеріалів та вірусних частинок**, використовуючи сучасні методи електронної мікроскопії, спектроскопії, динамічного розсіювання світла (DLS) тощо.
- **Оцінювати біобезпеку та токсикологічні властивості наноматеріалів**, визначати їхній вплив на вірусні частинки, клітини господаря та довкілля.
- **Інтегрувати нанотехнології у створення нових вакцин**, досліджувати ефективність наноматеріалів у підсиленні імунної відповіді.
- **Здійснювати науково-дослідну діяльність у сфері нанотехнологій та вірусології**, формулювати гіпотези, планувати експерименти та аналізувати отримані результати.
- **Розробляти та вдосконалювати наноматеріали для створення антивірусних покриттів і засобів дезінфекції**, що застосовуються у боротьбі з вірусами в медичних установах.
- **Користуватися сучасними інформаційними технологіями для моделювання вірус-наноматеріальних взаємодій**, аналізувати результати молекулярної динаміки та квантово-хімічних розрахунків.

- **Впроваджувати міждисциплінарні методи дослідження вірусних інфекцій із використанням нанотехнологій**, співпрацювати з фахівцями у галузі біофізики, хімії та матеріалознавства.
- **Дотримуватися етичних норм та регуляторних вимог у дослідженнях наноматеріалів**, враховувати міжнародні стандарти щодо безпеки нанотехнологій у біомедицині.
- Засвоєння цих навичок дозволить аспірантам ефективно працювати в наукових лабораторіях, медичних установах, біотехнологічних компаніях та закладах вищої освіти, сприяючи розвитку інноваційних підходів у боротьбі з вірусними інфекціями.
- **комунікативні навички**: представляти результати пошуку та аналізу наукової літератури у вигляді презентацій та доповідей, використовуючи сучасні технології, а також вміти вести наукову дискусію при їх обговоренні.
- **автономність та відповідальність**: у самостійній роботі здійснювати пошук та аналіз літератури за тематикою наукової роботи та суміжними проблемами, на базі проаналізованих даних формувати алгоритм власних досліджень та проводити аналіз отриманих результатів, використовуючи відповідні програми обробки даних, нести відповідальність за визначення новизни наукових досліджень.

Відповідно до вимог Національної рамки кваліфікацій восьмого рівня освіти дисципліна забезпечує набуття аспірантами таких компетентностей:

Інтегральна компетентність (ІК):

ІК1. Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у певній галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК01. Формування системного наукового світогляду, професійної етики та загального культурного кругозору ЗК03. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями з метою поглиблення теоретичних і методичних знань у галузі біології та суміжних наук

ЗК04. Здатність до навчання впродовж життя.

ЗК05. Здатність до усної та письмової презентації результатів власного наукового дослідження українською мовою та наукової комунікації

ЗК07. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій

ЗК09. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК11. Здатність працювати в команді.

ЗК12. Здатність працювати самостійно.

Спеціальні (фахові, предметні (СК):

СК02. Спроможність демонструвати знання та розуміння суттєвих фактів, концепцій, принципів та теорій біологічної науки і, зокрема, вірусології.

СК05. Здатність до інтерпретації отриманих експериментальних даних з точки зору їх важливості і відповідності теорії.

СК07. Здатність самостійно розробляти та запроваджувати біологічну методологію, що базується на результатах наукових досліджень та міжнародних стандартах

СК10. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та освітній діяльності.

СК11. Комунікаційні навички, що об'єднують здатність як до письмового, так і до усного спілкування державною та іноземною мовами

СК14. Навички роботи у сучасних вірусологічних лабораторіях та поводження з біологічно небезпечними матеріалами відповідно до вимог міжнародних стандартів безпеки;

СК15. Здатність шляхом самостійного навчання засвоювати суміжні та нові галузі, використовуючи здобуті фахові знання

Робоча програма «Цитопатологія вірусів» забезпечує набуття здобувачами вищої освіти здатності до аналізу питань, пов'язаних особливостями репродукції вірусів, теоретичним та практичним значенням прояву оптично видимих ознак змін морфології вірус інфікованих клітин, їх застосуванням в науково-дослідній роботі, а також визначенні біологічних засад вказаних явищ та процесів.

Матриця відповідності програмних результатів навчання (ПРН), освітніх компонентів, методів навчання та оцінювання з дисципліни «Нанотехнології у вірусології»

Програмні результати навчання ОП	Методи навчання	Форми та методи оцінювання
ПР1. Концептуальні та методологічні знання з біології та вірусології як її складової, історії її розвитку та сучасного стану наукових знань.	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату.
ПР2. Ґрунтовні знання і уявлення про віруси, їх класифікацію і таксономію, фізіологію-біохімічні та генетичні особливості, екологію, а також закономірності їх взаємодії з людиною, тваринами, рослинами та об'єктами неживої природи.	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату
ПР3. Ґрунтовні знання основних систематичних груп вірусів.	Лекція, семінарські заняття, самостійна робота.	Виступ на семінарському занятті, підготовка презентації.
ПР10. Знання принципів підготовки запиту на фінансування науково-дослідного проекту, включаючи формування структури кошторисів на виконання науково-дослідної роботи та підготовку звітної документації	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату
ПР11. Знання процедури реєстрації прав інтелектуальної власності	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату.
ПР15. Описувати та аналізувати процеси на молекулярному, клітинному та організменному рівнях на основі фундаментальних загальнонаукових принципів і знань	Лекція, практичні/семінарські заняття, обговорення і дискусія, самостійна робота.	Виступ на семінарському занятті, підготовка реферату
ПР17. Планувати та реалізовувати наукові та/або інноваційні дослідження, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику та розв'язувати значущі наукові проблеми з урахуванням соціальних, економічних та екологічних аспектів	Практичні/семінарські заняття, обговорення і дискусія, самостійна робота.	Виступ на семінарському занятті, підготовка презентації
ПР19. Працювати з сучасними бібліографічними і реферативними базами даних, а також наукометричними платформами, такими як Web of Science, Scopus та ін.	Практичні/семінарські заняття, обговорення і дискусія, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату.

4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «НАНОТЕХНОЛОГІЇ У ВІРУСОЛОГІЇ»

4.1. Анотація дисципліни

Програма вивчення навчальної дисципліни вільного вибору аспірантів «**Нанотехнології у вірусології**» складена відповідно до науково-освітньої програми підготовки аспірантів зі спеціальності **091 – Біологія (спеціалізація 03.00.09 – вірусологія)**.

Дисципліна розглядає основні принципи та закономірності застосування нанотехнологій у дослідженнях вірусів, зокрема їхньої діагностики, а також для профілактики та терапії вірусних інфекцій. Вивчення курсу сприяє формуванню у аспірантів здатності до аналізу та оцінки перспективних напрямів використання наноматеріалів у вірусології, зокрема у розробці вірусоподібних частинок, нанобіосенсорів, противірусних наноструктур та наноструктурованих вакцин. Опанування дисципліни забезпечує розуміння механізмів взаємодії вірусів із наноматеріалами, методів їхньої візуалізації, синтезу та функціоналізації наночастинок для біомедичних застосувань, дослідження впливу нанотехнологій на вірусну реплікацію, а також оцінку біобезпеки та регуляторних аспектів використання наноматеріалів у вірусології. Отримані знання та навички сприятимуть ефективному використанню нанотехнологій у науково-дослідній роботі аспірантів, розширенню їхньої компетентності у міждисциплінарних дослідженнях, що поєднують вірусологію, нанофізику, молекулярну біологію та біоінженерію.

Змістовний модуль 1: Вступ до нанотехнологій у вірусології

Тема 1. Основи нанотехнологій та їх значення у біології та медицині

Основні поняття та визначення. Класифікація наноматеріалів. Методи отримання та аналізу наночасток

Тема 2. Віруси як наноб'єкти.

Морфологія та структура вірусних часток. Самоорганізація вірусних капсидів. Використання вірусів як природних наноматеріалів

Тема 3. Наночастки в діагностиці вірусних інфекцій

Методи біосенсорики (SPR, ELISA, LFA). Флуоресцентні та магнітні наночастки. Наномаркери у ПЛР та інших молекулярно-біологічних методах

Практичні заняття:

Заняття 1. Методи отримання та характеристика наноматеріалів для вірусології

- Хімічні, фізичні та біологічні методи синтезу наночастинок.
- Методи візуалізації та аналізу наноматеріалів (TEM, SEM, AFM, DLS, спектроскопія).
- Функціоналізація наноматеріалів для вірусологічних досліджень..

Заняття 2. Віруси як природні наноструктури: особливості будови та функціонування

- Вірусні капсиди як біологічні наноматеріали.
- Самозбірка вірусних частинок та її застосування у нанотехнологіях.
- Використання вірусів у біоінженерії та наномедицині..

Заняття 3. Нанобіосенсори у вірусній діагностиці: принципи роботи та застосування

- Типи нанобіосенсорів (оптичні, електрохімічні, магнітні).
- Наноматеріали у швидкісній діагностиці вірусних інфекцій.
- Приклади застосування нанотехнологій у сучасних тест-системах.

Самостійні заняття

Заняття 1. Молекулярні механізми взаємодії наночасток із вірусами

- Молекулярний механізм взаємодії вірусів із наночастками.
- Дослідження специфічного зв'язку вірусних білків із наноматеріалами.

Заняття 2. Вплив наноматеріалів на вірусну еволюцію та мутаційний потенціал

- Вплив наноматеріалів на еволюцію вірусів.
- Чи можуть наночастки змінювати мутаційний потенціал вірусів?
- Застосування наноматеріалів у моніторингу вірусних мутацій..

Заняття 3. Комп'ютерне моделювання у створенні вірусних наноструктур

- Методи комп'ютерного моделювання у створенні вірусних наноструктур.

- Використання штучного інтелекту та молекулярної динаміки у дослідженнях вірусів.

Змістовний модуль 2: Методи та інструменти нанотехнологій у вірусології

Тема 4. Наноматеріали для антивірусної терапії

Наноліпосоми та ліпідні наночастки у доставці антивірусних препаратів

Вуглецеві наноматеріали (графен, вуглецеві нанотрубки)

Металовмісні наночастки у антивірусній терапії

Перспективи використання наноматеріалів у дезінфекції

Тема 5. Вірусні наноструктури у наномедицині

Вірусоподібні частинки (VLPs)

Використання вірусів у генній терапії

Вірусні нанороботи

Тема 6. Нанотехнології у створенні вакцин

Нановакцини та їх механізми дії

Полімерні та білкові наноматеріали для розробки вакцин

Ліпідні наночастки у мРНК-вакцинах

Практичні заняття:

Заняття 4. Використання наночастинок у антивірусній терапії

- Основні механізми дії наноматеріалів на вірусні частинки.
- Таргетна доставка противірусних препаратів за допомогою наночастинок.
- Металеві наночастинки у боротьбі з вірусами: перспективи та ризики.

Заняття 5. Вірусоподібні частинки (VLPs) у вакцинології

- Методи створення та модифікації вірусоподібних частинок.
- Порівняння традиційних та нанотехнологічних вакцин.
- Наночастинки як ад'юванти у вакцинних розробках.

Заняття 6. Перспективи використання вірусів у наномедицині

- Віруси як носії генетичного матеріалу у генної терапії.
- Використання вірусних наночастинок у таргетній доставці ліків.
- Інженерія вірусів для створення біосенсорів та нанороботів.

Самостійні заняття

Заняття 4. Нанотехнології у виявленні вірусів та біосенсориці

- Роль нанотехнологій у детекції нових вірусів у природному середовищі.
- Використання сенсорних платформ для моніторингу вірусів.
- Вірусні нанотехнології в біосенсориці: створення портативних діагностичних пристроїв.

Заняття 5. Функціональні вірусні наноматеріали у біомедичних дослідженнях

- Функціональні біоматеріали на основі вірусів.
- Інженерія вірусних оболонок для біомедичних застосувань.
- Функціоналізація вірусних оболонок для спрямованої доставки біоактивних молекул.

Заняття 6. Використання нанотехнологій у антивірусній терапії

- Наноструктури у конструюванні антивірусних препаратів нового покоління.
- Механізми проникнення наночастинок у клітину та їх вплив на реплікацію вірусів.
- Роль наноантитіл у терапії вірусних захворювань.

Змістовний модуль 3: Нанотоксикологія та біобезпека

Тема 7. Біобезпека наноматеріалів у вірусологічних дослідженнях

Потенційна токсичність наноматеріалів

Біодеградація та біосумісність

Екологічні аспекти використання наноматеріалів

Тема 8. Етичні та регуляторні аспекти застосування нанотехнологій у вірусології

Законодавчі норми та стандарти

Етичні аспекти використання вірусних нанотехнологій
 Проблеми комерціалізації нанопродуктів у медицині
Тема 9. Майбутнє нанотехнологій у вірусології
 Перспективи наномедицини
 Біоінженерія та вірусологічні нанотехнології
 Інноваційні платформи для боротьби з вірусами

Практичні заняття:

Заняття 7. Наноматеріали для створення антивірусних покриттів та дезінфекційних засобів

- Антивірусні властивості срібла, графену, полімерних наноструктур.
- Наноструктуровані фільтри та поверхні для знезараження вірусів.
- Перспективи використання нанотехнологій у боротьбі з вірусними епідеміями.

Заняття 8. Біобезпека та нанотоксикологія у вірусологічних дослідженнях

- Потенційні ризики застосування наноматеріалів у медицині.
- Вплив наночастинок на клітини організму та імунну систему.
- Регуляторні аспекти та етичні питання використання нанотехнологій.

Заняття 9. Майбутнє нанотехнологій у вірусології: інноваційні розробки та виклики (підсумкове заняття)

- Нанотехнології у персоналізованій медицині та вірусній терапії.
- Використання штучного інтелекту у розробці наноматеріалів для вірусології.
- Соціальні та економічні аспекти впровадження нанотехнологій у вірусологічні дослідження.

Самостійні заняття

Заняття 7. Нанотехнології у вакцинології та імунології

- Біонанотехнологічні платформи для генної терапії вірусних інфекцій.
- Наноконтейнери для транспортування вірусних антигенів у вакцинології.
- Роль наночасток у модуляції імунної відповіді на вірусні інфекції.

Заняття 8. Вірусні нанороботи та вірусоподібні частки у медицині

- Вірусні нанороботи: перспективи використання у медицині.
- Генетична інженерія вірусів для створення біосумісних наноструктур.
- Потенціал вірусів у наноклонуванні та генній інженерії.

Заняття 9. Біоетика та регулювання нанотехнологій у вірусології

- Біоетичні аспекти використання нанотехнологій у вірусології.
- Регулювання, соціальні та етичні виклики застосування наноматеріалів у вірусології.

Попередні дисципліни, що є обов'язковими перед вивченням курсу «Нанотехнології у вірусології»

Для успішного засвоєння матеріалу курсу аспіранти повинні мати фундаментальні знання з таких дисциплін: «Вірусологія», «Віруси рослин», «Віруси бактерій», «Віруси людини та тварин», «Основи біобезпеки при вірусних інфекціях».

Подальші дисципліни, що рекомендується вивчати після курсу «Нанотехнології у вірусології»

Після успішного засвоєння курсу аспіранти можуть продовжити навчання у суміжних дисциплінах, що поглиблюють знання про сучасні вірусологічні нанотехнології: «Емерджентні віруси», «Сучасні противірусні агенти та віротерапія», «Вірусоподібні частки та їх значення для сучасної медицини».

4.2. Структура навчальної дисципліни

4.2.1. Тематичний план

Назви змістових модулів і тем	Розподіл годин між видами робіт (денна форма)						с.р.	Форми та методи контролю знань
	Усього	аудиторна						
		у тому числі						
	Л.	Сем.	Пр.	Лаб.	Інд.			
Змістовий модуль 1. «Вступ до нанотехнологій у вірусології»								
Тема 1. Основи нанотехнологій та їх значення у біології та медицині	7			2			3	АР: лекція, практичне СР: доп., презентація
Тема 2. Віруси як наноб'єкти.	5			2			3	АР: лекція, практичне СР: доп., презентація
Тема 3. Наночастки в діагностиці вірусних інфекцій	6	2		2			2	АР: лекція, практичне СР: доп., презентація
Разом за змістовним модулем	18	4		6			8	
Змістовий модуль 2. «Методи та інструменти нанотехнологій у вірусології»								
Тема 4 Наноматеріали для антивірусної терапії	8	2		2			4	АР: лекція, практичне СР: доп., презентація
Тема 5. Вірусні наноструктури у наномедицині	7			2			4	АР: лекція, практичне СР: доп., презентація
Тема 6. Нанотехнології у створенні вакцин	6			2			3	АР: лекція, практичне СР: доп., презентація
Разом за змістовним модулем 2	21	4		6			11	
Змістовий модуль 3. «Нанотоксикологія та біобезпека»								
Тема 7 Біобезпека наноматеріалів у вірусологічних дослідженнях	5			2			3	АР: лекція, практичне СР: доп., презентація
Тема 8 Етичні та регуляторні аспекти застосування нанотехнологій у вірусології	5	2		2			2	АР: лекція, практичне СР: доп., презентація
Тема 9 Майбутнє нанотехнологій у вірусології	5			2			2	АР: лекція, практичне СР: доп., презентація
Модульний контроль	2		2					
Підготовка до презентацій	4						4	
Разом за змістовним модулем 3	21	2		6			11	
Усього годин	60	10	2	18			30	

Примітки. 1. Слід зазначати також теми, винесені на самостійне вивчення. 2. АР – аудиторна робота, СР – самостійна робота, ІНДЗ – індивідуальне завдання. 3. Можуть застосовуватися такі форми і методи контролю знань, як опитування, письмове завдання для самостійного опрацювання, реферат, співбесіда, огляд додаткової літератури, підготовка та проведення презентації, модульна контрольна робота, письмове тестування, експрес-тестування, комп'ютерне тестування тощо

Структурування навчальної дисципліни «Нанотехнології у вірусології» за навчальними модулями та темами здійснюється на основі виділення інформації, необхідної та достатньої для всебічної характеристики змісту дисципліни з точки зору набуття майбутніх професійних компетентностей. При формуванні змісту робочої програми навчальної дисципліни враховано основні напрямки розвитку галузі, досягнення сучасної науки та техніки, взаємозв'язок компонентів логічної структури змісту різних навчальних дисциплін, передбачених навчальним планом тощо, що виключає дублювання навчального матеріалу при вивченні спільних для різних курсів проблем.

4.2.2. Навчально-методична картка дисципліни «Нанотехнології у вірусології»

Разом: 60 год., лекції – 10 год., практичні заняття – 18 год.,
індивідуальні заняття – 0 год., самостійна робота – 30 год., підсумковий контроль – 2 год.

Модулі	Змістовний модуль 1			Змістовний модуль 2			Змістовний модуль 3		
Назва модуля	Вступ до нанотехнологій у вірусології			Методи та інструменти нанотехнологій у вірусології			Нанотоксикологія та біобезпека		
Кількість балів за модуль	18			22			20		
Лекції	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Теми лекцій	Основи нанотехнологій та їх значення у біології та медицині	Віруси як нанооб'єкти	Наночастки в діагностиці вірусних інфекцій	Наноматеріали для антивірусної терапії	Вірусні наноструктури у наномедицині	Нанотехнології у створенні вакцин	Біобезпека наноматеріалів у вірусологічних дослідженнях	Етичні та регуляторні аспекти застосування нанотехнологій у вірусології	Майбутнє нанотехнологій у вірусології
Теми практичних/семінарських	Методи отримання та характеристика наноматеріалів для вірусології	Віруси як природні наноструктури: особливості будови та функціонування	Нанобіосенсори у вірусній діагностиці: принципи роботи та застосування	Використання наночастинок у антивірусній терапії	Вірусоподібні частинки (VLPs) у вакцинології	Перспективи використання вірусів у наномедицині	Наноматеріали для створення антивірусних покриттів та дезінфекційних засобів	Біобезпека та нанотоксикологія у вірусологічних дослідженнях	Майбутнє нанотехнологій у вірусології: інноваційні розробки та виклики (підсумкове заняття)
Практичні/семінарські	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Індивідуальна робота	5			5			5		
Контрольна робота/Тести							7		
ІНДЗ	10			10					
Підсумковий контроль	Іспит – 40 балів								

4.3. Форми організації занять

4.3.1. Теми практичних/семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Віруси як природні наноструктури: особливості будови та функціонування</i> <ul style="list-style-type: none"> Вірусні капсиди як біологічні наноматеріали. Самозбірка вірусних часток та її застосування у нанотехнологіях. Використання вірусів у біоінженерії та наномедицині. 	2
2	<i>Методи отримання та характеристика наноматеріалів для вірусології</i> <ul style="list-style-type: none"> Хімічні, фізичні та біологічні методи синтезу наночасток. Методи візуалізації та аналізу наноматеріалів (ТЕМ, SEM, AFM, DLS, спектроскопія). Функціоналізація наноматеріалів для вірусологічних досліджень. 	2
3	<i>Нанобіосенсори у вірусній діагностиці: принципи роботи та застосування</i> <ul style="list-style-type: none"> Типи нанобіосенсорів (оптичні, електрохімічні, магнітні). Наноматеріали у швидкісній діагностиці вірусних інфекцій. Приклади застосування нанотехнологій у сучасних тест-системах. 	2
4	<i>Використання наночастинок у антивірусній терапії</i> <ul style="list-style-type: none"> Основні механізми дії наноматеріалів на вірусні частинки. Таргетна доставка антивірусних препаратів за допомогою наночасток. Металеві наночастки у боротьбі з вірусами: перспективи та ризики. 	2
5	<i>Вірусоподібні частинки (VLPs) у вакцинології</i> <ul style="list-style-type: none"> Методи створення та модифікації вірусоподібних частинок. Порівняння традиційних та нанотехнологічних вакцин. Наночастинки як ад'юванти у вакцинних розробках. 	2
6	<i>Біобезпека та нанотоксикологія у вірусологічних дослідженнях</i> <ul style="list-style-type: none"> Потенційні ризики застосування наноматеріалів у медицині. Вплив наночастинок на клітини організму та імунну систему. Регуляторні аспекти та етичні питання використання нанотехнологій. 	2
7	<i>Наноматеріали для створення антивірусних покриттів та дезінфекційних засобів</i> <ul style="list-style-type: none"> Антивірусні властивості срібла, графену, полімерних наноструктур. Наноструктуровані фільтри та поверхні для знезараження вірусів. Перспективи використання нанотехнологій у боротьбі з вірусними епідеміями. 	2
8	<i>Перспективи використання вірусів у наномедицині</i> <ul style="list-style-type: none"> Віруси як носії генетичного матеріалу у генної терапії. Використання вірусних наночастинок у таргетній доставці ліків. Інженерія вірусів для створення біосенсорів та нанороботів. 	2
9	<i>Майбутнє нанотехнологій у вірусології: інноваційні розробки та виклики</i> <ul style="list-style-type: none"> Нанотехнології у персоналізованій медицині та віротерапії. Використання штучного інтелекту у розробці наноматеріалів для вірусології. Соціальні та економічні аспекти впровадження нанотехнологій у вірусологічні дослідження. 	2
	Всього	18

4.3.2. Тематика ІНДЗ

Підготовка реферату, доповіді та презентації (за вибором студента) на тему:

1. **Історія розвитку нанотехнологій у вірусології**
Від перших досліджень до сучасних тенденцій.
2. **Синтетичні вірусоподібні частинки: перспективи застосування**
Використання VLPs у вакцинології та генної терапії.
3. **Віруси як природні наноматеріали: потенційні застосування у біомедицині**
Використання вірусних капсидів як нанореакторів.
4. **Роль нанотехнологій у виявленні нових вірусів**
Сучасні методи нанобіосенсорики у вірусологічній діагностиці.
5. **Функціоналізовані наночастинки у противірусній терапії**
Специфічна взаємодія наночастинок із вірусними білками.
6. **Нанотехнології у боротьбі з вірусами зоонозного походження**
Особливості застосування наноматеріалів для контролю зоонозних вірусів.
7. **Вплив наночасток на вірусну патогенність**
Дослідження змін у вірусному життєвому циклі при взаємодії з наночастинками.
8. **Наноструктуровані поверхні для знешкодження вірусів**
Розробка противірусних покриттів для медичних матеріалів.
9. **Наноматеріали для інактивації вірусних частинок у довкіллі**
Використання металевих та полімерних наноструктур.
10. **Роль наноемульсій у вірусній імунології**
Підсилення імунної відповіді за допомогою нанотехнологій.
11. **Використання вірусних білків у створенні самозбірних наноструктур**
Білки вірусів як основа для наноконструкцій.
12. **Модифікація вірусних оболонок для розробки біосумісних наноматеріалів**
Генетична та хімічна модифікація вірусних капсидів.
13. **Гібридні вірус-наноструктури: перспективи застосування у медицині**
Поєднання вірусних частинок із неорганічними наноматеріалами.
14. **Перспективи створення вірусних нанороботів**
Використання вірусних капсидів як елементів наномашин.
15. **Наночастинки для селективного знищення інфікованих клітин**
Таргетна терапія вірусних інфекцій.
16. **Фулерени та їх роль у розробці антивірусних наноматеріалів**
Вплив фулеренових структур на вірусну активність.
17. **Використання вірусів у нанофармакології**
Розробка вірусних векторів для доставки лікарських препаратів.
18. **Перспективи застосування вірусних нанотехнологій у боротьбі з пандеміями**
Аналіз можливостей нанотехнологій у майбутніх глобальних спалахах інфекцій.
19. **Системи доставки РНК-вакцин на основі нанотехнологій**
Порівняння ефективності різних наноматеріалів у мРНК-вакцинах.
20. **Екологічні аспекти використання наноматеріалів у вірусології**
Потенційні ризики та способи мінімізації впливу на довкілля.

4.3.3. Індивідуальна навчально-дослідна робота (навчальний проект)

Індивідуальна навчально-дослідна робота (ІНДР) є видом позааудиторної індивідуальної діяльності аспіранта, результати якої використовуються у процесі вивчення програмового матеріалу навчальної дисципліни. Завершується виконання аспірантом ІНДР прилюдним захистом навчального проекту.

Індивідуальне навчально-дослідне завдання (ІНДЗ) з курсу – це вид науково-дослідної роботи аспіранта, яка містить результати дослідницького пошуку, відображає певний рівень його навчальної компетентності.

Мета ІНДЗ: самостійне вивчення частини програмового матеріалу, систематизація, узагальнення, закріплення та практичне застосування знань із навчального курсу, удосконалення навичок самостійної навчально-пізнавальної діяльності.

Зміст ІНДЗ: завершена теоретична або практична робота у межах навчальної програми курсу, яка виконується на основі знань, умінь та навичок, отриманих під час лекційних, семінарських, практичних занять і охоплює декілька тем або весь зміст навчального курсу.

Види ІНДЗ, вимоги до них та оцінювання:

- ✓ конспект із теми (модуля) за заданим планом (**2 бали**);
- ✓ конспект із теми (модуля) за планом, який аспірант розробив самостійно (**3 бали**);
- ✓ анотація прочитаної додаткової літератури з курсу, бібліографічний опис, тематичні розвідки (**3 бали**);
- ✓ повідомлення з теми, рекомендованої викладачем (**2 бали**);
- ✓ повідомлення з теми (без рекомендації викладача): сучасні відкриття з теми, аналіз інформації, самостійні дослідження (**3 бали**);
- ✓ дослідження різноманітних питань з тематики дисципліни у вигляді есе (**5 балів**);
- ✓ дослідження з тематики дисципліни у вигляді реферату (охоплює весь зміст навчального курсу) – **10 балів**.

Орієнтовна структура ІНДЗ – науково-педагогічного дослідження у вигляді реферату: вступ, основна частина, висновки, додатки (якщо вони є), список використаних джерел.

Критерії оцінювання та шкалу оцінювання подано відповідно у таблицях нижче.

**Критерії оцінювання ІНДЗ
(дослідження у вигляді реферату)**

№ з/п	Критерії оцінювання роботи	Максимальна кількість балів за кожним критерієм
1.	Обґрунтування актуальності, формулювання мети, завдань та визначення методів дослідження	2 бали
2.	Складання плану реферату	1 бал
3.	Критичний аналіз суті та змісту першоджерел. Виклад фактів, ідей, результатів досліджень у логічній послідовності. Аналіз сучасного стану дослідження проблеми, розгляд тенденцій подальшого розвитку даного питання	4 бали
4.	Дотримання правил реферування наукових публікацій	0,5 бали
5.	Доказовість висновків, обґрунтованість власної позиції, пропозиції щодо розв'язання проблеми, визначення перспектив дослідження	2 бали
6.	Дотримання вимог щодо технічного оформлення структурних елементів роботи (титульний аркуш, план, вступ, основна частина, висновки, додатки (якщо вони є), список використаних джерел, посилання	0,5 бали
Разом		10 балів

Оцінка за ІНДЗ у вигляді реферату: шкала оцінювання національна та ECTS

Оцінка за 100-бальною системою		Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
9 – 10	відмінно	5	A	відмінно
7,5 – 8,9	добре	4	BC	добре
6,0 – 7,4	задовільно	3	DE	задовільно
1 – 5,9	незадовільно	2	FX	незадовільно з можливістю повторного виконання

4.3.4. Теми самостійної роботи аспірантів

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Молекулярні механізми взаємодії наночастинок із вірусами <ul style="list-style-type: none"> • Молекулярний механізм взаємодії вірусів із наночастинками. • Дослідження специфічного зв'язку вірусних білків із наноматеріалами. 	3
2	Вплив наноматеріалів на вірусну еволюцію та мутаційний потенціал <ul style="list-style-type: none"> • Вплив наноматеріалів на еволюцію вірусів. • Чи можуть наночастинки змінювати мутаційний потенціал вірусів? • Застосування наноматеріалів у моніторингу вірусних мутацій. 	3
3	Комп'ютерне моделювання у створенні вірусних наноструктур <ul style="list-style-type: none"> • Методи комп'ютерного моделювання у створенні вірусних наноструктур. • Використання штучного інтелекту та молекулярної динаміки у дослідженнях вірусів. 	2
4	Нанотехнології у виявленні вірусів та біосенсориці <ul style="list-style-type: none"> • Роль нанотехнологій у детекції нових вірусів у природному середовищі. • Використання сенсорних платформ для моніторингу вірусів. • Вірусні нанотехнології в біосенсориці: створення портативних діагностичних пристроїв. 	4
5	Функціональні вірусні наноматеріали у біомедичних дослідженнях <ul style="list-style-type: none"> • Функціональні біоматеріали на основі вірусів. • Інженерія вірусних капсидів/суперкапсидів для біомедичних застосувань. • Функціоналізація вірусних капсидів/суперкапсидів для спрямованої доставки біоактивних молекул. 	4
6	Використання нанотехнологій у антивірусній терапії <ul style="list-style-type: none"> • Наноструктури у конструюванні антивірусних препаратів нового покоління. • Механізми проникнення наночастинок у клітину та їх вплив на реплікацію вірусів. • Роль наноантитіл у терапії вірусних захворювань. 	3
7	Нанотехнології у вакцинології та імунології <ul style="list-style-type: none"> • Біонанотехнологічні платформи для генної терапії вірусних інфекцій. • Наноконтейнери для транспортування вірусних антигенів у вакцинології. • Роль наночастинок у модуляції імунної відповіді на вірусні інфекції. 	2
8	Вірусні нанороботи та вірусоподібні частки у медицині <ul style="list-style-type: none"> • Вірусні нанороботи: перспективи використання у медицині. • Генетична інженерія вірусів для створення біосумісних наноструктур. • Потенціал вірусів у наноклонуванні та генній інженерії. 	2
9	Біоетика та регулювання нанотехнологій у вірусології <ul style="list-style-type: none"> • Біоетичні аспекти використання нанотехнологій у вірусології. • Регулювання, соціальні та етичні виклики застосування наноматеріалів у вірусології. 	3
10	Підготовка презентаційних робіт	4
	Всього	30

КАРТА САМОСТІЙНОЇ (індивідуальної) РОБОТИ АСПИРАНТА

Змістовий модуль та теми курсу	Академічний контроль	Бали	Термін виконання (тижні)
Змістовий модуль 1			
Теми 1-3. Повідомлення, презентації, відповідно до тематики лекційного та практичного курсу		5	I-II
Змістовий модуль 2			
Теми 4-6. Повідомлення, презентації, відповідно до тематики лекційного та практичного курсу		5	I-II
Змістовий модуль 3			
Теми 7-9. Повідомлення, презентації, відповідно до тематики лекційного та практичного курсу		5	I-II
<i>Всього: 30 год.</i>		<i>Всього: 15 балів</i>	

5. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

5.1. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності

1. За джерелом інформації:

- *словесні*: лекція (традиційна, проблемна тощо) із застосуванням комп'ютерних інформаційних технологій (презентація PowerPoint), семінари, пояснення, розповідь, бесіда;
- *наочні*: спостереження, ілюстрація, демонстрація;
- *практичні*: вправи.

2. *За логікою передачі і сприйняття навчальної інформації*: індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні.

3. *За ступенем самостійності мислення*: репродуктивні, пошукові, дослідницькі.

4. *За ступенем керування навчальною діяльністю*: під керівництвом викладача; самостійна робота аспірантів із літературою; виконання індивідуальних навчальних проектів.

5.2. Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

Методи стимулювання інтересу до навчання: навчальні дискусії; створення ситуації пізнавальної новизни; створення ситуацій зацікавленості (метод цікавих аналогій тощо).

5.3. Інклюзивні методи навчання

1. Методи формування свідомості: бесіда, диспут, лекція, приклад, пояснення, переконання.
2. Метод організації діяльності та формування суспільної поведінки особистості: вправи, привчання, виховні ситуації, приклад.
3. Методи мотивації та стимулювання: вимога, громадська думка. Вважаємо, що неприпустимо застосовувати в інклюзивному вихованні методи емоційного стимулювання – змагання, заохочення, переконання.
4. Метод самовиховання: самопізнання, само оцінювання, саморегуляція.
5. Методи соціально-психологічної допомоги: психологічне консультування, аутотренінг, стимуляційні ігри.
6. Спеціальні методи: патронат, супровід, тренінг, медіація.
7. Спеціальні методи педагогічної корекції, які варто використовувати для цілеспрямованого виправлення поведінки або інших порушень, викликаних спільною причиною. До спеціальних методів корекційної роботи належать: суб'єктивно-прагматичний метод, метод заміщення, метод "вибуху", метод природних наслідків і трудовий метод.

6. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Поточний (модульний–письмовий, усний) та підсумковий контроль.

Форма підсумкового контролю успішності навчання.

Підсумковий контроль – іспит.

Навчальна дисципліна оцінюється за модульно–рейтинговою системою. Вона складається з трьох змістових модулів.

Результати навчальної діяльності аспіранта оцінюються за 100 бальною шкалою в кожному семестрі окремо.

За результатами поточного, модульного та семестрового контролів виставляється підсумкова оцінка за 100-бальною шкалою, національною шкалою та шкалою ECTS.

Модульний контроль: кількість балів, які необхідні для отримання відповідної оцінки за кожен змістовий модуль упродовж семестру.

Семестровий (підсумковий) контроль: виставлення семестрової оцінки аспірантам, які опрацювали теоретичні теми, практично засвоїли їх і мають позитивні результати, набрали необхідну кількість балів.

Загальні критерії оцінювання успішності аспірантів, які отримали за 4-бальною шкалою оцінки «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно», подано в таблиці нижче.

Кожний модуль включає бали за поточну роботу аспіранта на семінарських, практичних, лабораторних заняттях, виконання самостійної роботи, індивідуальну роботу, модульну контрольну роботу.

Виконання модульних контрольних робіт здійснюється в режимі комп'ютерної діагностики або з використанням роздрукованих завдань.

Реферативні дослідження та есе, які виконує аспірант за визначеною тематикою, обговорюються та захищаються на семінарських заняттях.

Модульний контроль знань аспіранта здійснюється після завершення вивчення навчального матеріалу модуля.

6.1. Загальні критерії оцінювання навчальних досягнень студентів

Оцінка	Критерії оцінювання
«відмінно»	Ставиться за повні та міцні знання матеріалу в заданому обсязі, вміння вільно виконувати практичні завдання, передбачені навчальною програмою; за знання основної та додаткової літератури; за вияв креативності в розумінні і творчому використанні набутих знань та умінь.
«добре»	Ставиться за вияв аспірантом повних, систематичних знань із дисципліни, успішне виконання практичних завдань, засвоєння основної та додаткової літератури, здатність до самостійного поповнення та оновлення знань. Але у відповіді аспіранта наявні незначні помилки.
«задовільно»	Ставиться за вияв знання основного навчального матеріалу в обсязі, достатньому для подальшого навчання і майбутньої фахової діяльності, поверхову обізнаність із основною і додатковою літературою, передбаченою навчальною програмою. Можливі суттєві помилки у виконанні практичних завдань, але аспірант спроможний усунути їх із допомогою викладача.
«незадовільно»	Виставляється аспірантові, відповідь якого під час відтворення основного програмового матеріалу поверхнева, фрагментарна, що зумовлюється початковими уявленнями про предмет вивчення. Таким чином, оцінка «незадовільно» ставиться аспірантові, який неспроможний до навчання чи виконання фахової діяльності після закінчення закладу вищої освіти без повторного навчання за програмою відповідної дисципліни.

6.2. Система оцінювання роботи студентів/аспірантів упродовж семестру

Вид діяльності студента / аспіранта	Максимальна кількість балів за одиницю	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	
		кількість одиниць	максимальна кількість балів	кількість одиниць	максимальна кількість балів	кількість одиниць	максимальна кількість балів
I. обов'язкові							
1.1. Відвідування лекцій	1	–		–			
1.2. Відвідування семінарських і практичних занять	1	–		–			
1.3. Робота на практичному занятті	2	3	5	4	7	3	8
1.4. Лабораторна робота (в тому числі допуск, виконання, захист)	10	-	-	-	-		
1.5. Виконання завдань для самостійної роботи (презентація)	5	1	5	1	5	1	5
1.6. Виконання модульної роботи	5			-	-	1	5
1.7. Виконання індивідуальних завдань (ІНДЗ)	10	1	10	1	10	-	-
	Разом	5	20	6	22	5	18
Максимальна кількість балів за обов'язкові види роботи: 60							
II. Вибіркові							
Виконання завдань для самостійного опрацювання							
2.1. Складання ситуаційних завдань із різних тем курсу	5						
2.2. Огляд літератури з конкретної тематики	5						
2.3. Складання ділової гри з конкретним прикладним матеріалом з будь-якої теми курсу	5						
2.4. Підготовка наукової статті з будь-якої теми курсу	10						
2.5. Участь у науковій конференції	5						
2.6. Дослідження українського чи закордонного досвіду	5						
	Разом					-	
Максимальна кількість балів за вибіркові види роботи: 0							
Всього балів за теоретичний і практичний курс: 60							

Кількість балів за роботу з теоретичним матеріалом, на практичних заняттях, під час виконання самостійної та індивідуальної навчально-дослідної роботи залежить від дотримання таких вимог:

- ✓ своєчасність виконання навчальних завдань;
- ✓ повний обсяг їх виконання;
- ✓ якість виконання навчальних завдань;
- ✓ самостійність виконання;
- ✓ творчий підхід у виконанні завдань;
- ✓ ініціативність у навчальній діяльності.

Обов'язковим для іспиту є відпрацювання практичних занять.

6.3. Оцінка за теоретичний і практичний курс: шкала оцінювання національна та ECTS

Оцінка за 100-бальною системою		Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
54 – 60 та більше	<i>відмінно</i>	5	A	<i>відмінно</i>
45 – 53	<i>добре</i>	4	BC	<i>добре</i>
36 – 44	<i>задовільно</i>	3	DE	<i>задовільно</i>
21 – 35	<i>незадовільно</i>	2	FX	<i>незадовільно з можливістю повторного складання</i>
1 – 20		2	F	<i>незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни</i>

6.4. Оцінка за іспит: шкала оцінювання національна та ECTS

Оцінка за 100-бальною системою		Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
36 – 40 та більше	<i>відмінно</i>	5	A	<i>відмінно</i>
30 – 35	<i>добре</i>	4	BC	<i>добре</i>
24 – 29	<i>задовільно</i>	3	DE	<i>задовільно</i>
14 – 23	<i>незадовільно</i>	2	FX	<i>незадовільно з можливістю повторного складання</i>
1 – 13		2	F	<i>незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни</i>

Перед іспитом аспіранти отримують перелік питань, що охоплюють зміст програми дисципліни. На іспит виносяться вивчені протягом семестру питання, типові задачі, ситуації, завдання, що потребують творчої відповіді та уміння синтезувати отримані знання і застосовувати їх при вирішенні практичних задач. Критерії оцінювання екзаменаційних завдань визначаються Інститутом, включаються до робочої програми дисципліни і доводяться доаспірантів напочатку семестру.

6.5. Загальна оцінка з дисципліни: шкала оцінювання національна та ECTS

Оцінка за 100-бальною системою		Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ECTS	
			іспит		
90 – 100	<i>відмінно</i>	<i>відмінно</i>		A	<i>відмінно</i>
82 – 89	<i>добре</i>	<i>добре</i>		B	<i>добре (дуже добре)</i>
75 – 81	<i>добре</i>			C	<i>добре</i>
64 – 74	<i>задовільно</i>	<i>задовільно</i>		D	<i>задовільно</i>
60 – 63	<i>задовільно</i>			E	<i>задовільно (достатньо)</i>
35 – 59	<i>незадовільно</i>	<i>незадовільно</i>		FX	<i>незадовільно з можливістю повторного складання</i>
1 – 34	<i>незадовільно</i>			F	<i>незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни</i>

6.6. Розподіл балів, які отримують студенти

Приклад для іспиту

Поточне тестування та самостійна робота					Разом, бал	Іспит, бал	Сума, бал
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3			
T1	T2	T3	T4	T5	не більше 60	не більше 40	не більше 100
21			21	18			

T1, T2 ... T5 – теми змістових модулів.

Максимальна підсумкова оцінка після перескладання може бути лише «задовільно».

ПОЛІТИКА ДОБРОЧЕСНОСТІ

Виконання навчальних завдань і робота в курсі має відповідати вимогам «Кодексу Академічної доброчесності ІМВ НАНУ» (<http://www.imv.kiev.ua/images/doc/aspirantura/edu/1.pdf>)

6.7. ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ІСПИТУ

1. Загальні питання з нанотехнологій у вірусології

1. Що таке нанотехнології, і як вони застосовуються у вірусології?
2. Які основні види наноматеріалів використовуються у вірусологічних дослідженнях?
3. Чим віруси можуть бути корисними у нанотехнологіях?

2. Віруси як nanoоб'єкти

4. Які структурні особливості вірусів дозволяють використовувати їх як природні наноматеріали?
5. Що таке вірусоподібні частинки (VLPs), і як вони застосовуються у вакцинології?
6. Які вірусні білки можуть бути використані для створення наноструктур?

3. Методи та інструменти нанотехнологій у вірусології

7. Які методи використовуються для синтезу наночастинок у біомедичних дослідженнях?
8. Як квантові точки (Quantum Dots) можуть використовуватись у вірусології?
9. Яким чином наночастинок покращують чутливість діагностичних методів ПЛР?

4. Використання наночастинок у діагностиці вірусних інфекцій

10. Які види нанобіосенсорів застосовуються для виявлення вірусних інфекцій?
11. Які переваги використання золотих наночастинок у швидкісних тестах для діагностики вірусів?
12. Як магнітні наночастинок використовуються для концентрування вірусних частинок у пробах?

5. Нанотехнології у противірусній терапії

13. Які основні механізми дії наноматеріалів на віруси?
14. Чому срібні наночастинок мають противірусні властивості?
15. Які переваги ліпідних наночастинок у доставці противірусних препаратів?

6. Вакцини на основі нанотехнологій

16. Які особливості мРНК-вакцин, що використовують нанотехнології?
17. Як наноад'юванти можуть покращити ефективність вакцин?
18. Чому вірусоподібні частинки вважаються перспективною платформою для вакцин?

7. Вірусні фактори у створенні наноструктур

19. Що таке нанотемплети, і як віруси можуть виступати в їхній ролі?
20. Які вірусні білки можуть використовуватися для синтезу наноструктур?

8. Біобезпека та нанотоксикологія

21. Які основні ризики використання наночастинок у біомедичних застосуваннях?
22. Які регуляторні вимоги до безпечного використання наноматеріалів у медицині?

9. Майбутні перспективи нанотехнологій у вірусології

23. Як нанотехнології можуть допомогти у створенні антивірусних препаратів нового покоління?
24. Які нові підходи у створенні вірусних наноструктур розглядаються у сучасних дослідженнях?
25. Як може змінитися діагностика вірусних інфекцій завдяки розвитку нанотехнологій?

6.8. Орієнтовні тестові завдання.

Питання 1:

Яка головна перевага використання вірусоподібних частинок (VLPs) у наномедицині?

1. Вони не містять вірусного геному, що робить їх безпечними для терапевтичного використання.
2. Використовуються у розробці вакцин завдяки здатності імітувати природні вірусні структури.
3. Можуть бути функціоналізовані для спрямованої доставки лікарських засобів.
4. Вони є життєздатними вірусами, що можуть самостійно розмножуватися в організмі.
5. Вони використовуються для створення вірусних бактерій.

Питання 2:

Які наноматеріали найчастіше використовуються у противірусній терапії?

1. Срібні наночастинки завдяки їхнім антимікробним та противірусним властивостям.
2. Ліпідні наночастинки для таргетної доставки антивірусних препаратів.
3. Вуглецеві нанотрубки, що можуть блокувати вірусне зв'язування з клітинами.
4. Поліетиленові наночастинки, які використовуються для створення полімерних пакетів.
5. Кварцові наночастинки, які використовуються для виготовлення скла.

Питання 3:

Який механізм дії золотих наночастинок у вірусологічній діагностиці?

1. Використовуються у тест-системах (наприклад, експрес-тестах) завдяки оптичним властивостям.
2. Посилюють сигнал у біосенсорах, підвищуючи чутливість вірусного тестування.
3. Сприяють виявленню вірусних антигенів через специфічне зв'язування з ними.
4. Мають потужний антимікробний ефект і безпосередньо знищують віруси в крові.
5. Використовуються для створення радіаційних джерел у лікуванні вірусних інфекцій.

Питання 4:

Чи можуть вірусоподібні частинки (VLPs) бути використані для створення вакцин без ризику інфекційного зараження?

Так / Ні

Правильна відповідь: Так, оскільки VLPs не містять вірусного генетичного матеріалу, що унеможливорює їх реплікацію.

Питання 5:

Чи можуть наночастинки золота безпосередньо знищувати вірусні частинки в організмі людини?

Так / Ні

Правильна відповідь: Ні, оскільки золоті наночастинки переважно використовуються в діагностичних системах та для доставки лікарських засобів, а не для прямого знищення вірусів.

Питання 6:

Чи можуть наноматеріали сприяти підвищенню ефективності антивірусних препаратів?

Так / Ні

Правильна відповідь: Так, оскільки наночастинки можуть покращувати біодоступність, захищати активні речовини від деградації та сприяти таргетній доставці препаратів.

Питання 7:

Чи можуть наноматеріали змінювати біологічні властивості вірусів?

◆ *Аспекти для розгляду:*

- Вплив наночастинок на вірусну інфекцію на молекулярному рівні.
- Можливість зміни вірусної патогенності або імуногенності під дією наночастинок.
- Ризики та переваги використання нанотехнологій у модифікації вірусних структур.
- Потенційне використання вірусів як наноносіїв для доставки лікарських засобів.

Питання 8:

Чи можуть нанотехнології стати основою для універсальної платформи противірусної терапії?

◆ *Аспекти для розгляду:*

- Використання різних типів наночастинок (металевих, полімерних, ліпідних) у лікуванні вірусних захворювань.
- Чи можливе створення універсального нанопрепарату, ефективного проти різних вірусів?
- Порівняння традиційної антивірусної терапії з нанотехнологічними підходами.
- Основні виклики та перешкоди у створенні нанопротивірусних платформ.

Питання 9:

Які ризики та етичні проблеми можуть виникнути при використанні вірусних нанотехнологій у медицині?

◆ *Аспекти для розгляду:*

- Потенційні ризики для здоров'я при застосуванні наноматеріалів у біологічних системах.
- Етичні аспекти використання вірусів для створення наноструктур та вірусних векторів.
- Можливість неконтрольованого впливу наноматеріалів на довкілля.
- Перспективи регулювання та стандартизації нанотехнологій у медицині.

Питання 10:

Знайдіть відповідність між типом наноматеріалу та його основним застосуванням у вірусології.

Тип наноматеріалу	Застосування
A) Срібні наночастинки	1) Доставка мРНК-вакцин
B) Ліпідні наночастинки	2) Швидка діагностика вірусних інфекцій
C) Золоті наночастинки	3) Противірусна терапія завдяки антимікробним властивостям
D) Квантові точки	4) Флуоресцентне маркування вірусних частинок у діагностичних системах

Правильні відповідності:

- A → 3
- B → 1
- C → 2
- D → 4

Питання 11:

Співвіднесіть вірусологічне застосування з відповідною нанотехнологією.

Вірусологічне застосування	Нанотехнологія
A) Підвищення ефективності ПЛР	1) Магнітні наночастинки
B) Збагачення проб для вірусної діагностики	2) Наночастинки золота
C) Посилення імунної відповіді у вакцинах	3) Наноад'юванти
D) Візуалізація вірусних частинок	4) Квантові точки

Правильні відповідності:

- A → 2

- B → 1
- C → 3
- D → 4

Питання 12:

Знайдіть відповідність між вірусними наноструктурами та їхніми особливостями.

Вірусні наноструктури	Особливості
A) Вірусоподібні частинки (VLPs)	1) Використовуються як наноносії для доставки ліків
B) Вірусні капсиди	2) Можуть самозбиратися у впорядковані наноструктури
C) Вірусні вектори	3) Мають вірусні білки, але не містять генетичного матеріалу
D) Вірусні наномашини	4) Використовуються у генній терапії для доставки ДНК або РНК

Правильні відповідності:

- A → 3
- B → 2
- C → 4
- D → 1

Питання 13:

Розташуйте етапи доставки антивірусного нанопрепарату до інфікованої клітини у правильному порядку.

Варіанти відповіді:

- Вивільнення активної речовини всередині клітини
- Проникнення наночастки через клітинну мембрану
- Зв'язування нанопрепарату зі специфічним рецептором на клітині
- Поглинання клітиною (ендоцитоз або пінцитоз)
- Транспортування нанопрепарату до місця дії.

Правильний порядок:

C → D → B → E → A

Питання 14:

Розташуйте етапи створення імунної відповіді після введення вакцини на основі вірусоподібних частинок (VLPs).

Варіанти відповіді:

- Презентація вірусних антигенів дендритними клітинами
- Активація специфічних В-лімфоцитів і Т-лімфоцитів
- Впізнавання вірусоподібних частинок імунною системою
- Вироблення специфічних антитіл проти вірусних білків
- Формування імунної пам'яті

Правильний порядок:

C → A → B → D → E

Питання 15:

Розташуйте етапи дії наночастинок у вірусній діагностиці методом ПЛР.

Варіанти відповіді:

- Взаємодія наночастинок з вірусною РНК або ДНК
- Посилення флуоресцентного сигналу або електрохімічного відгуку
- Захоплення вірусного генетичного матеріалу магнітними або функціоналізованими наночастиками
- Ампліфікація вірусного генетичного матеріалу (ПЛР)
- Візуалізація результатів та аналіз зразка

Правильний порядок:

C → A → D → B → E

7. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Опорний конспект лекцій з курсу «Цитопатологія вірусів».
2. Навчальна література відповідно до переліку рекомендованої до вивчення літератури.
3. Мультимедійні презентації відповідно до теоретичного курсу.
4. Лабораторія як джерело демонстраційно-навчального матеріалу.

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

7.1. Глосарій (термінологічний словник)

Антибактеріальні наноматеріали – наноматеріали, що пригнічують ріст бактерій.

Антивірусні наноматеріали – наноматеріали, що впливають на процес вірус-клітинної взаємодії, гальмуючи та/чи блокуючи його.

Антигенна презентація за допомогою наноматеріалів – методи посилення імунної відповіді завдяки використанню наноструктур.

Атомно-силова мікроскопія (AFM – Atomic Force Microscopy) – метод дослідження наночастинок та вірусних структур на атомарному рівні.

Біосенсори – пристрої, що використовують нанотехнології для виявлення вірусів у зразках біологічних рідин.

Біосумісність наноматеріалів – характеристика наноматеріалів, що визначає їх безпечність для живих організмів.

Вірусна ДНК або РНК може впливати на формування наноструктур за допомогою специфічних зв'язків із наноматеріалами.

Вірусні білки можуть сприяти самозбірці наночастинок або функціоналізації наноматеріалів для таргетної доставки.

Вірусні капсиди – білкові оболонки вірусів, що можуть бути використані як природні наноматеріали.

Вірусні капсиди можуть використовуватись як природні нанореактори для синтезу металевих наночастинок.

Вірусні наномашини – вірусні структури, що використовуються як платформи для створення наномашин.

Вірусні наноструктури – вірусні частки, що можуть бути використані у біомедичних технологіях.

Вірусні наносуперструктури – наноструктури, що імітують вірусні капсиди.

Вірусні нанотехнології – використання вірусів або їх компонентів у нанотехнологічних розробках.

Вірусні носії (Viral Vectors) – віруси, що використовуються для доставки генетичного матеріалу у клітини.

Вірусоподібні частинки (VLPs – Virus-like Particles) – структури, що містять вірусні білки, але не мають генетичного матеріалу, тому не є інфекційними.

Вірусоподібні частинки (VLPs) застосовуються для конструювання біосумісних наноматеріалів для вакцин та терапії.

Вуглецеві нанотрубки (CNTs – Carbon Nanotubes) – циліндричні наноструктури з вуглецю, що мають потенціал у вірусологічних дослідженнях.

Гібридні наноматеріали – матеріали, що поєднують органічні та неорганічні компоненти.

Графен та графенові оксиди – двовимірні наноматеріали з високою біосумісністю, що застосовуються у діагностиці вірусів.

Дендримери – розгалужені полімерні наночастинки, що можуть застосовуватись у терапії вірусних захворювань.

Електронна мікроскопія високої роздільної здатності (HR-TEM) – метод, що дозволяє досліджувати наноструктури вірусів.

Золоті наночастинки (AuNPs – Gold Nanoparticles) – наночастинки золота, що використовуються в біомедичних дослідженнях, зокрема у діагностиці вірусів.

Квантові точки (Quantum Dots, QDs) – наноструктури, що випромінюють світло при збудженні і застосовуються у біоіміджингу.

Ліпідні наночастинки (LNPs – Lipid Nanoparticles) – наночастинки, що використовуються для доставки біологічних агентів, зокрема мРНК у вакцинах.

мРНК-вакцини – вакцини, що використовують мРНК у наноліпідних оболонках.

Наноад'юванти – наноструктури, що підсилюють імунну відповідь у складі вакцин.

Нанобіосенсиори – сенсори, що використовують біомолекули та нанотехнології для виявлення вірусів.

Нанодіагностика – використання нанотехнологій у діагностичних системах.

Наноемulsion – суміші наночастинок, що стабілізують розчини та можуть використовуватися у вакцинах.

Нанозонди – наноматеріали, що використовуються для виявлення біологічних молекул.

Наноімунологія – вивчення впливу наноматеріалів на імунну систему та розробка нанотехнологій для імуномодуляції.

Нанокompозити – багатофазні матеріали з наноструктурними властивостями.

Наноліпосоми – ліпідні структури, здатні інкапсулювати лікарські засоби та біомолекули для таргетної доставки.

Наномагнітні частинки (Magnetic Nanoparticles, MNPs) – наночастинки, що можуть бути керовані магнітним полем для біосенсорики та цільової доставки ліків.

Наноматеріали – матеріали, розмір яких має хоча б один вимір у нанометровому діапазоні.

Наноматеріали для регенеративної медицини – наноструктури, що сприяють відновленню тканин.

Наномедицина – напрямок медицини, що використовує нанотехнології для діагностики, профілактики та лікування захворювань.

Наноносії – наноматеріали, що використовуються для доставки лікарських засобів.

Наноструктуровані вакцини – вакцини, що включають наноматеріали.

Наноструктуровані матеріали – матеріали, що мають впорядковану наноструктуру для біомедичних застосувань.

Нанотемплети (Nanotemplates) – це наноструктури, які слугують матрицями або шаблонами для формування впорядкованих наноматеріалів. У вірусології вірусні капсиди, білкові оболонки або вірусні ДНК/РНК можуть виступати в ролі нанотемплетів, сприяючи створенню наноструктур із заданими розмірами та геометрією. Наприклад, віруси можуть використовуватися як природні нанотемплети для виготовлення металевих або полімерних наноматеріалів.

Нанотехнології – наукова область, що вивчає створення, дослідження та використання структур і матеріалів на рівні нанометра (1–100 нм).

Нанотоксикологія – розділ науки, що вивчає токсичний вплив наноматеріалів на біологічні системи.

Нанофармакологія – напрямок фармакології, що розглядає застосування нанотехнологій у створенні лікарських засобів.

Нанофотоніка – використання наноматеріалів для оптичних методів діагностики.

Наночастинки (Nanoparticles, NPs) – частинки розміром 1–100 нм, що можуть мати різні хімічні та фізичні властивості і застосовуються у вірусології.

ПЛР з наночастинками – метод полімеразної ланцюгової реакції, що використовує наноматеріали для підвищення чутливості.

Противірусні наноматеріали – наночастинки, що здатні блокувати вірусне інфікування.

Самозбірні наноструктури – наночастинки, що спонтанно формують впорядковані структури на основі вірусних білків.

Срібні наночастинки (AgNPs – Silver Nanoparticles) – наночастинки срібла з антимікробними та противірусними властивостями.

Таргетна доставка – технологія доставки лікарських засобів або РНК/ДНК до специфічних клітин або тканин.

Фактори вірусного походження у синтезі наноструктур – це вірусні компоненти (білки, нуклеїнові кислоти, вірусні капсиди тощо), які можуть використовуватися для створення або модифікації наноструктур. Наприклад:

Феррімагнітні наночастинки – наночастинки, що володіють магнітними властивостями та застосовуються в біотехнологіях.

Флуоресцентні наночастинки – наночастинки, що мають здатність до флуоресценції та використовуються у вірусологічній діагностиці.

Фулерени – сферичні вуглецеві наночастинки, що мають біомедичне застосування.

Функціоналізовані наночастинки – наночастинки, що містять специфічні функціональні групи.

7.2. Рекомендована література.

Список рекомендованої літератури (опис згідно з бібліографічним описом документів відповідно до ДСТУ 7.1: 2006, запровадженого в дію в Україні з 01.07.2007)

Базові джерела:

"Viruses and Nanotechnology" Ed: Marianne Manchester, Nicole F. Steinmetz. Springer, 2008. This volume explores the use of viral nanoparticles as nanobuilding blocks for materials design and fabrication, highlighting their potential in nanobiotechnology.

"Viral Nanotechnology" Jake Mason. Syrawood Publishing House, 2023. This book delves into using viruses in nanotechnology, covering their applications in gene delivery, immunotherapy, and vaccination.

"Nanotechnology in Virology". Ed. Mahendra Rai, Ph.D., and Kateryna Kon, Ph.D. Springer, 2023. This chapter provides an overview of nanotechnology-based approaches developed for the rapid and high-quality diagnosis of viral infections.

"Nano-antivirals: A Comprehensive Review". Frontiers in Nanotechnology, 2022. This review identifies recently developed nano-antivirals and their products, deposition methods on various substrates, and possible mechanisms of action.

"An Overview on Nanoparticle-Based Strategies to Fight Viral Infections". Journal of Nanobiotechnology, 2022. This article compares the attributes of several nanoparticles and evaluates their capability to create novel vaccines and treatment methods against viral infections.

"Applications of Nanotechnology in Virus Detection, Tracking, and Treatment". Wiley Interdisciplinary Reviews: Nanomedicine and Nanobiotechnology, 2021. This article reviews the various nanomaterials used for virus detection and tracking, contributing to elucidating virus infection mechanisms.

"Nanotechnology Fundamentals Applied to Clinical Infectious Diseases". Oxford University Press, 2021. This review presents fundamental nanotechnology concepts and illustrates how this growing field is being applied to clinical infectious diseases.

"Nanotechnology and COVID-19: Prevention, Diagnosis, Vaccine Development, and Treatment" Authors: Various Publisher: Frontiers in Materials, 2022 Description: This review discusses the relationship between COVID-19 and nanotechnology-based working principles, including prevention, diagnosis, vaccine development, and treatment.

"Role of Nanotechnology in Diagnosing and Treating COVID-19" International Journal of Clinical Virology, 2020. Description: This article explores how nanotechnology offers unique tools and can substantially contribute to understanding viral diseases and developing diagnostic and therapeutic platforms.

"Plant Viruses and Nanotechnology Approach to Combat Viral Pathogens" Davinder Singh, Manpreet Singh, Zaved Ahmed Khan, Aadil Bathla. CRC Press, 2023 This book chapter reviews various methods used to combat the growth of viral pathogens and how nanotechnology interventions can be applied.

"Nanotechnology for Diagnosis and Treatment of Infectious Diseases"

(PDF) [Nanotechnology for Diagnosis and Treatment of Infectious Diseases](#) Journal of Nanoscience and Nanotechnology Vol. 14, 7374–7387, 2014

[Nanotechnology in Diagnosis, Treatment and Prophylaxis of Infectious Diseases | ScienceDirect](#)

NANOTECHNOLOGY IN DIAGNOSIS AND TREATMENT OF VARIOUS DISEASES AND ITS FUTURE ADVANCES IN MEDICINE 2018 [World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences](#) 7(11):1612-1633 DOI: [10.20959/wjpps201818-12703](#)

Nanomedicine and drug delivery January 2021 DOI:[10.1016/B978-0-12-820773-4.00006-8](#) In book: Nanomedicine Manufacturing and Applications

Nanotechnology and its Applications in Medicine 2015 [Medicinal Chemistry](#) 5(2):5:081-089. DOI: [10.4172/2161-0444.1000247](#)

Допоміжні джерела:

Медична мікробіологія, вірусологія та імунологія. — 3-тє вид., оновл. та допов. // Ширококов В. П. за ред.) – Вінниця, Нова книга, 2021. – 920 с.

Carter J. 2013. Virology. – John Wiley & Sons Inc. – 394 p. ISBN: 9781119991434.

Bats and Viruses: Current Research and Future Trends. 2020. Edited by: Eugenia Corrales, Aguilar and Martin Schwemmler. Book: 978-1-912530-14-4.

Bacterial Viruses: Exploitation for Biocontrol and Therapeutics. 2020. Edited by: Aidan Coffey and Colin Buttimer. Book: 978-1-913652-51-7.

Veterinary Vaccines: Current Innovations and Future Trends. 2020. Edited by: Laurel J. Gershwin and Amelia R. Woolums. Book: 978-1-913652-59-3.

"**Вірусологія**" / С.М. Шамрай, Д.В. Леонтєв. – Харків: Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, 2024. [mycology.univer.kharkov.ua](#)

"**Основи нанотехнологій**" / О.В. Мельник, О.І. Мельник. – Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2015.

"**Нанотехнології у XXI столітті: стратегічні пріоритети та ринкові підходи до впровадження**" / Г.О. Андрощук, А.В. Ямчук, Н.В. Березняк, Т.К. Кваша та ін. – Київ: Український інститут науково-технічної експертизи та інформації, 2013. [uintei.kiev.ua](#)

"**Основи вірусології**" / за ред. В.І. Польового. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2020. [archer.chnu.edu.ua](#)

"**Вірусологія: навчально-методичний посібник до лабораторних занять та самостійної роботи студентів**" / за ред. В.В. Грома. – Чернігів: Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка, 2020.

7.3. Інформаційні ресурси

(нормативна база, джерела Інтернет, адреси бібліотек тощо)

Нормативна база та стандарти

1. Про затвердження примірних програм підготовки в інтернатурі за спеціальностями "Лабораторна діагностика, вірусологія, мікробіологія" та "Фармація" Наказ МОЗ від 31.03.2022. [Про затвердження примірних прогр... | від 31.03.2022 № 556](#)
2. ISO/TR 10993-22:2017 – Biological evaluation of medical devices – Part 22: Guidance on nanomaterials
Цей технічний звіт Міжнародної організації зі стандартизації (ISO) надає рекомендації щодо оцінки біологічної безпеки медичних пристроїв, що містять наноматеріали.
3. OECD – Safety of Manufactured Nanomaterials
Організація економічного співробітництва та розвитку (OECD) публікує керівні принципи та звіти щодо безпеки вироблених наноматеріалів, включаючи їх вплив на здоров'я та навколишнє середовище.

Наукові журнали та статті

4. **Journal of Nanobiotechnology**

Цей рецензований журнал публікує дослідження на перетині нанотехнологій та біології, включаючи застосування наноматеріалів у вірусології.

5. **Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine**

Журнал висвітлює дослідження з наномедицини, зокрема розробку наноматеріалів для діагностики та лікування вірусних інфекцій.

Бібліотеки та електронні ресурси

6. **National Center for Biotechnology Information (NCBI)**

NCBI надає доступ до баз даних, таких як PubMed, де можна знайти наукові статті з нанотехнологій та вірусології.

7. **Europe PubMed Central**

Безкоштовний архів біомедичних та медичних статей, що охоплює теми нанотехнологій у вірусології.

8. **IEEE Xplore Digital Library**

Цифрова бібліотека Інституту інженерів електротехніки та електроніки (IEEE) містить статті та конференційні матеріали з нанотехнологій, які можуть бути корисними для вірусологічних досліджень.

8. МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Форми занять	Наявне матеріально-технічне забезпечення	Необхідне матеріально-технічне забезпечення
Лекція, семінар	Ноутбук, проектор, дошка	Проектор, ноутбук
Практичне заняття	Завдання для набуття вмінь та навичок	Лабораторне обладнання