

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра молекулярної і медичної біофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету радіофізики,  
біомедичної електроніки та  
комп'ютерних систем



Сергій ШУЛЬГА

«21» березня 2024 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

МЕТОДИ БІОІНЖЕНЕРІЇ

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 10 Природничі науки

(шифр і назва)

спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

(шифр і назва)

освітня програма «Біофізика»

(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

вид дисципліни обов'язкова

(обов'язкова / за вибором)

факультет радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем.

24 червня 2024 року, протокол №6.

**РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

Січевська Лариса Вікторівна, кандидат біологічних наук, доцент кафедри молекулярної і медичної біофізики.

Програму схвалено на засіданні кафедри молекулярної і медичної біофізики.

Протокол №6 від 24 червня 2024 року.

Завідувач кафедри молекулярної і медичної біофізики

  
\_\_\_\_\_ Володимир БЕРЕЗ

Програму погоджено з гарантом освітньої-професійної програми «Біофізика».


Гарант освітньої професійної програми «Біофізика»

  
\_\_\_\_\_ Володимир БЕРЕЗ

Програму погоджено методичною комісією факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем.

Протокол №6 від 24 червня 2024 року.

Голова методичної комісії факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

  
\_\_\_\_\_ Олександр БУТРИМ

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Методи біоінженерії» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки магістрів.

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Освітня програма Біофізика

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. **Метою викладання навчальної дисципліни** є ознайомлення студентів із методологічними основами генної та клітинної біоінженерії; прикладними аспектами застосування методів біоінженерії.

1.2. **Основними завданнями вивчення дисципліни** є сформувати у здобувачів вищої освіти наступні загальні та фахові компетентності:

#### Загальні компетентності

1. Здатність до абстрактного та системного мислення, аналізу та синтезу (K01).
2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (K02).
3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (K03).
4. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт (K08).
5. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків (K09).
6. Прагнення до збереження навколишнього середовища (K10).
7. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо. Готовність діяти в нестандартних ситуаціях (K11).
8. Розуміння та сприйняття важливості внеску в розв'язок загальних соціальних проблем: екологічної грамотності та захисту довкілля, захисту прав громадян, охорони здоров'я і безпеки праці тощо (K16).
9. Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел (K19).

#### Фахові компетентності

1. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації (K27).
2. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту (K31).
3. Здатність аналізувати отримані результати, презентувати їх фахівцям у даній галузі, оформлювати наукові статті та науково-технічні звіти (K33).

1.3. Кількість кредитів 5

1.4. Загальна кількість годин 150

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	-й
Семестр	
2-й	-й

Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
86 год.	год.
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Методи біоінженерії» здобувачі вищої освіти повинні досягти таких результатів навчання.

**Програмні результати навчання:**

1. Здатність продемонструвати поглиблені знання у вибраній спеціалізації (ПР03).
2. Здатність продемонструвати розуміння впливу технічних рішень в суспільному, економічному, соціальному і екологічному контексті (ПР04).
3. Вміти застосовувати знання і розуміння для розв'язування задач синтезу та аналізу елементів та систем, характерних обраній спеціалізації (ПР09).
4. Вміти здійснювати пошук, аналізувати і критично оцінювати інформацію з різних джерел (ПР10).
5. Здатність адаптуватись до нових умов та самостійно приймати рішення (ПР19).
6. Здатність усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань (ПР20).

**У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен**

**знати:** методичні основи генетичної та клітинної інженерії.

**вміти:** володіти спеціальною термінологією, демонструвати базові знання з біоінженерних методів та застосовувати їх на практиці, орієнтуватися в літературних джерелах в цілому та застосовувати системні підходи в аналізі наукової літератури.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### *Розділ 1. Об'єкти біоінженерії.*

*Тема 1. ДНК: генетична роль, структура і реплікація.*

*Зміст.* Будова і властивості молекул ДНК. Поняття структурного гену. Оперон, його біологічна роль. Експресія генів.

*Тема 2. Ферменти генної інженерії.*

*Зміст.* Рестриктази. ДНК-лігази. ДНК-полімерази, Т4 ДНК-полімераза, фрагмент Кленова, полінуклеотидкіназа, фосфатаза. Особливості застосування ферментів в біоінженерії.

*Тема 3. Культури клітин про- та еукаріот.*

*Зміст.* Особливості будови клітин про- та еукаріот. Схожість та різниця структурних генів про- та еукаріот. Особливості регуляції транскрипції у про- та еукаріот.

**Розділ 2. Методи генетичної інженерії.**

*Тема 4.* Методи хімічного синтезу ДНК.

*Зміст.* Фосфорамідний метод. Хімічний синтез генів. Метод полімеразної ланцюгової реакції. Синтез генів: ПЦР-ампліфікація. Застосування ПЦР в молекулярній діагностиці та генній інженерії.

*Тема 5.* Метод рекомбінантних ДНК.

*Зміст.* Плазмідні вектори: особливості їх структури та функції. Селективні маркери. Вектори на основі бакуловірусів. Косміди. Генетична трансформація клітин. Оптимізація експресії рекомбінантних ДНК в прокариотичних системах. Промотори генної інженерії (lac, tac, trc, T5, T7). Вбудова ДНК в клітину-хазяїна. Отримання рекомбінантних білків. Системи експресії еукаріот.

*Тема 6.* Методи генної інженерії білків.

*Зміст.* Отримання рекомбінантних білків (лікарських препаратів) в еукаріотичних системах. Генно-інженерні методи отримання вакцин. Генно-інженерна модифікація властивостей білків.

**Розділ 3. Методи клітинної інженерії.**

*Тема 7.* Інженерна ензимологія.

*Зміст.* Основні характеристики носіїв для іммобілізації біокатализаторів. Методи іммобілізації біокатализаторів. Застосування іммобілізованих ферментів. Процеси на основі іммобілізованих ферментів.

*Тема 8.* Клітинна інженерія.

*Зміст.* Мутагенез: індукований мутагенез, направлений мутагенез, генетичне конструювання. Генетична трансформація прокариот. Генетична трансформація клітин ссавців.

**Розділ 4. Методи створення трансгенних рослин та тварин.**

*Тема 9.* Методи створення трансгенних рослин.

*Зміст.* Векторні системи на основі Tі-плазмід. Генетична трансформація рослинних клітин. Метод прямого введення трансгенів в рослини. Застосування генно-інженерних рослин. Синтез в рослинах чужорідних білків медичного призначення.

*Тема 10.* Методи створення трансгенних тварин.

*Зміст.* Методи створення трансгенних тварин: ретровірусні вектори, мікроін'єкції ДНК, модифікація стовбурових клітин. Область застосування трансгенних тварин.

**3. Структура навчальної дисципліни**

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	сп		л	п	лаб	інд	сп
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Розділ 1 Об'єкти біоінженерії.</b>												

Разом за розділом 1	9	4			5					
<b>Розділ 2. Методи генетичної інженерії.</b>										
Разом за розділом 2	69	14	20		35					
<b>Розділ 3. Методи клітинної інженерії.</b>										
Разом за розділом 3	37	6	8		23					
<b>Розділ 4. Методи створення трансгенних рослин та тварин.</b>										
Разом за розділом 4	35	8	4		23					
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		<b>86</b>					

#### 4. Теми семінарських (практичних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні принципи генно-інженерної методології.	2
2	Застосування ПЦР в молекулярній діагностиці та генній інженерії.	3
3	Засоби молекулярного клонування. Особливості хімічного синтезу полінуклеотидів. Різновидності методу полімеразної ланцюгової реакції.	4
4	Особливості застосування косміди та векторів спеціального призначення.	3
5	Засоби вводу рекомбінантних ДНК в клітини реципієнтів. Методи відбору та аналізу рекомбінантних молекул ДНК.	2
6	Особливості генетичної трансформації клітин ссавців	2
7	Генно-інженерні засоби отримання вакцин та лікарських препаратів.	4
8	Інженерна ензимологія.	4
9	Клітинна інженерія.	4
10	Засоби отримання трансгенних тварин. Особливості отримання трансгенних рослин. Клонування багатоклітинних організмів.	4
	Разом	32

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Форми контролю
1	Області практичного застосування генної інженерії.	6	опитування
2	Функціональні властивості ендонуклеаз рестрикції.	8	опитування
3	Особливості використання ендонуклеаз рестрикції та інших ферментів в генній інженерії.	8	опитування

4	Різновиди методу полімерезної ланцюгової реакції.	8	опитування
5	Області застосування ПЦЛ.	8	опитування
6	Методи конструювання гібридних молекул ДНК.	8	опитування
7	Структура та властивості плазмідних векторів.	8	опитування
8	Методи введення рекомбінантних ДНК в реципієнтні клітини.	8	опитування
9	Способи отримання трансгенних тварин.	8	опитування
10	Особливості отримання трансгенних рослин.	8	опитування
11	Клонування багатоклітинних організмів.	8	опитування
	Разом	86	

## 6. Індивідуальні завдання

Не передбачені

## 7. Методи навчання

Лекція, семінарські заняття, самостійна робота студентів, робота з науковою статтею.

## 8. Методи контролю

**Самоконтроль** здійснюється студентами при виконанні завдань для самопідготовки та самоконтролю по кожному розділу курсу.

**Поточний контроль.** Контроль знань студентів включає поточне експрес-опитування, розв'язання ситуаційних задач, тестові завдання, семестрова контрольна робота:

- **усне опитування:** здійснюється перед та під час лекції з метою контролю засвоєння теоретичних положень
- **розв'язання ситуаційних задач:** призначено для контролю здатності узагальнювати знання, набуті під час вивчення відповідної теми, розділу курсу, для контролю здатності трактування, аналізу та оцінки результатів досліджень;
- **тестування:** проводиться у формі експрес-контролю за тестовими завданнями: є методом контролю за самостійною роботою студентів;
- **контрольна робота:** передбачає розв'язання задач за темами лекційного курсу.

## 9. Розподіл балів, які отримують студенти

Максимальна кількість балів, які може набрати здобувач вищої освіти за виконання програми курсу «Методи біоінженерії» складає 100 балів.

Максимальна кількість балів, які може набрати здобувач вищої освіти під час семестрового контролю складає 60 балів: Розділ 1 – 6; Розділ 2 – 12; Розділ 3 – 6; Розділ 4 – 6 балів; за виконання контрольної роботи - 10 балів, робота з рефератом та доповідь за матеріалами реферату - 20 балів, максимальна кількість балів за екзамен – 40 балів.

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання										Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Розрахункова робота, передбачена навчальним планом	Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1			Розділ 2			Розділ 3		Розділ 4						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
2	2	2	4	4	4	3	3	3	3	10	20	60	40	100

T1, T2 ... T10 - теми розділів.

T1-T10- опитування, робота з науковою статтею.

Мінімальна кількість балів необхідна для зарахування модулю:

Розділ 1 - 5;

Розділ 2 - 10;

Розділ 3 – 5;

Розділ 4 – 5.

Студент отримує допуск до підсумкового семестрового контролю при умові, що загальна кількість балів за всіма розділами - не менше 40.

### **Схема нарахування балів за контрольну роботу**

Контрольна робота оцінюється за шкалою від 0 до 10 балів.

Студент розв'язує 2 завдання за програмою навчальної дисципліни, кожне завдання оцінюється в 5 балів:

5 балів – розв'язання задачі здійснено з застосуванням визначень та термінів, які адекватно пояснюють явища чи процеси; не допущено помилок в розрахунках структури олігонуклеотидів, плазмід; правильно відновлені послідовності нуклеотидів в фрагментах олігонуклеотидів;

4 бали – розв'язання задачі правильне, але є неточності в здійсненні розрахунків послідовності олігонуклеотидів, плазмід;

3 бали – в розв'язанні задачі допущені грубі неточності в здійсненні розрахунків послідовності олігонуклеотидів, плазмід; студент робить помилкові визначення чи застосовує некоректно терміни;

2 бали – студентом вибрано нераціональний спосіб розв'язання задачі та обмежується стислим тлумаченням розв'язання задачі;

1 бал – розв'язання задачі містить поодинокі елементи правильної інформації

0 балів – розв'язання задачі неправильне або відсутнє.

### **Схема нарахування балів за роботу з рефератом**

Реферативна робота оцінюється за шкалою від 0 до 20 балів. Звітування про виконання реферату здійснюється на заняття в формі доповіді. При оцінюванні роботи приймаються до уваги:



- Доповідь за матеріалами реферату – максимальна кількість балів 5;
- Презентація за матеріалами реферату – максимальна кількість балів 4;
- Змістовне оформлення тексту реферату у відповідності з вимогами національної стандартизації - максимальна кількість балів 4;
- Відповіді на запитання за результатами доповіді – максимальна кількість балів 7.

### **Критерії оцінки успішності студентів при семестровому екзаменаційному контролі**

#### **Оцінку «відмінно» (40 балів – за завдання; 90-100 балів за курс у цілому)**

отримує студент, якщо він:

- чітко розуміє зміст і вільно володіє спеціальною термінологією; встановлює взаємозв'язок основних понять;
- вільно використовує набуті теоретичні знання для аналізу практичного матеріалу; демонструє високий рівень набутих практичних навичок;
- міцно засвоїв зміст навчальної дисципліни, наукових першоджерел і рекомендованої літератури;
- вміє повністю, глибоко і всебічно розкрити зміст матеріалу, поставленого завдання чи проблеми; комплексно вирішувати поставлені завдання чи проблему; правильно застосовує одержані знання з різних дисциплін для вирішення завдань чи проблем; послідовно і логічно викладає матеріал.

Допускається декілька неточностей у викладенні матеріалу, які не приводять до помилкових висновків і рішень.

#### **Оцінку «добре» (20-30 балів – за завдання; 70-89 балів за курс у цілому)**

отримує студент, якщо він:

- добре засвоїв основний зміст навчальної дисципліни, основні ідеї наукових першоджерел і рекомендованої літератури;
- точно використовує термінологію;
- має практичні навички з аналізу матеріалу.

Допускається декілька неточностей у використанні спеціальної термінології, похибок у логіці викладу теоретичного змісту або аналізу практичного матеріалу, несуттєвих та не грубих помилок у висновках та узагальненнях, що не впливають на конкретний зміст відповіді. Наявні неточності та помилки враховуються при визначенні оцінки за 100-бальною шкалою та відповідної літери В або С.

#### **Оцінку «задовільно» (10 балів – за завдання; 50-69 балів за курс у цілому)**

студент отримує, якщо:

- у відповіді суть запитання в цілому розкрита, але зміст питання викладено частково; студент невпевнено орієнтується у змісті наукових першоджерел та рекомендованої літератури;
- при викладенні матеріалу, поясненні термінології та вирішенні практичних питань зроблені суттєві помилки.

#### **Оцінку «незадовільно» (менше 50 балів) студент отримує, якщо:**

- основний зміст завдання не розкрито; студент майже не орієнтується у наукових першоджерелах та рекомендованій літературі; не знає наукових фактів та визначень;
- допущені суттєві помилки у висновках;
- студент не володіє спеціальною термінологією;
- наукове мислення та практичні навички майже не сформовані.

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

### 10. Рекомендоване методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з курсу "Методи біоінженерії".

#### Базова література

1. Glick B.R., Pasternak J.J., Molecular biotechnology: principles and applications of recombinant DNA: ASM Press, Washington, D.C., 2002. – 580 p.
2. Alberts B., Johnson A., Lewis J., Morgan D., Raff M., Roberts K., and Walter P. Molecular Biology of the cells Published by Garland Science, Taylor & Francis Group, LLC. – 2008. – 1465 p.
3. Voet D., Voet J. G., C. Pratt W. Fundamentals of Biochemistry: life at the molecular level: Wiley, 2016. – 1179 p.

#### Додаткова література

1. Hofmann A., Simon A., Grkovic T. and Jones M. Methods of Molecular Analysis in the Life Sciences - University Printing House, Cambridge CB2 8BS, United Kingdom, 2014. – 227 p.

### 11. Інформаційні ресурси

1. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
2. <http://highwire.stanford.edu/>
3. [Biotechnology | Biology library | Science | Khan Academy](#)
4. [Central dogma \(DNA to RNA to protein\) | Biology library | Khan Academy](#)
5. <https://www.futurelearn.com/courses/the-genomics-era> - The Genomics Era: the Future of Genetics in Medicine