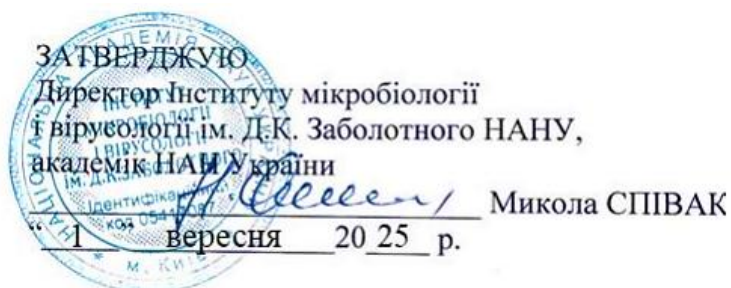


Національна академія наук України  
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного  
(ІМВ НАНУ)

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



## 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 (Е1 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 № 8 від 26.08.2025 р.

Київ 2025



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

<b>Рівень вищої освіти</b>	Третій (доктор філософії) освітньо-науковий
<b>Статус дисципліни</b>	Навчальна дисципліна вибіркової компоненти з циклу професійної підготовки
<b>Обсяг дисципліни, кредити ЄКТС / загальна</b>	2 кредити / 60 годин
<b>Галузь знань, шифр, назва спеціальності та спеціалізації</b>	091 - Біологія (Е Природничі науки, математика та статистика), 091 Біологія та біохімія (Е1 Біологія та біохімія), 03.00.06 - Вірусологія
<b>Час і місце проведення навчальної дисципліни Адреса викладання курсу</b>	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
<b>Відділ, за яким закріплена навчальна дисципліна</b>	Відділ проблем інтерферону і імуномодуляторів ІМВ НАН України
<b>Мова викладання</b>	українська
<b>Що буде вивчатися (предмет навчання)</b>	<b>Принципи застосування нанотехнологій у фундаментальних і прикладних аспектах вірусології</b> , 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

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

	<p>вірусологічних досліджень.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Використовувати нанотехнології у вірусній діагностиці – застосовувати біосенсори, наночастинки та оптичні методи для виявлення вірусних агентів.</li> <li>- Проектувати та впроваджувати наноструктуровані системи для противірусної терапії, зокрема розробляти ліпідні та полімерні наночастинки для доставки противірусних препаратів.</li> <li>- Проводити лабораторні дослідження наноматеріалів та вірусних частинок, використовуючи сучасні методи електронної мікроскопії, спектроскопії, динамічного розсіювання світла (DLS) тощо.</li> <li>- Оцінювати біобезпеку та токсикологічні властивості наноматеріалів, визначати їхній вплив на вірусні частинки, клітини господаря та довкілля.</li> <li>- Інтегрувати нанотехнології у створення нових вакцин, досліджувати ефективність наноматеріалів у підсиленні імунної відповіді.</li> <li>- Здійснювати науково-дослідну діяльність у сфері нанотехнологій та вірусології, формулювати гіпотези, планувати експерименти та аналізувати отримані результати.</li> <li>- Розробляти та вдосконалювати наноматеріали для створення антивірусних покриттів і засобів дезінфекції, що застосовуються у боротьбі з вірусами в медичних установах.</li> <li>- Користуватися сучасними інформаційними технологіями для моделювання вірус-наноматеріальних взаємодій, аналізувати результати молекулярної динаміки та квантово-хімічних розрахунків.</li> <li>- Впроваджувати міждисциплінарні методи дослідження вірусних інфекцій із використанням нанотехнологій, співпрацювати з фахівцями у галузі біофізики, хімії та матеріалознавства.</li> <li>- Дотримуватися етичних норм та регуляторних вимог у дослідженнях наноматеріалів, враховувати міжнародні стандарти щодо безпеки нанотехнологій у біомедицині.</li> <li>- 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.</li> </ul>
<p><b>Навчальна логістика</b></p>	<p><b>Змістовний модуль 1: Вступ до нанотехнологій у вірусології</b></p> <p><b>Тема 1. Основи нанотехнологій та їх значення у біології та медицині</b></p> <p>Основні поняття та визначення. Класифікація наноматеріалів. Методи отримання та аналізу наночасток</p> <p><b>Тема 2. Віруси як нанооб’єкти.</b></p> <p>Морфологія та структура вірусних часток. Самоорганізація вірусних капсидів. Використання вірусів як природних</p>

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 протівірусних 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 генній 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

	<p>антигенів у вакцинології.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Роль наночасток у модуляції імунної відповіді на вірусні інфекції.</li> </ul> <p><i>Заняття 8. Вірусні нанороботи та вірусоподібні частки у медицині</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Вірусні нанороботи: перспективи використання у медицині.</li> <li>• Генетична інженерія вірусів для створення біосумісних наноструктур.</li> <li>• Потенціал вірусів у наноклонуванні та генній інженерії.</li> </ul> <p><i>Заняття 9. Біоетика та регулювання нанотехнологій у вірусології</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Біоетичні аспекти використання нанотехнологій у вірусології.</li> <li>• Регулювання, соціальні та етичні виклики застосування наноматеріалів у вірусології.</li> </ul>
<b>Передреквізити</b>	<p>Загальні та фахові знання з Мікробіології, Вірусології, Мікробної біотехнології «Вірусологія», «Віруси рослин», «Віруси бактерій», «Віруси людини та тварин», «Основи біобезпеки при вірусних інфекціях»</p>
<b>Постреквізити</b>	<p>Знання та вміння є базовими для вивчення навчальних дисциплін «Емерджентні віруси», «Сучасні противірусні агенти та віротерапія», «Вірусоподібні частки та їх значення для сучасної медицини»</p>

Інформаційне  
забезпечення з бібліотеки  
ІМВ НАНУ та  
електронних ресурсів

**Бібліотека:**

"**Viruses and Nanotechnology**" *Ed.*: Marianne Manchester, Nicole F. Steinmetz. Springer, 2008.

"**Viral Nanotechnology**" Jake Mason. Syrawood Publishing House, 2023.

"**Nanotechnology in Virology**. *Ed.* Mahendra Rai, Ph.D., and Kateryna Kon, Ph.D. Springer, 2023.

"**Nano-antivirals: A Comprehensive Review**". *Frontiers in Nanotechnology*, 2022.

"**An Overview on Nanoparticle-Based Strategies to Fight Viral Infections**". *Journal of Nanobiotechnology*, 2022.

"**Applications of Nanotechnology in Virus Detection, Tracking, and Treatment**". *Wiley Interdisciplinary Reviews: Nanomedicine and Nanobiotechnology*, 2021.

"**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. Леонт'єв. – Харків: Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, 2024. [mycology.univer.kharkov.ua](http://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](http://uintei.kiev.ua)

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

"Вірусологія: навчально-методичний посібник до лабораторних занять та самостійної роботи студентів" / «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка, 2020.

#### Інформаційні ресурси

(нормативна база, джерела Інтернет, адреси бібліотек тощо)

#### Нормативна база та стандарти

##### Про затвердження примірних програм підготовки


за ред. В.В. Грома. – Чернігів: Національний університет 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](#)

1. **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.
2. **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.

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine</b> Журнал висвітлює дослідження з наномедицини, зокрема розробку наноматеріалів для діагностики та лікування вірусних інфекцій.</li> </ol> <p><b>Бібліотеки та електронні ресурси</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. <b>National Center for Biotechnology Information (NCBI)</b> NCBI надає доступ до баз даних, таких як PubMed, де можна знайти наукові статті з нанотехнологій та вірусології.</li> <li>3. <b>Europe PubMed Central</b> Безкоштовний архів біомедичних та медичних статей, що охоплює теми нанотехнологій у вірусології.</li> <li>4. <b>IEEE Xplore Digital Library</b> Цифрова бібліотека Інституту інженерів електротехніки та електроніки (IEEE) містить статті та конференційні матеріали з нанотехнологій, які можуть бути корисними для вірусологічних досліджень.</li> </ol>
<b>Локація та матеріально-технічне забезпечення</b>	Навчальні та мультимедійні аудиторії, проектор Відділ проблем інтерферону і імуномодуляторів
<b>Семестровий контроль</b>	Іспит, білети
<b>Викладач(і)</b>	 <p><b>Жолобак Надія Михайлівна</b>  <b>Посада:</b> старший науковий співробітник  <b>Науковий ступінь:</b> кандидат біологічних наук  <b>Вчене звання:</b> старший дослідник  <b>Профайл викладача:</b>  <a href="https://orcid.org/0000-0003-2792-9787">https://orcid.org/0000-0003-2792-9787</a>  <b>Тел.:</b> +380442946949  <b>E-mail:</b>  <a href="mailto:n.zholobak2018@gmail.com">n.zholobak2018@gmail.com</a>  <a href="https://zholobak.com">https://zholobak.com</a></p>
<b>Оригінальність навчальної дисципліни</b>	Авторський курс