



Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця  
Національної академії наук України  
Силабус навчальної дисципліни

**БІОФІЗИКА МЕМБРАННИХ СТРУКТУР**

**ВК14**

**Галузь знань** Е «Природничі науки, математика та статистика» (09 Біологія)

**Спеціальність** Е1 (091) «Біологія та біохімія»

**Ступінь освіти** Доктор філософії

**Освітньо-наукова програма** Біологія та біохімія ( Біофізика: Фізіологія людини і тварин; Патологічна фізіологія)

**Статус** Навчальна дисципліна вибіркового компонента з фахового переліку

**Форма навчання** Денна / заочна

**Семестровий контроль** Залік

<b>Курс</b>	2
<b>Семестр</b>	3

<b>ECTS</b>	3
<b>Годин</b>	90

**Розподіл годин**

Аудиторні години		Самостійна робота
Лекції	Практичні/Семінари	
32	4	54

**Інформація про викладача**

	Лекція	Практичні/семінарські
ПІБ	Маслов Віталій Юрійович	Маслов Віталій Юрійович
Вчене звання	-	-
Науковий ступінь	к.б.н.	к.б.н.
Профіль викладача	<a href="https://scholar.google.com.ua/citations?hl=en&amp;user=VzBEn9MAAAAJ">https://scholar.google.com.ua/citations?hl=en&amp;user=VzBEn9MAAAAJ</a>	<a href="https://scholar.google.com.ua/citations?hl=en&amp;user=VzBEn9MAAAAJ">https://scholar.google.com.ua/citations?hl=en&amp;user=VzBEn9MAAAAJ</a>
e-mail	masl@bip.kiev.ua	masl@bip.kiev.ua

Розроблено к.б.н. Маслов В.Ю.

Поточна редакція від «11» вересня 2025 р.

Зав. відділу «Випускова кафедра»  
Гарант ОНП, д.б.н.



К.В. Розова

### Анотація навчальної дисципліни

---

Мембранні структури відіграють ключову роль у функціонуванні збудливих клітин. Основна мета курсу «Біофізика мембранних структур» - розуміння студентами фундаментального значення клітинної мембрани та ролі окремих мембранних структур у функціонуванні збудливих тканин. Вивчаються теоретичні основи біоелектричних процесів та механізми, які визначають генерування та передачу імпульсації нервовою клітиною та міжнейронну взаємодію. В курсі розглядається будова та властивості окремих мембранних структур, відповідальних за функціонування нервової клітини (іонних каналів та рецепторів), механізми клітинної збудливості та міжнейронної взаємодії, а також основи методів дослідження збудливих клітин та моделювання біологічних процесів.

---

### Місце навчальної дисципліни в програмі навчання

---

Без знання основних клітинних механізмів збудливості неможливе глибоке розуміння широкого кола питань фізіології, біофізики, фармакології, медицини. Важливе освітнє значення дисципліни полягає у її міждисциплінарності: поєднанні біофізичних підходів з фізіологічними (електрофізіологічними), біохімічними, фізико-хімічними, математичного моделювання. При вивченні курсу велика увага приділяється розв'язуванню задач оціночного характеру.

---

### Необхідні навички

---

Передумовами для вивчення навчальної дисципліни є знання та навички розв'язування задач в рамках базових курсів загальної фізики та вищої математики, а також знання основних положень клітинної біології.

---

### Рівень набуття знань <sup>1</sup>

---

**знання:** будова та властивості окремих мембранних структур, відповідальних за функціонування нервової клітини (іонних каналів та рецепторів); механізми клітинної збудливості та міжнейронної взаємодії; основи методів дослідження збудливих клітин та моделювання біологічних процесів.

**вміння:** орієнтуватись в сучасних напрямках досліджень нервової системи, відповідній науковій літературі та проведенні експериментальних досліджень; важливим у подальшій науковій роботі може бути досвід розгляду модельних біологічних систем та навички оперувати характерними фізичними величинами при виконанні оціночних розрахунків.

---

### Загальні компетентності (ЗК)

---

**ЗК4** – Здатність проводити наукові дослідження на професійному рівні, управління науковими проєктами та прийняття автономних рішень, дотримуватись норм безпеки, діяти творчо, ініціативно та наполегливо при вирішенні проблем.

**ЗК7** – Здатність критично мислити, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

---

---

### Спеціальні (фахові) компетентності (СК)

---

**СК1** – Здатність планувати і здійснювати комплексні оригінальні біомедичні дослідження, створювати і інтерпретувати нові знання в біології та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках. Здатність самостійно формулювати наукову проблему, висувати інноваційні гіпотези на стику біофізики та фізіології, розробляти дизайн дослідження, обирати адекватні біологічні моделі, а також отримувати результати, що мають суттєву наукову новизну та підтверджені публікаціями у провідних міжнародних виданнях (Scopus/WoS).

**СК2** – Демонструвати детальне розуміння предметної бази знань, компетентність у використанні наукового обладнання та прецизійних методів біомедичних досліджень. Здатність до системного аналізу регуляторних механізмів, обґрунтування етологічних, генетичних та середовищних чинників патогенезу, володіння концептуальними знаннями про регуляцію серцево-судинної, дихальної, ендокринної та імунної систем, молекулярних та системних основ. Здатність професійно використовувати методи електрофізіології, оптичної реєстрації, молекулярно-біологічного аналізу та алгоритми машинного навчання (AI) для вивчення функціональних властивостей клітин, тканин та органів.

**СК3** – Компетентність аналізувати дані проведених експериментів по дослідженню біофізичних і молекулярно-фізіологічних механізмів функціонування живих систем. Глибоке розуміння фізико-хімічних принципів організації біомембран, молекулярної фізіології іонних каналів та рецепторів, а також механізмів клітинної сигналізації в нормі та при моделюванні патологічних станів. Вміння застосовувати середовище R/RStudio або Python для статистичного аналізу, візуалізації та математичного моделювання біологічних процесів.

**СК5** – Здатність виявляти, формулювати та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі біології, оцінювати та забезпечувати якість досліджень.

---

### Програмні результати навчання (ПРН)

---

**ПРН1** – Концептуальні та методологічні знання поглибленого рівня в галузі біології та споріднених областях при застосуванні їх у власних дослідженнях у сфері біології та у викладацькій практиці.

**ПРН2** – Системні знання для інтерпретації основних біологічних механізмів на організмовому, органному, клітинному та молекулярному рівнях.

**ПРН3** – Здатність вибирати, застосовувати та оптимізувати методи дослідження біологічних процесів на різних рівнях біологічної організації, оцінювати їх ефективність і обмеження.

**ПРН7** – Відповідні знання, розуміння та здатність до використання методів аналізу даних та статистики на сучасному публікаційному рівні.

**ПРН9** – Здатність до аналізу і синтезу систем об'єктів і процесів у живих організмах та їхніх компонентах, за допомогою комп'ютерних моделей і інформаційних технологій.

## БІОФІЗИКА МЕМБРАННИХ СТРУКТУР

### Перелік тем, завдань та терміни виконання

#### 4. Структура навчальної дисципліни

#### БІОФІЗИКА МЕМБРАННИХ СТРУКТУР

№	Тема	Кількість годин					
		Очне відділення			Заочне відділення		
		Л	Пр/С	СР	Л	Пр/С	СР
Змістовий модуль 1. Мембранний транспорт.							
1	● Мембранні структури, відповідальні за збудливість клітин.	2	-	2	2	-	2
2	● Методи дослідження збудливих мембран. Мікроелектродна техніка.	2	-	4	2	-	4
3	● Іони у водному розчині. Рівняння Нернста-Планка та Гольдмана-Ходжкіна-Каца.	2	-	4	2	-	4
4	● Мембранний транспорт. АТФ-ази клітинної мембрани.	2	-	4	2	-	4
5	● Природа біопотенціалів. Потенціал спокою.	2	-	2	2	-	2
6	● Потенціал-керовані канали. Потенціал дії. Електрична активність нейрона та її моделювання.	2	2	4	2	2	4
7	● Метод фіксації мембранного потенціалу.	2	-	4	2	-	4
8	● Модель Ходжкіна-Хакслі.	2	-	4	2	-	4
9	● Модифікації методу фіксації мембранного потенціалу.	2	-	4	2	-	4
10	● Активність окремих іонних каналів.	2	-	4	2	-	4
Змістовий модуль 2. Клітинна сигналізація.							
11	● Розповсюдження потенціалу дії. Кабельне рівняння.	2	-	2	2	-	2
12	● Взаємодія між збудливими клітинами. Іонотропні та метаботропні рецептори.	2	-	2	2	-	2
13	● Кінетичні моделі у біофізиці.	2	-	4	2	-	4
14	● Кінетика ферментативних реакцій.	2	2	4	2	2	4
15	● Ліганд-рецепторна взаємодія.	2	-	2	2	-	2
16	● Кальцієва сигналізація.	2	-	4	2	-	4
<b>Всього годин:</b>		<b>32</b>	<b>4</b>	<b>54</b>	<b>32</b>	<b>4</b>	<b>54</b>

Л – Лекції

Пр/С – Практичні / Семінари

СР – Самостійна робота

**БІОФІЗИКА МЕМБРАННИХ СТРУКТУР****Теми семінарських/практичних занять**

<b>№ з/п</b>	<b>Назва теми</b>	<b>Кількість годин</b>
1	Еквівалентна схема мембрани нейрона. Моделювання електричної активності.	2
2	Рівняння Міхаеліса-Ментен. Графік Лайнуівера-Берка.	2

**Самостійна робота**

<b>№ з/п</b>	<b>Назва теми</b>	<b>Кількість годин</b>
1	Збудливі тканини та клітини. Мембранні структури, відповідальні за збудливість клітин.	2
2	Методи дослідження збудливих мембран. Позаклітинне та внутрішньоклітинне відведення. Мікроелектродна техніка.	4
3	Іони у водному розчині. Потенціал Нернста. Рівняння Нернста-Планка та Гольдмана-Ходжкіна-Каца.	4
4	Пасивний, полегшений та активний транспорт через мембрану.	4
5	Потенціал спокою та фактори, які на нього впливають. Ексайтотоксичність.	2
6	Потенціал-керовані канали. Еквівалентність мембранної провідності та ймовірності відкритого стану іонного каналу.	4
7	Реєстрації в режимах фіксації струму та потенціалу та їх застосування в клітинній електрофізіології.	4
8	Модель Ходжкіна-Хакслі: експериментальні дані, теоретичні положення та припущення в її основі.	4
9	Конфігурації методу фіксації потенціалу «ціла клітина», «петч-клемп», «перфорований петч» та інші, сфери їх застосування.	4
10	Дослідження активності окремих іонних каналів: методи та теоретичні основи.	4
11	Кабельне рівняння. Передача потенціалу дії по аксону. Дендритна фільтрація.	2
12	Електричні та хімічні синапси. Іонотропні та метаботропні рецептори, їх фармакологія. Агоністи та антагоністи.	2
13	Моделі переносу, популяційні моделі, кінетичні схеми.	4
14	Кінетика ферментативних реакцій. Рівняння Міхаеліса-Ментен.	4
15	Механізми регуляції ферментативних реакцій. Ліганд-рецепторна взаємодія.	2
16	Роль кальцієвої сигналізації у функціонуванні клітини. Клітинні механізми регуляції внутрішньоклітинної концентрації іонів кальцію. Кальцієвий сигнал (транз'єнт).	4
<b>Всього годин</b>		<b>54</b>

## БІОФІЗИКА МЕМБРАННИХ СТРУКТУР

### Система оцінювання

Усне опитування на семінарських/практичних заняттях (1-10 балів), обов'язкові модульні опитування за тестовою системою (0-30 балів за модуль). Заохочуючі бали (1-5 балів) можуть застосовуватись при експрес-опитуванні в процесі лекції (на розуміння її суті), за присутність на лекції 1 бал. Підсумковий тест (залік) – 40 балів. Сумарна оцінка за курс формується, виходячи з максимальної кількості балів - 100. Отримана в такий спосіб оцінка є підсумковою заліковою.

### Розподіл балів, які отримують аспіранти

Поточний контроль та самостійна робота		Підсумковий тест (залік)	Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Залік	Разом
T1-T10	T11-T16	T1÷T16	
35	25	40	100

### Семестрова атестація аспірантів

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
90 – 100	<b>A</b>	зараховано
85-89	<b>B</b>	
75-84	<b>C</b>	
70-74	<b>D</b>	
60-69	<b>E</b>	
35-59	<b>FX</b>	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Засвоєння аспірантом програмного матеріалу змістового модуля вважається успішним, якщо рейтингова оцінка його становить не менше, ніж 60 балів за 100-бальною шкалою.

#### Додаткові умови допуску до заліку:

У разі виникнення спірних питань щодо не допуску аспірантів до семестрової атестації, вони вирішуються лектором дисципліни спільно із завідувачем кафедри.

---

### Політика навчальної дисципліни

---

**Відвідування занять** є обов'язковим для всіх аспірантів.

**Пропущені контрольні заходи** можна перескласти у визначений викладачем час з дозволу завідувача кафедри. Аспіранти, які в поточному семестрі мали пропуски занять і до початку екзаменаційної сесії не засвоїли матеріал пропущених тем і розділів змістових модулів навчальної дисципліни та не подали обґрунтоване письмове пояснення причин пропущених занять, до семестрової атестації з відповідної дисципліни не допускаються.

### Академічна доброчесність. Норми етичної поведінки

Політика та принципи академічної доброчесності визначені Законами України.

Норми етичної поведінки аспірантів і працівників визначені Статутом, відповідними законами, підзаконними актами України та відповідними положеннями Інституту.

### Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Аспіранти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

---

### Навчальні матеріали та ресурси

---

#### Рекомендована література

##### Базова

1. The Axon Guide. Electrophysiology and Biophysics Laboratory Techniques, 5th ed / Molecular Devices, 2021.
2. Терещенко М.Ф., Тимчик Г. С., Яковенко І. О. Біофізика / К. КПІ ім. Ігоря Сікорського, «Політехніка», 2019.
3. Прилуцький Ю. І., Костерін С. О. Комп'ютерне моделювання в біології / К. «Наукова думка», 2024.
4. A.C. Guyton, J.E. Hall. Textbook of medical physiology/ Elsevier, 14th ed, 2021.
5. Я.М. Шуба. Основи молекулярної фізіології іонних каналів/ К. «Наукова думка», 2010.

##### Додаткова

1. В. Alberts, A. D. Johnson, J. Lewis, D. Morgan, M. Raff, K. Roberts and P. Walter. Molecular biology of the cell/6th ed. W.W.Norton&Co, NY, 2014.
2. П.Г. Костюк, В.Л. Зима, І.С. Магура, М.С. Мірошніченко, М.Ф. Шуба. Біофізика/ К. «Київський університет», 2008.
3. B.Hille Ionic Channels of Excitable Membranes, 3th ed./ Sinauer, Sunderland, MA, 2001.
4. J.D. Bronzion (Ed.). The Biomedical Engineering Handbook, Second Edition/ Boca Raton: CRC Press LLC, 2000

#### Інтернет ресурси

Для знайомства з сучасним станом біофізики мембран та клітинної електрофізіології, а також поглибленого розгляду окремих питань рекомендується інтернет-ресурс PubMed <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/> - база даних, що включає резюме та повні тексти наукових робіт за медико-біологічною тематикою.