

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

03143, м. Київ, вул. Академіка Заболотного, 154  
тел.: +38044 526 11 79



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### ДВА11 «ВІРУСОПОДІБНІ ЧАСТКИ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ СУЧАСНОЇ МЕДИЦИНИ» (шифр і назва навчальної дисципліни)

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

напрямок підготовки доктора філософії

Галузь знань 09 Біологія  
Спеціальність 091 Біологія та біохімія  
ОП Вірусологія

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

Київ 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Вірусоподібні частки та їх значення для сучасної медицини» 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:

Товкач Федір Іванович - доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, член-кореспондент Національної академії наук України, завідувач відділу молекулярної генетики бактеріофагів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного Національної академії наук України,

вул. Академіка Заболотного, буд.154,

03143, Київ, Україна,

Тел. +380931801431

© Товкач Ф.І. 2024

©Інститут мікробіології і вірусології ім.Д.К. Заболотного НАН України, 2024

## Зміст

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	3
2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ .....	4
3. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ, ВІДПОВІДНІСТЬ ПРОГРАМНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ КОМПОНЕНТАМ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ .....	5
4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	9
4.1. Анотація дисципліни.....	11
4.2. Структура навчальної дисципліни .....	12
4.2.1. Тематичний план.....	12
4.2.2. Навчально-методична картка дисципліни.....	24
4.3. Форми організації занять.....	25
4.3.2. Теми практичних занять.....	25
4.3.4. Індивідуальні завдання.....	25
4.3.5. Індивідуальна навчально-дослідна робота.....	26
5. МЕТОДИ НАВЧАННЯ	
5.1. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності.....	28
5.2. Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності.....	28
5.3. Інклюзивні методи навчання .....	29
6. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	29
6.1. КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ, РОЗПОДІЛ БАЛІВ, КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ.....	29

### 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	<b>Галузь знань</b> 91 Біологія	<b>Вид дисципліни</b> вибіркова
	<b>Спеціальність</b> 091 Біологія та біохімія	<b>Цикл підготовки</b> професійний
Модулів 1 – ( <i>поточне тестування</i> )	ОП Вірусологія	<b>Рік підготовки:</b>
Змістових модулів – 3		3-й
Загальний обсяг годин для денної форми навчання – 60 год.	<b>Мова викладання, навчання та оцінювання:</b> українська	<b>Семестр</b>
		6-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 год. самостійної роботи здобувача – 4 год.	<b>Освітньо-кваліфікаційний рівень:</b> Доктор філософії	<b>Лекції</b>
		16 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>
		22 год.
		<b>Самостійна робота</b>
20 год.		
		<b>Вид семестрового контролю:</b> 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 «Вірусоподібні частки та їх значення для сучасної медицини»* - сформувати у аспірантів концепт «вірусоподібних часток – virus-like particles» (VLP), а також систему базових знань про фундаментальні молекулярно-біологічні та молекулярно-генетичні процеси, що призводять до виникнення VLP у різних груп вірусів. Привести до розуміння слухачами ролі цих структур в екології систем вірус-хазяїн, зокрема атенуації інфекційних хвороб вірусної природи. Засвоїти важливе значення вірусоподібних часток в медицині і ветеринарії, а також в сучасній біотехнології.

**Завдання** наукової дисципліни включають:

глибоке розуміння фундаментальних процесів, що лежать в основі виникнення VLP, їх зв'язок з гетерогенністю вірусних популяцій, яка обумовлюється вірус-клітинною взаємодією на рівні геномної організації обох організмів та на рівні просторової самозбірки цілісних вірусних часток; розуміння здатності VLP до упакування чужорідних генетичних структур і здатності до векторного переносу цільових білкових і нуклеїнових компонентів в клітини хазяїна

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

**Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти за програмою «Вірусоподібні частки та їх значення для сучасної медицини» повинні знати:**

- про основні проблеми вірусології і тенденції розвитку сучасної біології та мати уявлення про основні шляхи вирішення загальних наукових проблем у сучасній біологічній науці;
- про основи доменної класифікації організмів, про домен «Акамара» і «Капсид утворюючі організми», про сучасну класифікацію вірусів різних груп;
- про базові елементи вірусної архітектури – розмір, симетрія і самозбирання;
- вірусоподібні частки як споріднені чи мімікуючі складові вірусів;
- вірусоподібні частки як основний об'єкт сучасної нанобіотехнології;
- означення природних і химерних VLP;
- природні джерела вірусоподібних часток;
- про дефектну лізогенію у бактерій як природне джерело VLP;
- компоненти фагового віріона (пусті і цілісні капсиди, хвостові відростки, стрижні, базальні пластинки і фібрили), які являють собою природні вірусоподібні частки;
- віріон і його складові компоненти як білкові наночастки із структурованою поверхнею;
- конструювання білків і вакцин на основі химерних VLP; фаговий дисплей;
- векторні системи доставки ліків на основі вірусоподібних часток;
- широке використання аденовірусної системи в сучасній медицині;
- вірус-сателітні системи типу фагів P2 – P4 і аденоасоційований вірус – AAV;
- невірусні системи доставки генетичної інформації, ліків та протеїнів в клітини; ліпідні везикули бактеріального походження;
- основні експериментальні методи, що застосовуються для пошуку і очищення природних, а також при створенні штучних VLP.

### **вміти:**

- застосовувати методи класичної вірусології і бактеріофагії для одержання нативних вірусних часток і природних VLP;
- застосовувати методи молекулярної біології для одержання високоочищених наноструктур вірусної природи;
- проводити біоінформатичний аналіз для дослідження вірусних геномів та протеомів;
- ефективно формувати комунікаційну стратегію у професійній діяльності;
- вміти самостійно спланувати експеримент на основі поставленої задачі;

**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 розв'язувати комплексні завдання у галузі молекулярної вірусології і суміжних наук у дослідницько-інноваційної діяльності, яка передбачає розробку нових ідей, проведення досліджень на основі набутих знань і практичних навичок, отримання нових знань, створення новацій.

*Загальні компетентності (ЗК):*

ІК-1. 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.

ЗК01. Формування системного наукового світогляду, професійної етики та загального культурного кругозору.

ЗК02. Здатність до набуття спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень науки, які є основою для оригінального абстрактного мислення, аналізу, синтезу та інноваційної діяльності.

ЗК03. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями з метою поглиблення теоретичних і методичних знань у галузі біології та суміжних наук

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

ЗК11. Здатність працювати в команді.

ЗК13. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК14. Вміння виявляти, ставити та вирішувати на сучасному рівні наукові проблеми з дотриманням морально-етичних норм.

ЗК15. Здатність діяти на основі етичних кодексів і професійної етики науковця, діяти соціально відповідально та свідомо.

(здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; навички використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій; здатність до пошуку, оброблення на аналізі інформації з різних джерел; здатність генерувати нові ідеї (креативність); здатність працювати в міжнародному науковому просторі; вміння виявляти, ставити та вирішувати на сучасному рівні наукові проблеми).

*Спеціальні компетентності (фахові, предметні (СК)):*

СК01. Глибинні знання і розуміння історії, основних концепцій, сучасних теоретичних і практичних проблем біологічної науки та вірусології як її складової

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

СК03. Здатність до продукування нових ідей і розв'язання комплексних завдань у галузі біології і, зокрема, вірусології, а також до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності за фахом

СК04. Здатність планувати, організовувати і здійснювати оригінальні наукові дослідження на сучасному науковому рівні, обирати оптимальні шляхи і методи їх реалізації для створення нових знань у біології, зокрема у вірусології та суміжних науках.

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

СК06. Здатність до критичного оцінювання, інтерпретації та синтезу нової інформації та даних у галузі біології і, зокрема, вірусології.

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.

(здатність застосовувати отримані знання та розуміння для вирішення проблем сучасної біології; здатність формулювати наукову проблему, робочі гіпотези досліджуваної проблеми, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики; здатність обирати адекватні методи для ефективного вирішення конкретних науково-практичних задач у галузі біології; здатність інтерпретувати дані, отримані в результаті наукового дослідження і зіставляти виявлені факти з сучасними концепціями, гіпотезами та теоріями; поглиблене знання за широким колом питань сучасної біології; здатність ефективно спілкуватися з широкою науковою спільнотою);

**Робоча програма «Вірусоподібні частки та їх значення для сучасної медицини»** забезпечує набуття здобувачами вищої освіти здатності до аналізу питань, пов'язаних із значенням сучасної нанобіотехнології, заснованої на природних і химерних вірусоподібних частках для розвитку медицини і ветеринарії, а також створює підґрунтя для розуміння вірусного різноманіття і його взаємовідносин з організмами більш високого порядку.

**Матриця відповідності програмних результатів навчання (ПРН), освітніх компонентів, методів навчання та оцінювання**

**з дисципліни «Вірусоподібні частки та їх значення для сучасної медицини»**

<b>Програмні результати навчання ОП</b>	<b>Методи навчання</b>	<b>Форми та методи оцінювання</b>
ПРН 01 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.
ПРН 06 Знання молекулярної генетики бактерій і бактеріофагів; біоінформатична компетентність; здатність використовувати інформаційне забезпечення для аналізу первинної послідовності геномів вірусів.	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату.
ПРН 15. Описувати та аналізувати процеси на молекулярному, клітинному та організменному рівнях на основі фундаментальних загальнонаукових принципів і знань.	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на семінарському занятті, підготовка презентації.
ПРН 18. Працювати з науковою літературою, що передбачає здійснення моніторингу наукових джерел інформації, аналіз та критичну оцінку даних літератури з метою виявлення найбільш актуальних та малодосліджених питань.	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату.
ПРН 19. Працювати з сучасними бібліографічними і реферативними базами даних, а також наукометричними платформами, такими як Web of Science, Scopus та ін.	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату.
ПРН 20. Формулювати наукову проблему, розробляти та перевіряти гіпотези, визначати актуальність, мету, завдання, необхідні ресурси та час для реалізації самостійного наукового дослідження, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань.	Лекція, практичні/семінарські заняття, обговорення і дискусія, самостійна робота.	Виступ на практичному/семінарському занятті, підготовка презентації.
ПРН 23. Застосовувати у науковій та науково-педагогічній діяльності сучасні інформаційні технології та інструменти.	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату.
ПРН 29. Аналізувати, оцінювати та синтезувати нові і складні ідеї та формулювати переконливі аргументи на	Лекція, практичні/семінарські	Виступ на практичному/семінар





#### 4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

##### «ВІРУСОПОДІБНІ ЧАСТКИ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ СУЧАСНОЇ МЕДИЦИНИ»

**Змістовий модуль 1. Основні проблеми вірусології і основні тенденції розвитку сучасної біології.**

**Тема 1. Концептуальна база сучасної вірусології та основні експериментальні методи (10 год.)**

Методологія для вирішення загальних наукових проблем у сучасній біологічній науці. Первинна послідовність вірусних геномів. Доменна класифікація організмів. Загадка вірусного різноманіття і сиквенси вірусних геномів. Проблема ортологічних і паралогічних генів у вірусології. Вірусний домен «Акамага». Орфанні (сирітські) вірусні геноми. Поділ живих істот на рибосоמו- і капсидутворювальні організми. Сучасна класифікація вірусів різних груп і її відмінність від класифікації Балтімора. Базові елементи вірусної архітектури – розмір, симетрія і самозбирання.

**Тема 2. Вірусоподібні частки – VLP. (6 год.)**

Вірусоподібні частки як споріднені чи мімікуючі складові віріонів. Методи одержання і очистки VLP. Методи модифікації. Означення наноструктур біологічного походження. Вірусоподібні частки як основний об'єкт сучасної нанобіотехнології. Природні, штучні і химерні VLP.

**Тема 3. Природні джерела вірусоподібних часток. (10 год.)**

Дефектна лізогенія у бактерій як природне джерело VLP. Особливості лізогенії у *Bacillus subtilis* і *Pectobacterium carotovorum*. Одержання дефектних віріонів та їх концентрування і очистка. Різноманітність компонентів вірусної частки - пусті і цілісні капсиди, хвостові відростки, стрижні, базальні пластинки і фібрили. Віріон і його складові компоненти, як білкові наночастки із структурованою поверхнею;

**Тема 4. Химерні вірусоподібні частки. (4 год.)**

Означення структурних химер. Підходи до утворення химерних VLP. Характеристика сторонніх структурних елементів на зовнішній і на внутрішній поверхні VLP. Створення білкової інженерії на основі химерних часток. Штучне вдосконалення білків і ферментів. Підвищення імунологічної активності специфічних епітопів. Поняття мінімальної послідовності епітопу.

**Змістовий модуль 2. Конструювання білків і вакцин на основі химерних VLP; векторні системи доставки ліків.**

**Тема 5. Фаговий дисплей (10 год.)**

Будова віріона та життєвий цикл ниткового бактеріофага M13. Відображення пептидів і білків. Типи систем фагового дисплея. Створення бібліотек пептидів і білків. Мутагенез Кункеля. Побудова бібліотек на основі полімеразної ланцюгової реакції. Включення в білки неприродних амінокислот. Застосування фагового дисплея. Афінні реагенти. Дзеркальний фаговий дисплей. Зв'язування з неорганічними матеріалами. Наноструктури. Вибір для покращеної стабільності білка. Швидкий аналіз спорідненості мутантів. Штучні фактори транскрипції. Ідентифікація субстратів протеаз. Дизайн ферментів

**Тема 6. Використання аденовірусної системи в сучасній медицині (8 год.)**

Аденовіруси як вектори для доставки цільових антигенів до клітин ссавців. Будова віріона і молекулярна генетика. Ранні та пізні гени. Серотипи людських аденовірусів. Підгрупи від А до G. Особливості E1-дефіцитних аденовірусів. Трансгенні касети та їх експресія в складі аденовіруса. Типи вакцин, створених на основі аденовірусів. Вакцина проти туберкульозу. Вірус серотипу 35. Вектор AdHu35.

**Тема 7. Практичне значення вірус-сателітних систем типу фагів P2–P4 і аденоасоційований вірус – AAV (4 год.)**

Фаг-помічник P2 і фаг-супутник P4 *Escherichia coli*. Біологія і молекулярна генетика вірус-сателітної системи P2-P4. Особливості збирання фага P4. Декоративний білок капсида Psu фага P4. Сателітний фаг P4 як потужна модель VLP. Класифікація і серотипи парвовірусів. Аденоасоційований вірус як «золотий стандарт» сучасної генної терапії. Лікування успадкованих форм сліпоти та гемофілії В. Здатність AAV-векторів бути в стані екстрахромосоми.

## **Тема 8. Невірусні системи доставки генетичної інформації, ліків та протеїнів в клітини; ліпідні везикули бактеріального походження (8 год.).**

Носії лікарських засобів другого покоління. Класифікація пасивних колоїдних носіїв. Ліпосоми. Наносфери. Нанокапсули. Носії третього покоління. Колоїдні носії з моноклональними антитілами. Ліпосоми як перспективні інструменти адресної доставки. Бактеріальні мембранні везикули (MV). Одержання і транспортні функції MV. Подібність мембранних везикул до VLP. Перспективність використання в біомедицині і нанотехнології.

### **Дисципліни, вивчення яких обов'язково передують цій дисципліні:**

#### **Дисципліни, вивчення яких обов'язково передують цій дисципліні:**

ОК01	Іноземна мова професійного спрямування для підготовки аспірантів до рівня загальноєвропейського стандарту володіння мовою С1
ОК02	Філософія науки і культури
ОК03	Методологія, організація та технологія наукових досліджень
ДВІ01	Мікробіологія
ДВІ02	Вірусологія
ДВІ03	Мікробна біотехнологія
ДВА02	Віруси бактерій
ДВА03	Віруси людини та тварин

#### **Дисципліни, вивчення яких ідуть після цієї дисципліни:**

ДВА12	Методи ідентифікації вірусів
-------	------------------------------

### **4.1. Анотація дисципліни**

Програму вивчення навчальної дисципліни вільного вибору аспірантів «Вірусоподібні частки та їх значення для сучасної медицини» складено відповідно до науково-освітньої програми підготовки аспірантів зі спеціальності 091 Біологія та біохімія (ОП Вірусологія). Дисципліна вивчає причини та процеси, що протікають при утворенні вірусоподібних часток (virus-like particles, VLP), види VLP і їх утворення природним та штучним шляхом, взаємозв'язок вірусоподібних часток із структурою, архітектурою і топологією віріона та капсиду. Інтенсивні дослідження VLP направлені на створення вакцин, впровадження генної терапії та діагностики вірусних захворювань. Означена дисципліна стосується також і коротко знайомить аспірантів з новими наноматеріалами, нанопристроями та наномашинами на основі VLP. Її місце у системі інших біологічних дисциплін у найбільшому ступені узгоджується з поняттям про маніпуляції з вірусоподібними частками усіх вірусних таксонів, що розширює науковий світогляд не тільки в галузі вірусології, але й в загальній біології.

Головні цілі для бажаного короткого розуміння застосувань VLP включають, головним чином, дисплей/експозицію для чужорідних імунологічних епітопів для приготування експериментальних вакцин, упаковку генетичних матеріалів для покращення імуногенності вакцин і/або для доставки генів, спрямування до специфічних клітин, через приєднанням підходящих етикеток/адресів і утворенням нових біонаноматеріалів, наприклад, терапевтичних і іміджевих інструментів. Ці специфічні застосування окреслюють окремо природні, або оригінальні VLP, а також і химерні похідні від оригінальних VLPs. Застосування інжинірингових природних і/або химерних VLPs є бажаними для наступних дій: (i) вакцин, (ii) векторів доставки, (iii) нових наноматеріалів, що включають діагностичні матеріали.

**4.2. Структура навчальної дисципліни  
4.2.1. Тематичний план**

№ з/п	Назва лекції	Кількість годин				
		Усього	Лекції	Практичні заняття	Консультації	С/Р
<i>Змістовий модуль 1. Основні проблеми вірусології і основні тенденції розвитку сучасної біології.</i>						
1	<b>Тема 1.</b> Концептуальна база сучасної вірусології та основні експериментальні методи	8	2	4		2
2	<b>Тема 2.</b> Вірусоподібні частки – VLP	8	2	4		2
3	<b>Тема 3.</b> Природні джерела вірусоподібних часток	8	2	2		4
4	<b>Тема 4.</b> Химерні вірусоподібні частки	4	2	2		
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>	2		2		
<i>Змістовий модуль 2. Конструювання білків і вакцин на основі химерних VLP; векторні системи доставки ліків.</i>						
5.	<b>Тема 5.</b> Фаговий дисплей	10	2	2		6
6.	<b>Тема 6.</b> Використання аденовірусної системи в сучасній медицині	6	2	2		2
7.	<b>Тема 7.</b> Практичне значення вірус-сателітних систем типу фагів P2– P4 і аденоасоційований вірус – AAV.	4	2			2
8.	<b>Тема 8.</b> Невірусні системи доставки генетичної інформації, ліків та протеїнів в клітини; ліпідні везикули бактеріального походження	8	2	2	2	2
	<i>Модульна контрольна робота 2.</i>	2		2		
17.	<b>Консультації</b>					
18.	<b>Підсумкова модульна контрольна робота</b>					
	<b>УСЬОГО</b>	<b>60</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>20</b>

Загальний обсяг **60** год, у тому числі:

Лекції – **16** год.

Лабораторні заняття – **22** год.

Самостійна робота (С/Р) - **20** год.

Консультації – **2** год.

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1**

*Основні проблеми вірусології і основні тенденції розвитку сучасної біології*

### **ТЕМА 1. КОНЦЕПТУАЛЬНА БАЗА СУЧАСНОЇ ВІРУСОЛОГІЇ ТА ОСНОВНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ.**

#### **Лекція 1. КОНЦЕПТУАЛЬНА БАЗА СУЧАСНОЇ ВІРУСОЛОГІЇ ТА ОСНОВНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ.**

**Лабораторне заняття 1.** Визначення вірусного титру для різних вірусів.– 4 год.

#### **Завдання для самостійної роботи:**

Концепція вірусного різноманіття.

Первинна послідовності вірусних ДНК- і РНК.

Проблема ортологічних генів у вірусних геномах. Доменна класифікація організмів і місце вірусів в ній.

Поділ усіх земних організмів на дві великі групи. Капсидо- і хромосомотворювальні організми.

Сучасна класифікація вірусів. Класифікація Балтімора.

#### **Контрольні запитання та завдання:**

1. Що таке сиквенс вірусного генома?
2. Скільки доменів життя Вам відомо? Чим характеризується домен «Акамара»?
3. Чи можуть віруси включати до свого складу одночасно ДНК і РНК?
4. Яка кількість інформації необхідна для експресії вірусного капсида?
5. Які найбільші віруси Ви знаєте?
6. Що таке вірусна архітектура?
7. Що таке віроїди і пріони?

#### **Рекомендована література:**

[1,2] за списком рекомендованої літератури;

### **ТЕМА 2. ВІРУСОПОДІБНІ ЧАСТКИ – VLP**

#### **Лекція 2. ВІРУСОПОДІБНІ ЧАСТКИ ЯК СПОРІДНЕНІ ЧИ МІМІКРУЮЧІ СКЛАДОВІ ВІРІОНІВ.**

**Лабораторне заняття 2.** Ефективність висіву бактеріофагів і вірусів тварин – 4 год.

1. Ефективності висіву вірусів як важливий параметр експериментальної вірусології.

2. Цитопатичний ефект.

#### **Завдання для самостійної роботи**

Вірусо-, коро-, та капсидоподібні структури – основні джерела вірусоподібних часток.

Виробництво VLP за допомогою рекомбінантних технологій, методів генної та білкової інженерії і методології хімічного синтезу.

Одержання та очистка природних VLP.

#### **Контрольні запитання та завдання:**

1. Що являють собою природні, штучні і химерні вірусоподібні частки?
2. Наскільки близькі природні VLP до вихідних вірусних часток?
3. В чому полягають методи модифікації VLP?
4. Означте наноструктури біологічного походження.
5. Вірусоподібні частки як основний об'єкт нанобіотехнології.
6. Що таке однорідний, мозаїчний або багаточастковий склад химерних VLP?

#### **Рекомендована література:**

[2] за списком рекомендованої літератури;

### **Тема 3. ПРИРОДНІ ДЖЕРЕЛА ВІРУСОПОДІБНИХ ЧАСТОК.**

#### **Лекція 3. ДЕФЕКТНА ЛІЗОГЕНІЯ У БАКТЕРІЙ ЯК ПРИРОДНЕ ДЖЕРЕЛО VLP.**

**Лабораторне заняття 3-4.** Дослідження дефектних бактеріофагів фітопатогенної бактерії *Pectobacterium carotovorum* - 2 год.

1. Практичне одержання окремих компонентів віріонів дефектних помірних бактеріофагів *P. carotovorum*.

2. Концентрування і очистка фагових VLP на колонках з ДЕАЕ-целюлозою.
3. Підготовка зразків для трансмісивної електронної мікроскопії.
4. Електронна мікроскопія фагових VLP.

#### ***Завдання для самостійної роботи***

Особливості дефектної лізогенії у бактерій.

Методи одержання VLP фагового походження їх концентрування та очищення.

Структурованість часток типу фагового хвостового відростка і можливе значення для стимуляції імунної відповіді.

#### ***Контрольні запитання та завдання:***

1. Різноманітність компонентів вірусної частки.
2. Чим відрізняються цілісні капсиди від пустих капсидних структур?
3. Особливості будови хвостових відростків бактеріофагів.
4. Що являють собою частки типу базальних пластинок і фібрил?
5. Що таке бактеріоцини типу фагових хвостових відростків?
6. Віріон і його складові компоненти як білкові наночастки.

#### ***Рекомендована література:***

[2,3,4] за списком рекомендованої літератури;

### **Тема 4. ХИМЕРНІ ВІРУСОПОДІБНІ ЧАСТКИ**

#### **Лекція 4. ХИМЕРНІ VLP ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ**

#### ***Завдання для самостійної роботи***

Означення химерних структур вірусної природи і підходи до їх штучного утворення.

Сторонні структурні елементи на поверхні VLP.

Білкова інженерія на основі химер.

#### ***Контрольні запитання та завдання:***

1. Як здійснюється штучне вдосконалення білків і ферментів за допомогою VLP?
2. Що таке специфічний епітоп?
3. Як можна підвищити імунологічну активність специфічних епітопів?
4. Поняття мінімальної послідовності епітопу.
5. Генна інженерія і мутаційне втручання в структуру білків.
6. Отримання штучних мультимерних структур на основі VLP.
7. В чому полягають особливості самозбирання химер?

#### ***Рекомендована література:***

[2] за списком рекомендованої літератури;

### **Модульна контрольна робота 1**

#### ***ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2***

*Конструювання білків і вакцин на основі химерних VLP; векторні системи доставки ліків.*

### **ТЕМА 5. ФАГОВИЙ ДИСПЛЕЙ**

#### **Лекція 5. ФАГОВИЙ ДИСПЛЕЙ ТА ЙОГО ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ**

#### ***Лабораторне заняття 5. SOS-індукція лізогенних бактерій – 2 год.***

1. Загальна рекомбінація у бактерій і SOS-відповідь.
2. Помірні і строго вірулентні бактеріофаги.

#### ***Завдання для самостійної роботи***

Будова віріона та життєвий цикл ниткових бактеріофагів, споріднених з M13.

Широке використання фага M13 в молекулярній генетиці. Відображення пептидів і білків на поверхні віріона.

Типи систем фагового дисплея.

Створення бібліотек пептидів і білків.

**Контрольні запитання та завдання:**

1. Що таке мутагенез Кункеля?
2. Як будуються бібліотеки за допомогою полімеразної ланцюгової реакції?
3. Включення в білки неприродних амінокислот.
4. Застосування фагового дисплея.
5. Що таке афінні реагенти?
6. Що таке дзеркальний фаговий дисплей?
7. Як у випадку дисплея проводиться зв'язування пептида з неорганічними матеріалами?
8. Що таке наноструктури?
9. Стабільність білка.
10. Як проводиться швидкий аналіз спорідненості мутантів?
11. Штучні фактори транскрипції.
12. Здійснення ідентифікації субстратів протеаз.
13. Як проводять дизайн ферментів?

**Рекомендована література:**

[5,6] за списком рекомендованої літератури.

**ТЕМА 6. ВИКОРИСТАННЯ АДЕНОВІРУСНОЇ СИСТЕМИ В СУЧАСНІЙ МЕДИЦИНІ**  
**ЛЕКЦІЯ 6. АДЕНОВІРУСИ ЯК ВЕКТОРИ ДЛЯ ДОСТАВКИ ЦІЛЬОВИХ АНТИГЕНІВ ДО**  
**КЛІТИН ССАВЦІВ**

**Лабораторне заняття 6.** Очистка ліпідних часток методом гель-фільтрації – 2 год.

1. Методи колонкової хроматографії для очистки макромолекулярних комплексів і структур.
2. Гельфільтрація і іонообмінна хроматографія

**Завдання для самостійної роботи**

Епідеміологія аденовірусів.

Будова віріона і молекулярна генетика.

Ранні та пізні гени у аденовірусів.

Серотипи людських аденовірусів.

Підгрупи від А до G.

**Контрольні запитання і завдання:**

1. Мутантні аденовіруси.
2. В чому полягає основна особливість E1-дефіцитних аденовірусів?
3. Що таке трансгенні касети і як вони експресуються в складі аденовіруса?
4. Що відомо про вакцини, створені на основі аденовірусів?
5. Вакцина проти туберкульозу.
6. Охарактеризуйте вірус серотипу 35.
7. Властивості вектору AdHu35.

**Рекомендована література:**

[2,7] за списком рекомендованої літератури;

**ТЕМА 7. ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ВІРУС-САТЕЛІТНИХ СИСТЕМ ТИПУ ФАГІВ P2-P4 І АДЕНОАСОЦІЙОВАНИЙ ВІРУС – AAV**

**Лекція 7. ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ВІРУС-САТЕЛІТНИХ СИСТЕМ ТИПУ ФАГІВ P2-P4 І АДЕНОАСОЦІЙОВАНИЙ ВІРУС - AAV**

**Лабораторне заняття 7-8.** Одержання бактеріальних везикул із *Pectobacterium carotovorum* – 2 год.

1. Методи одержання ліпідних везикул.
2. Ультрацентрифугування освітлених клітинних лізатів.
3. Електронна мікроскопія везикул.

**Завдання для самостійної роботи**

Біологія і молекулярна генетика вірус-сателітної системи P2-P4.

Сателітний фаг P4 як потужна модель VLP.

Аденоасоційований вірус як «золотий стандарт» сучасної генної терапії.

Лікування успадкованих форм сліпоти та гемофілії В.

**Контрольні запитання і завдання:**

1. Що відомо про вірусні сателітні системи у вірусології?
2. Фаг-помічник P2 і фаг-супутник P4 *Escherichia coli*.
3. В чому полягають особливості збирання фага P4?
4. Декоративний білок капсида P<sub>su</sub> фага P4.
5. Класифікація парвовірусів.
6. Що відомо про серотипи парвовірусів?
7. Здатність AAV-векторів бути в стані екстрахромосоми.

**Рекомендована література:**

[2,8] за списком рекомендованої літератури;

**ТЕМА 8. НЕВІРУСНІ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ГЕНЕТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ, ЛІКІВ ТА ПРОТЕЇНІВ В КЛІТИНИ; ЛІПІДНІ ВЕЗИКУЛИ БАКТЕРІАЛЬНОГО ПОХОДЖЕННЯ.**

**Лекція 8. НЕВІРУСНІ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ГЕНЕТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ, ЛІКІВ ТА ПРОТЕЇНІВ В КЛІТИНИ**

**Завдання для самостійної роботи**

Носії лікарських засобів другого і третього покоління.

Класифікація пасивних колоїдних носіїв. Ліпосоми.

Бактеріальні мембранні везикули (MV).

Одержання і транспортні функції MV.

**Контрольні запитання і завдання:**

1. Що таке колоїдні носії з моноклональними антитілами?
2. Чим відрізняються наносфери від нанокапсул?
3. Ліпосоми як перспективні інструменти адресної доставки.
4. Чи подібні мембранні везикули до VLP?
5. Перспективність використання MV в біомедицині і нанотехнології.

**Рекомендована література:**

[9,10] за списком рекомендованої літератури;

**Модульна контрольна робота 2**

**Підсумкова модульна контрольна робота**

## ЗАВДАННЯ МОДУЛЬНОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

### ЗМ1. Модульна контрольна робота 1

1. В чому полягає концепція вірусного різноманіття?
2. Як визначається первинна послідовність вірусних нуклеїнових кислот?
3. В чому полягають особливості ортологів у вірусних геномах?
4. Що таке доменна класифікація організмів?
5. Що являють собою капсидо- і хромосомотворюючі організми?
6. Чим відрізняється сучасна класифікація вірусів від класифікації Балтімора?
7. Чим характеризується домен «Акатага»?
8. Яка кількість інформації необхідна для експресії вірусного капсида?
9. Що таке вірусна архітектура?
10. Що таке віроїди і пріони?
11. Як використовуються рекомбінантні технології, методи генної та білкової інженерії і методології хімічного синтезу у виробництві VLP?
12. Як одержують та очищують природні VLP?
13. Що являють собою природні, штучні і химерні вірусоподібні частки?
14. Що являють собою наноструктури біологічного походження?
15. Як одержують окремі компоненти віріонів дефектних помірних бактеріофагів *P. carotovorum*?
16. Як здійснюється електронна мікроскопія фагових VLP?
17. Що таке дефектна лізогенія у бактерій?
18. Що таке структурованість часток типу фагового хвостового відростка та її можливе значення для стимуляції імунної відповіді?
19. В чому полягає різноманітність компонентів вірусної частки?
20. Як побудовані хвостові відростки бактеріофагів?
21. Що таке бактеріоцини типу фагових хвостових відростків?
22. Чи можна вважати віріон і його складові компоненти білковими наночастками?
23. Як можна визначити химерні структури вірусної природи?
24. Що відомо про штучне утворення химер.
25. Що таке білкова інженерія на основі химер?
26. Як здійснюється штучне вдосконалення білків і ферментів за допомогою VLP?

### ЗМ2. Модульна контрольна робота 2

1. Що таке специфічний епітоп?
2. Що таке мінімальна послідовність епітопу?
3. Як здійснюється мутаційне втручання в структуру білків?
4. Що таке векторні системи доставки ліків?
5. Що являють собою ниткові бактеріофаги?
6. Як використовується фаг M13 в молекулярній генетиці?
7. Як відображуються пептиди і білки на поверхні віріона?
8. Як створюються бібліотеки пептидів і білків?
9. Як будуються бібліотеки за допомогою полімеразної ланцюгової реакції?
10. Яким чином можна вбудувати в білки неприродні амінокислоти?
11. Що таке дзеркальний фаговий дисплей?
12. Що таке наноструктури?
13. В чому проявляється стабільність білка.
14. Як проводиться швидкий аналіз спорідненості мутантів?
15. Як проводять дизайн ферментів?
16. Чим характеризується епідеміологія аденовірусів?
17. Що являють собою ранні та пізні гени у аденовірусів?
18. Що відомо про серотипи людських аденовірусів на сьогодні?
19. В чому полягає основна особливість E1-дефіцитних аденовірусів?
20. Що таке трансгенні касети і як вони експресуються в складі аденовіруса?
21. Що таке вектор AdHu35?



22. Чим характеризується біологія і молекулярна генетика вірус-сателітної системи P2-P4?
23. Чи можна розглядати сателітний фаг P4 як модель VLP?
23. В чому суть аденоасоційованого вірусу як «золотого стандарту» сучасної генної терапії.
24. Що відомо про вірусні сателітні системи у вірусології?
25. Чим характеризується фаг-помічник P2 і фаг-супутник P4 *Escherichia coli*?
26. На чому побудована класифікація парвовірусів?
27. Що відомо про серотипи парвовірусів?
28. Що ви знаєте про носії лікарських засобів другого і третього покоління?
29. Що таке бактеріальні мембранні везикули (MV)?
30. Як одержують мембранні везикули?
31. В чому закладаються транспортні функції MV?
32. Чим відрізняються наносфери від нанокапсул?
33. Чи можуть ліпосоми розглядатися як перспективні інструменти адресної доставки ліків?
34. Чи подібні мембранні везикули до VLP?
35. В чому заключається перспективність використання MV в біомедицині і нанотехнології?

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Koonin E.V., Krupovic M., Agol V. I. The Baltimore Classification of Viruses 50 Years Later: How Does It Stand in the Light of Virus Evolution? *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. - 2021. – V. 85. N.3 - e00053-21.
2. Pumpers P., Pushko P. *Virus-like Particles. A Comprehensive Guide*. CRC Press. Taylor and Francis Group. Boca Raton, London. 2022. – 926 p.
3. Dean Scholl. Phage Tail-Like Bacteriocins. *Annual Review of Virology* - 2017. – V.4. - P. 453–67.
4. Ge Peng, Scholld D., Prokhorov N. S., Avaylon J. et.al. Action of a minimal contractile bactericidal nanomachine. *Nature*. – 2020. - 580(7805). – 658–662. doi:10.1038/s41586-020-2186-z.
5. Kehoe J.W., Kay B.K. Filamentous Phage Display in the New Millennium. *Chem. Rev.* - 2005. - V. 105. – P. 4056-4072.
6. Adamson C.S., Yao Y., Vasiljevic S., Sy M.-S., Ren J., Jones I.M. Novel single chain antibodies to the prion protein identified by phage display. *Virology*. - 2007. – V.358. – P.166–177.
7. Gray G.C., Erdman D.D. Adenovirus. *Vaccines Licensed Vaccines and Vaccines in Development. SECTION 2*. – 2019. – P. 121 – 133.
8. Lindqvist B.N., Deho G., Calendar R. Mechanisms of Genome Propagation and Helper Exploitation by Satellite Phage P4. *Microbiol. Rev.* - 1993, Vol. 57, N. 3, P. 683-702.
9. Toyofuku M., Nomura N., Eber L. Types and origins of bacterial membrane vesicles. *Nature Reviews Microbiology* - 2019. – V. 17.
10. Біосумісні мікро- та наноструктури для спрямованого транспортування лікарських речовин. Методичні вказівки для самостійного вивчення дисципліни. 163 «Біомедична інженерія». Міністерство освіти і науки України. ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ. Факультет енергетики, робототехніки та комп'ютерних технологій. Кафедра електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки. Харків. 2023. – 22 с.

### ПИТАННЯ НА ІСПИТ

1. В чому полягає концепція вірусного різноманіття?
2. Як визначається первинна послідовність вірусних нуклеїнових кислот?
3. Що таке паралогічні і ортологічні гени?
4. В чому полягають особливості ортологів у вірусних геномах?
5. Що таке доменна класифікація організмів?
6. Яке місце займають віруси в загальній таксономії?
7. Що являють собою капсидо- і хромосомотворюючі організми?
8. Чим відрізняється сучасна класифікація вірусів від класифікації Балтімора?
9. Що таке сиквенс вірусного генома?
10. Скільки доменів життя Вам відомо?
11. Чим характеризується домен «Акатага»?
12. Чи можуть віруси включати до свого складу одночасно ДНК і РНК?
13. Яка кількість інформації необхідна для експресії вірусного капсида?
14. Які найбільші віруси Ви знаєте?
15. Що таке вірусна архітектура?
16. Що таке віроїди і пріони?
17. Як задіяні вірус-, коро-, та капсидоподібні структури в утворенні вірусоподібних часток?
18. Як використовуються рекомбінантні технології, методи генної та білкової інженерії і методології хімічного синтезу у виробництві VLP?
19. Як одержують та очищують природні VLP.
20. Що являють собою природні, штучні і химерні вірусоподібні частки?
21. Наскільки близькі природні VLP до вихідних вірусних часток?
22. В чому полягають методи модифікації VLP?
23. Що являють собою наноструктури біологічного походження?
24. Вірусоподібні частки як основний об'єкт нанобіотехнології.
24. Що таке однорідний, мозаїчний або багаточастковий склад химерних VLP?
25. Як одержують окремі компоненти віріонів дефектних помірних бактеріофагів *P. carotovorum*?
26. Що таке іонна хроматографія у випадку спільного концентрування і очистки фагових VLP?
27. Як проводиться підготовка препаратів для трансмісивної електронної мікроскопії?
28. Як здійснюється електронна мікроскопія фагових VLP?
29. Що таке дефектна лізогенія у бактерій?
30. Які методи застосовують для одержання, концентрування та очищення VLP фагового походження?
31. Що таке структурованість часток типу фагового хвостового відростка та її можливе значення для стимуляції імунної відповіді?
32. В чому полягає різноманітність компонентів вірусної частки?
33. Чим відрізняються цілісні капсиди від пустих капсидних структур?
34. Як побудовані хвостові відростки бактеріофагів?
35. Що являють собою частки типу базальних пластинок і фібрил?
36. Що таке бактеріоцини типу фагових хвостових відростків?
37. Чи можна вважати віріон і його складові компоненти білковими наночастками?
38. Як можна визначити химерні структури вірусної природи?
39. Що відомо про штучне утворення химер.
40. Які сторонні структурні елементи можна утворити на поверхні VLP?
41. Що таке білкова інженерія на основі химер?
42. Як здійснюється штучне вдосконалення білків і ферментів за допомогою VLP?
43. Що таке специфічний епітоп?
44. Як можна підвищити імунологічну активність специфічних епітопів?
45. Що таке мінімальна послідовність епітопу?
46. Як здійснюється мутаційне втручання в структуру білків?
47. Як отримують штучні мультимерні структури на основі VLP?
48. В чому полягають особливості самозбирання химер?
49. Що таке векторні системи доставки ліків?

50. Що являють собою ниткові бактеріофаги?
51. Як використовується фаг M13 в молекулярній генетиці?
52. Як відображуються пептиди і білки на поверхні віріона?
53. Що відомо про типи систем фагового дисплея?
54. Як створюються бібліотеки пептидів і білків.
55. Що таке мутагенез Кункеля?
56. Як будуються бібліотеки за допомогою полімеразної ланцюгової реакції?
57. Яким чином можна вбудувати в білки неприродні амінокислоти?
58. Як застосовується фаговий дисплей?
59. Що таке афінні реагенти?
60. Що таке дзеркальний фаговий дисплей?
61. Як у випадку дисплея проводиться зв'язування пептиду з неорганічними матеріалами?
62. Що таке наноструктури?
63. В чому проявляється стабільність білка?
64. Як проводиться швидкий аналіз спорідненості мутантів?
65. Що відомо про штучні фактори транскрипції?
66. Як здійснюється ідентифікація субстратів протеаз?
67. Як проводять дизайн ферментів?
68. Чим характеризується епідеміологія аденовірусів?
69. Що відомо про будову віріона і молекулярну генетику аденовірусів?
70. Що являють собою ранні та пізні гени у аденовірусів?
71. Що відомо про серотипи людських аденовірусів на сьогодні?
71. Що таке мутантні аденовіруси?
72. В чому полягає основна особливість E1-дефіцитних аденовірусів?
73. Що таке трансгенні касети, і як вони експресуються в складі аденовіруса?
74. Що відомо про вакцини, створені на основі аденовірусів?
75. Що являє собою вакцина проти туберкульозу?
76. В чому полягають характерні риси вірусу серотипу 35?
77. Що таке вектор AdHu35?
78. Чим характеризується біологія і молекулярна генетика вірус-сателітної системи P2-P4?
79. Чи можна розглядати сателітний фаг P4 як модель VLP?
80. В чому суть аденоасоційованого вірусу як «золотого стандарту» сучасної генної терапії?
81. Як проводиться лікування успадкованих форм сліпоти та гемофільії B?
82. Що відомо про вірусні сателітні системи у вірусології?
83. Чим характеризується фаг-помічник P2 і фаг-супутник P4 *Escherichia coli*?
84. В чому полягають особливості збирання фага P4?
85. Що таке декоративний білок капсида P<sub>su</sub> фага P4?
86. На чому побудована класифікація парвовірусів?
87. Що відомо про серотипи парвовірусів?
88. Чи здатні AAV-вектори бути в стані екстрахромосоми.
89. Що ви знаєте про носії лікарських засобів другого і третього покоління?
90. На чому ґрунтується класифікація пасивних колоїдних носіїв?
91. Що таке бактеріальні мембранні везикули (MV)?
92. Як одержують мембранні везикули?
93. В чому заключаються транспортні функції MV?
94. Що таке колоїдні носії з моноклональними антитілами?
95. Чим відрізняються наносфери від нанокапсул?
96. Чи можуть ліпосоми розглядатися як перспективні інструменти адресної доставки ліків?
97. Чи подібні мембранні везикули до VLP?
98. В чому заключається перспективність використання MV в біомедицині і нанотехнології?

**4.2.2. Навчально-методична картка дисципліни ВІРУСОПОДІБНІ ЧАСТКИ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ СУЧАСНОЇ МЕДИЦИНИ**  
**Разом: 60 год., лекції – 16 год., практичні заняття – 22 год., індивідуальні заняття – 0 год., самостійна робота – 20 год., підсумковий контроль – 4 год.**

Модулі	Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2			
Назва модуля	Основні проблеми вірусології і основні тенденції розвитку сучасної біології				Конструювання білків і вакцин на основі химерних VLP; векторні системи доставки ліків			
Кількість балів за модуль	30				30			
Лекції	1	2	3	4	5	6	7	8
Теми лекцій	Концептуальна база сучасної вірусології та основні експериментальні методи	Вірусоподібні частки як споріднені чи мімікуючі складові віріонів	Дефектна лізогенія у бактерій як природне джерело VLP	Химерні VLP та їх використання	Фаговий дисплей та його практичне значення	Аденовіруси як вектори для доставки цільових антигенів до клітин ссавців	Практичне значення вірус-сателітних систем типу фагів P2-P4 і аденоасоційований вірус – AAV	Невірусні системи доставки генетичної інформації, ліків та протеїнів в клітини
Теми практичних/семінарських	Визначення вірусного титру для різних вірусів.	Ефективність висіву бактеріофагів і вірусів тварин	Дослідження дефектних бактеріофагів фітопатогенної бактерії <i>Pectobacterium carotovorum</i>		SOS-індукція лізогенних бактерій	Очистка ліпідних часток методом гель-фільтрації.	Одержання бактеріальних везикул із <i>Pectobacterium carotovorum</i> . Електронна мікроскопія везикул	
Практичні/семінарські	2	2	4		2	2	4	
Контрольна робота/Тести	6				6			
ІНДЗ	10							
Підсумковий контроль	ІСПИТ (40 БАЛІВ)							

### 4.3.Форми організації занять

#### 4.3.2.Теми практичних/семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення вірусного титру для різних вірусів.	2
2	Ефективність висіву бактеріофагів і вірусів тварин	2
3	Дослідження дефектних бактеріофагів фітопатогенної бактерії <i>Pectobacterium carotovorum</i>	4
4	SOS-індукція лізогенних бактерій	2
5	Очистка ліпідних часток методом гель-фільтрації	2
6	Одержання бактеріальних везикул із <i>Pectobacterium carotovorum</i> . Електронна мікроскопія везикул	4
	<b>Всього</b>	<b>16</b>

#### 4.3.4. Тематика ІНДЗ

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

1. Концепція вірусного різноманіття і сучасна класифікація вірусного світу.
2. Капсидо- і рибосоמוутворювальні організми.
3. Віроїди і пріони як представники «сирітських» вірусних організмів.
4. Природні, штучні і химерні вірусоподібні частки.
5. Вірусоподібні частки як наноструктури біологічного походження.
6. Структурованість часток типу фагового хвостового відростка та її можливе значення для стимуляції імунної відповіді.
7. Штучне вдосконалення білків і ферментів за допомогою VLP.
8. Біологія та використання ниткового бактеріофага M13 в молекулярній генетиці.
9. Фаговий дисплей та створення бібліотек пептидів і білків.
10. Структура віріона і молекулярна генетика аденовірусів.
11. Будова і призначення аденовірусного вектора AdHu35.
12. Вірусні сателітні системи.
13. Аденоасоційований вірус як «золотий стандарт» сучасної генної терапії.
14. Сателітний фаг P4 як модель VLP.
15. Бактеріальні мембранні везикули (MV) як перспективні носії ліків.

#### 4.3.5.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
<b>Разом</b>		<b>10 балів</b>

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

Оцінка за 100-бальною системою	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ECTS	
90– 100	відмінно	5	A	відмінно
75 – 89	добре	4	BC	добре
60 – 74	задовільно	3	DE	задовільно
1 – 59	незадовільно	2	FX	незадовільно з можливістю повторного виконання

## 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 проєктів.

### 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, самооцінювання, 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.

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 до аспірантів на початку семестру.

### 6.1 КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ, РОЗПОДІЛ БАЛІВ, КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

6.1.1 Максимально можлива кількість балів за курс - 100. Ця кількість складається з:

- підсумковий іспит - 40 балів максимум
- результат роботи на практичному занятті - 5 балів максимум. Всього за 9 практичних занять - 45 балів
- захист проєкту - 15 балів



**6.1.2** Допуск до іспиту відбувається при мінімальній кількості балів - 36 . Ця кількість балів складається з:

- мінімальна кількість балів за результатами практичних занять - 27 (мінімум 3 бали x 9 практичних занять)
- та мінімальної кількості балів за захист проекту - 9

**6.1.3** Слухачі, які набрали сумарно 31 і нижче *вважаються такими, що не засвоїли курс взагалі.*

**6.1.4** Шкала відповідності кінцевого підсумку балів за повний курс дисципліни

	Кількість балів	Шкала ECTS
Відмінно / Excellent	90-100	A
Добре / Good	75-89	BC
Задовільно / Satisfactory	60-74	DE
Незадовільно / Fail	0-59	FX