

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА  
ШЕВЧЕНКА

## Інститут високих технологій

Кафедра молекулярної біотехнології і  
біоінформатики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора з науково-  
педагогічної роботи  
\_Галина Грабчук



« 22 » березня 2021 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЯ

для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	102 Хімія
освітній рівень	магістр
освітня програма вид дисципліни	Високі технології (Хімія та наноматеріали) вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю іспит	

Викладачі: Давидовська Т.Л.

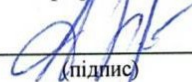
Пролонговано: на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.  
на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.

**Розробник:**

Тамара Давидовська, д.б.н., професор кафедри молекулярної біотехнології та біоінформатики Навчально-наукового інституту високих технологій

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри молекулярної біотехнології та біоінформатики

  
\_\_\_\_\_ (підпис)

(Нипорко О.Ю.)  
(прізвище та ініціали)

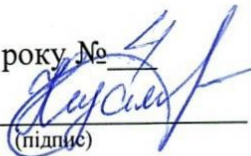
Протокол № 5 від «19» 04 2022 р.

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

---

Протокол від «13» 05 2022 року № 4

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_

  
(підпис)

(Русінчук Н.М.)  
(прізвище та ініціали)

«13» 05 2022 року

**1. Мета дисципліни** – опанування студентами фундаментальних основ формування фізичних та хімічних явищ на мембранах збудливих клітин центральної та периферичної нервової системи, гладеньких м'язів шлунково-кишкового тракту та судин, скелетних м'язів, а також сучасних експериментальних та теоретичних методів їх досліджень у поєднанні з технологіями тестування фармакологічних препаратів.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. Володіти науково-теоретичним та практичним матеріалом навчальних дисциплін, які викладаються студентам освітнього рівня «Бакалавр».
2. Вміти цілеспрямовано та коректно до завдання досліджень самостійно застосовувати знання з загальної фізіології, анатомії, біохімії, біофізики та ін. дисциплін, виконувати \ практичні роботи, добре володіти методами статистичного аналізу, працювати з науково-методичною літературою.
3. Володіти елементарними навичками роботи з матеріалами та обладнанням, що використовуються в біологічних лабораторіях.

## **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Предметом навчальної дисципліни є молекулярні механізми іонного транспорту через мембрану збудливих клітин: нейронів, гладеньком'язових клітин та клітин скелетних м'язів, а також механізми формування мембранного потенціалу спокою та викликаних нейромедіаторами потенціалів дії та гальмівних постсинаптичних потенціалів. Розглядаються загальні принципи контактних, дистанційних взаємодій між клітинами та механізми проведення потенціалів дії при здійсненні фізіологічних функцій нейронами головного, спинного мозку, а також нейрон - м'язова клітина синаптичних контактів. Надаються знання про будову іонних каналів, класифікацію, принцип організації, функції рецепторів мембран збудливих клітин та рецептор – залежні механізми активації внутрішньоклітинних сигнальних каскадів. Розглядаються експериментальні методи та їх технічне обладнання для вимірювання електричних параметрів мембран клітин, поодиноких іонних каналів та технології застосування таких електрофізіологічних методів для доклінічних досліджень фармакологічних препаратів на ефективність їх дії та можливі побічні ефекти.

## **4. Завдання (навчальні цілі):**

Навчальні цілі дисципліни спрямовані на досягнення таких загальних та фахових компетентностей:

- загальних:

- ЗК2. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел

- спеціальних (фахових, предметних):

- ФК2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.
- ФК7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).
- ФК11. Здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі в галузі хімії, вибирати належні напрями та відповідні методи для їх розв'язання, беручи до уваги наявні ресурси.
- ФК12. Розуміння етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (наукова доброчесність)

## **5. Результати навчання за дисципліною:**

<b>Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)</b>		<b>Методи і технології викладання і навчання</b>	<b>Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)</b>	<b>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</b>
<b>Код</b>	<b>Результат навчання</b>			
1.1	<i>Знати основні положення про будову клітин, їх функції, різноманіття, комунікаційні контакти. Вміти представити клітину як відкриту термодинамічну систему, основним станом якої є стаціонарний стан. Знати структуру, фізико-хімічні властивості, динаміку мембран клітин, їх транспортні системи та комунікаційні шляхи з</i>	<b>Лекції</b>	<b>Модульна</b>	40
	<i>внутрішньоклітинними органами. Знати механізми формування на мембрані клітини мембранного потенціалу спокою, потенціалів збудження та гальмування, а також експериментальні методи їх вимірювання та реєстрації. Знати основні положення біофізики синаптичної передачі.</i>		<b>контрольна робота</b>	
1.2	<i>Знати сучасні електробиофізичні та методи вимірювання та реєстрації іонних струмів через поодинокі іонні канали. Вміти застосовувати інформаційні бази даних для дослідження електричних процесів на мембранах збудливих клітин тканин, аналізувати їх зв'язки з внутрішньоклітинними сигнальними каскадами. Вміти проводити молекулярний докінг з розрахунками молекулярної динаміки: агоніст-рецептор, антагоніст-рецептор, наноматеріали – рецептор та порівнювати з результатами експериментальних електробиофізичних досліджень аналогічних наукових задач.</i>	<b>Лекції</b>	<b>Модульна контрольна робота</b>	30
1.3	<i>Вміти самостійно працювати з науковою та навчально-методичною літературою, здійснювати пошук та узагальнення науково-технічної інформації. Вміти працювати в групі при опануванні біологічних методів досліджень, аналізі отриманих даних.</i>	<b>Лекції</b>		10
2.1	<i>Вміти працювати у віртуальних лабораторіях з досліджень електричних явищ на мембранах збудливих клітин та рішення задач за темами.</i>	Практичні роботи	Звіт Контрольна робота	20

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами

## навчання

Результати навчання дисципліни (код) Програмні результати навчання (назва)	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	4.1
P2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.	+	+	+	+	+			
P6. Знати методологію та організації наукового дослідження.	+	+	+	+	+			
P8. Вміти ясно і однозначно донести результати власного дослідження до фахової аудиторії та/або нефахівців.					+	+	+	+
P13. Аналізувати наукові проблеми та пропонувати їх вирішення на абстрактному рівні шляхом декомпозиції їх на складові, які можна дослідити окремо.	+	+	+	+	+	+	+	+
P16. Використовувати інформаційно-комунікаційні технології для вирішення загальних професійних задач.					+	+	+	+
PR19. Оцінювати актуальність досліджуваних наукових проблем, придатність відомих наукових методів для їх дослідження на основі аналізу наявних даних та публікацій у провідних виданнях.	+	+	+	+				+
P17. Працювати з хімічними та біологічними базами даних.	+	+			+	+		+
P20. Знати основні принципи виведення на ринок нового фармацевтичного препарату.	+	+	+	+				

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

#### - семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 – РН 1.1; 1.2. – 10 балів/ 5 балів
2. Модульна контрольна робота 2 – РН 1.3; 1.4 – 10 балів/ 5 балів
3. Практичні заняття – РН 2.1; 2.2; 3.1 – 30 балів/15 балів
4. Оцінювання реферату РН 4.1 – 10 балів/ 5 балів

#### - підсумкове оцінювання: у формі іспиту

Підсумкова оцінка з освітнього компоненту в цілому: підсумковою формою контролю за яким встановлено іспит визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання під час семестру (оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються) та оцінки, отриманої під час іспиту.

Формою проведення іспиту є тестова контрольна робота. Результатами навчання, які оцінюються в тестовій контрольній роботі, є РН 1.1-1.4. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом, становить 40 балів за 100 бальною шкалою. Перескладання семестрового контролю з метою покращення позитивної оцінки не допускається.

#### - умови допуску до підсумкового іспиту:

Обов'язковим для іспиту є успішне написання 2 модульних контрольних робіт, реферату ( по кожній не менше 50% правильних відповідей), відпрацювання всіх передбачених планом

лабораторних робіт. Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів.

### 7.2 Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 і 2 проводяться після завершення лекцій з розділів 1 і 2, відповідно. Звіти по лабораторних роботах у формі опитування проводяться після кожної лабораторної роботи. Реферат оцінюється протягом семестру.

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

## 8. Структура навчальної дисципліни.

### Тематичний план лекцій та практичних занять

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		лекції	практичні заняття	Самостійна робота
<b>Розділ 1</b>				
1	<b>Тема 1.</b> Будова та функції збудливих клітин. Молекулярна організація мембран клітин: біліпідні мембрани, інтегральні, поверхневі білки мембран, фактори стабілізації, показники упорядкованості, компактизація, АТФ-залежні незалежні) механізми утримання асиметрії : фліппази , флоппази , скрамблази, катіон-опосередковані ліпід-ліпідні зв'язки , кавеоларні, некавеоларні рафти, наноконтакти. Рухомість та структурні переходи	2		
	<b>Тема 2.</b> Мембранний транспорт. Типи мембранного транспорту. Принцип Овертона. Теорія Борна. Первинний і вторинний активний транспорт та протеїни, що його забезпечують у плазматичній мембрані і мембранах органел	2		
	<b>Тема 3.</b> Електричні параметри збудливих клітин: питомий опір, ємність, провідність. Мембранний потенціал. Рівняння Гольдмана , рівняння Ходжкіна –Хакслі. Електротонічні потенціали. Експериментальні методи вимірювання та реєстрації.	2		
	<b>Тема 4.</b> Обмінники, іонні помпи, іонні канали. Омична модель. Високої селективності однорядні канали та їх енергетичні бар'єри, ряди селективності. Ейзенмана.	2		

	<p><b>Тема 5.</b> Селективні <math>K^+</math> канали <i>KcsA</i>: мутантні форми, субодинична будова, проникність, клонування. Потенціал-керовані іонні канали: типи, субодинична будова, пора, сенсори, потенціалу, інактиваційні ворота, селективний фільтр. Методи інкорпорації у штучні мембрани <b>Модульна контрольна робота.</b></p>	2		
	<b>Практичне заняття 1.</b> Рішення задач.		2	
	<b>Самостійна робота 1.</b> Дослідження рухомості ліпідів в мембрані методами електронного парамагнітного резонансу, спінових міток та флуоресцентних зондів.			15
2	<b>Самостійна робота 2.</b> Поверхневий заряд біологічних мембран та внесок у його формування полярних головок фосфоліпідів, амінокислотних залишків, вуглеводневих компонентів. Іонізація білків мембрани, рівняння Скетчарда.			15
	<b>Тема 6.</b> Потенціал дії нейрона: поріг, тривалість, форма, рефрактерний період, швидкість поширення, швидкість варіювання у відповідності зі специфічними властивостями іонних каналів.	2		
	<b>Тема 7.</b> Метод Ходжкіна-Хакслі та Коула і Мура фіксації потенціалу: реєстрація іонних струмів, правила Коула і Мура. Метод фіксації потенціалу за умов діалізуючої пори. Вольт-амперні характеристики. Внутрішньоклітинна перфузія.	2		
	<b>Практична робота 2.</b> Віртуальна лабораторія: реєстрації потенціалів дії та їх поширення по аксону нейрона. Рішення задач.		2	

	<p><b>Самостійна робота 3.</b> Внутрішньоклітинні депо <math>Ca^{2+}</math> - та механізми регуляції внутрішньоклітинної концентрації цих катіонів під час холінергічного збудження гладеньком'язових клітин.. Електрохімічний градієнт <math>Ca^{2+}</math> та його участь у формуванні <math>Ca^{2+}</math> помпи та <math>Na^+</math> - <math>Ca^{2+}</math> обмінника.</p>			15
	<p><b>Тема 8.</b> Метод петч-клемп реєстрації іонних струмів.;модифікації. Промислове обладнання «Ахорatch200».Методи одержання ізольованих клітин. Культура тканин.</p>	2		
	<p><b>Практична робота 3.</b> Віртуальна лабораторія дослідження дії блокаторів натрієвих, калієвих, кальцієвих каналів мембран нейронів , м'язових клітин на розвиток потенціалів дії . Рішення задач.</p>		2	
	<p><b>. Тема 9.</b> Типи синапсів, механізми синаптичної передачі потенціалів дії в центральній та периферичній нервовій системах. Медіатори збудження-гальмування та принципи їх взаємодії з рецепторами. Потенціали кінцевих платівок, мініатюрні потенціали.</p>	2		
3	<p><b>Практична робота 4.</b> Технології застосування електрофізіологічних методів для доклінічних досліджень фармакологічних препаратів.</p>		2	
	<p><b>Практична заняття 5.</b> Робота з віртуальними моделями генерації та поширення по нервовому волокну потенціалів дії. Практичне застосування методу петч-клемп. Рішення задач.</p>		2	
	<p><b>Самостійна робота 4.</b> Механізми холінергічного збудження , пуринаергічного , адренергічного NO- ергічного гальмування .</p>			15
	<p><b>Тема 10.</b>Поняття про фармацевтичну хімію та фармакогнозію, закономірності взаємодії лігандів з біологічними системами, зміни їх функціонального стану, тестування основних рецептор – керованих регуляторних механізмів за допомогою електрофізіологічних методів. Уявлення про фармакокінетику. <b>Модульна контрольна робота</b></p>	2		
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>60</b>

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:



Лекцій – 20 год.

Практичні заняття – 10 год.

Самостійна робота – 60 год

## 9. Рекомендовані джерела:

### *Основна: (Базова)*

1. Клевець М.Ю. Фізіологія людини і тварин , книга 1,ЛНУ, 2000
2. Клевець М.Ю. , Манько В.В. Фізіологія людини і тварин , книга 2,ЛНУ, 2002
3. Шуба М.Ф., Давидовська Т.Л., Жолос О.В. та ін. Електробіофізика, УФЦ, 2002
4. Давидовська Т.Л., Мірошниченко М.С., Прилюцький Ю.І., Жолос О.В. Теоретичні та експериментальні основи електробіофізики, УФЦ, 2006
5. Давидовська Т.Л., Ляховецький Р.В., Жолос О.В. та ін. Біофізика. Спецпрактикум з електробіофізики, УФЦ, 2006
6. Костюк П.Г., Зима В.Л, Магура І.С. та ін., ВПЦ «Київський університет», 2008
7. Шуба Я.М. Основи молекулярної фізіології іонних каналів, Наукова думка, 2010
8. Давидовська Т.Л., Цимбалюк О.В., Грабчук Г.П. та ін. Фізика біосистем , КОМПРИНТ, 2016
9. Nelson D.L. Cox M. Lehninger principles of biochemistry, Taschenbuch – 24, 2021

### *Додаткова:*

- 1.Scott JD, Pawson T. Cell communication: the inside story // Sci Am.-2000.-V.282.-N 6.-P. 72-79
- 2.Gomperts B.D., Kramer I.M., Tatham P.E.R. Signal transduction, 2002.
- 3.Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика, М., БИНОМ, Лаборатория знаний,2009
- 4.Cell Physiology Sourcebook: A Molecular Approach: Academic Press, Third Edition, 2001
5. Філімонов В.І. Фізіологія людини, 2021
- 6.Scott JD, Pawson T. Cell communication: the inside story // Sci Am.-2000.-V.282.-N 6.-P. 72-79
10. .Druce A., Rebeca H. Molecular biology of the cell. Taschenbuch – 24, 2022