

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

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



СИЛАБУС З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДВА06 «НАНОТЕХНОЛОГІЇ У ВІРУСОЛОГІЇ» (шифр і назва навчальної дисципліни)

що викладається в межах освітньо-наукової програми
за спеціальністю 091 Біологія та біохімія
третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти для здобувачів

Силабус обговорено та ухвалено на засіданні Вченої ради Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України
(протокол № 9 від 3 жовтня 2022 р.)
зі змінами, обговореними і внесеними на засіданні Вченої ради
від 27 серпня 2024 р., протокол № 9

Київ 2024



**Силабус навчальної дисципліни
«НАНОТЕХНОЛОГІЇ У ВІРУСОЛОГІЇ»**

Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії) освітньо-науковий
Статус дисципліни	Навчальна дисципліна вибіркової компоненти з циклу професійної підготовки
Обсяг дисципліни, кредити ЄКТС / загальна кількість годин	2 кредити / 60 годин
Галузь знань, шифр, назва спеціальності та спеціалізації	09 Біологія, 091 Біологія, 03.00.07 - Мікробіологія
Час і місце проведення навчальної дисципліни Адреса викладання курсу	3-й рік навчання, 5-й семестр Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України актова зала ІМВ НАНУ, вул. Академіка Заболотного, 154, 03143, м. Київ
Відділ, за яким закріплена навчальна дисципліна	Відділ проблем інтерферону і імуномодуляторів ІМВ НАН України
Мова викладання	українська
Що буде вивчатися (предмет навчання)	<p>Принципи застосування нанотехнологій у фундаментальних і прикладних аспектах вірусології, включаючи: віруси як природні наноструктури та їх використання у нанобіотехнологіях; вплив наночастинок на вірусну реплікацію, патогенез та імунну відповідь; методи синтезу, функціоналізації та характеристики наноматеріалів для діагностики, профілактики та терапії вірусних інфекцій; використання нанотехнологій у розробці біосенсорів для виявлення вірусів та наноструктурованих вакцин; біобезпека, токсикологічні аспекти та регуляторні питання впровадження наноматеріалів у вірусологічних дослідженнях.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Інноваційні напрямки розвитку нанотехнологій у вірусології, зокрема наномедицина, вірусоподібні частинки, наноматеріали для протівірусної терапії та вірусні нанороботи. <p>Цей курс забезпечує міждисциплінарний підхід до дослідження вірусів та нанотехнологій, інтегруючи знання</p>

	з вірусології, молекулярної біології, наноматеріалознавства та біомедичних наук..
Чому це цікаво / потрібно вивчати (мета)	у здобувачів третього рівня вищої освіти (аспірантів) будуть сформовані глибокі теоретичні знання та практичні навички 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.
Чому можна навчитися (результати навчання)	<ul style="list-style-type: none"> - Теоретичні основи нанотехнологій – фізико-хімічні властивості наноматеріалів, методи їхнього синтезу та характеристики. - Біологічні особливості вірусів як природних наноструктур – будова, механізми самозбірки вірусних частинок, принципи функціонування вірусних капсидів та вірусоподібних частинок (VLPs). - Сучасні методи нанодіагностики вірусних інфекцій – принципи дії та застосування біосенсорів, оптичних, електрохімічних та магнітних наночастинок для виявлення вірусних агентів. - Механізми дії наночастинок у противірусній терапії – вплив наноматеріалів на вірусну реплікацію, інгібування взаємодії вірусів із клітинами господаря, таргетна доставка антивірусних препаратів. - Основи розробки нововакцин – використання ліпідних наночастинок, полімерних наноматеріалів та вірусоподібних частинок для створення вакцин нового покоління. - Нанотоксикологію та біобезпеку наноматеріалів – оцінку потенційних ризиків використання нанотехнологій у біомедичних дослідженнях та медичній практиці. - Регуляторні та етичні аспекти застосування нанотехнологій у вірусології – міжнародні стандарти, вимоги до безпеки нанопрепаратів, біоетичні питання використання наноматеріалів у медицині. - Перспективи розвитку нанотехнологій у вірусології – сучасні тенденції, міждисциплінарні дослідження та інноваційні напрями у застосуванні наноматеріалів у вірусології.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності)	- 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 протівірусної терапії, зокрема розробляти ліпідні та полімерні наночастинки для доставки протівірусних 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.

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 нанооб'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 наномедицини.

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 наночастинок із вірусами

- Молекулярний механізм взаємодії вірусів із наночастинками.
- 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 наночастинки 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)*

	<ul style="list-style-type: none"> • Нанотехнології у персоналізованій медицині та вірусній терапії. • Використання штучного інтелекту у розробці наноматеріалів для вірусології. • Соціальні та економічні аспекти впровадження нанотехнологій у вірусологічні дослідження . <p><u>Самостійні заняття</u></p> <p><i>Заняття 7.</i> Нанотехнології у вакцинології та імунології</p> <ul style="list-style-type: none"> • Біонанотехнологічні платформи для генної терапії вірусних інфекцій. • Наноконтейнери для транспортування вірусних антигенів у вакцинології. • Роль наночасток у модуляції імунної відповіді на вірусні інфекції.. <p><i>Заняття 8.</i> Вірусні нанороботи та вірусоподібні частки у медицині</p> <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. <p><i>Заняття 9.</i> Біоетика та регулювання нанотехнологій у вірусології</p> <ul style="list-style-type: none"> • Біоетичні аспекти використання нанотехнологій у вірусології. • Регулювання, соціальні та етичні виклики застосування наноматеріалів у вірусології.
Передреквізити	Загальні та фахові знання з Мікробіології, Вірусології, Мікробної біотехнології «Вірусологія», «Віруси рослин», «Віруси бактерій», «Віруси людини та тварин», «Основи біобезпеки при вірусних інфекціях»
Постреквізити	Знання та вміння є базовими для вивчення навчальних дисциплін «Емерджентні віруси», «Сучасні противірусні агенти та віротерапія», «Вірусоподібні частки та їх значення для сучасної медицини»
Інформаційне забезпечення з бібліотеки ІМВ НАНУ та електронних ресурсів	<p>Бібліотека:</p> <p>"Viruses and Nanotechnology" Ed: Marianne Manchester, Nicole F. Steinmetz. Springer, 2008.</p> <p>"Viral Nanotechnology" Jake Mason. Syrawood Publishing House, 2023.</p> <p>"Nanotechnology in Virology. Ed. Mahendra Rai, Ph.D., and Kateryna Kon, Ph.D. Springer, 2023.</p> <p>"Nano-antivirals: A Comprehensive Review". Frontiers in Nanotechnology, 2022.</p> <p>"An Overview on Nanoparticle-Based Strategies to Fight Viral Infections". Journal of Nanobiotechnology, 2022.</p> <p>"Applications of Nanotechnology in Virus Detection, Tracking, and Treatment". Wiley Interdisciplinary Reviews: Nanomedicine and Nanobiotechnology, 2021.</p>

"Nanotechnology Fundamentals Applied to Clinical Infectious Diseases". Oxford University Press, 2021.

"Nanotechnology and COVID-19: Prevention, Diagnosis, Vaccine Development, and Treatment" *Authors: Various* *Publisher: Frontiers in Materials*, 2022.

"Role of Nanotechnology in Diagnosing and Treating COVID-19" *International Journal of Clinical Virology*, 2020.

"Plant Viruses and Nanotechnology Approach to Combat Viral Pathogens" Davinder Singh, Manpreet Singh, Zaved Ahmed Khan, Aadil Bathla. CRC Press, 2023.

"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. // Широбоков 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

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](#)

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.

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

Journal of Nanobiotechnology

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

Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine

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


Бібліотеки та електронні ресурси

National Center for Biotechnology Information (NCBI)

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

Europe PubMed Central

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

	<p>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. ібліотека наукових статей та книг, що охоплюють різні аспекти вірусології та клітинної біології. Веб-сайт ВООЗ: Офіційний сайт Всесвітньої організації охорони здоров'я, де публікуються рекомендації та дослідження щодо вірусних інфекцій. Адреси бібліотек: Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського: Найбільша наукова бібліотека України, що володіє обширною колекцією матеріалів з біології та медицини. Бібліотека Національного медичного університету імені О. О. Богомольця: Спеціалізується на медичній літературі, включаючи вірусологію та цитопатологію</p>
Локація та матеріально-технічне забезпечення	Навчальні та мультимедійні аудиторії, проектор Відділ проблем інтерферону і імуномодуляторів
Семестровий контроль	Іспит, білети
Викладач(і)	 <p>Жолобак Надія Михайлівна Посада: старший науковий співробітник Науковий ступінь: кандидат біологічних наук Вчене звання: старший дослідник Профайл викладача: https://orcid.org/0000-0003-2792-9787 Тел.: +380442946949 E-mail: n.zholobak2018@gmail.com https://zholobak.com</p>
Оригінальність навчальної дисципліни	Авторський курс