



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

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

ВК4

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

Спеціальність Е1 (091) «Біологія та біохімія»

Курс	1
Семестр	2

Ступінь освіти Доктор філософії

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

ECTS	3
Годин	90

Статус Навчальна дисципліна вибіркового компонента з фахового переліку

Форма навчання Денна / заочна

Семестровий контроль Залік

Розподіл годин

Аудиторні години		Самостійна робота
Лекції	Практичні/Семінари	
20	6	64

Інформація про викладача

	Лекція	Практичні/семінарські
ПІБ	Яворський Володимир Антонович	Яворський Володимир Антонович
Вчене звання	-	-
Науковий ступінь	кандидат біологічних наук	кандидат біологічних наук
Профіль викладача	https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602097988	https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602097988
e-mail	jva@biph.kiev.ua	jva@biph.kiev.ua

Розроблено к.б.н. Яворським В.А.

Завідувачка випускової
кафедри Розова К.В.

« 07 » 01 2025 р.



Анотація навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Основи електрофізіологічного експерименту» присвячена ознайомленню аспірантів щодо роботи з електрофізіологічними установками, конструктивними особливостями їх частин, електродними приладами, підсилювальною апаратурою.

Аспіранти отримують теоретичні та практичні основи електрофізіології. Розглядаються історія розвитку електрофізіології у світі та Україні, теорія та методики дослідження електропровідності біологічних мембран, підходи до аналізу струмів та потенціалу на клітинах. Приділяється увага теоретичному ознайомленню спеціалістів-фізіологів із моделями функціонування мембрани з каналами. Передбачається ознайомлення із спеціальними методами електрофізіологічної реєстрації, такими, як реєстрація струмів через поодинокі канали, перфорований петч, карбонові електроди.

Місце навчальної дисципліни в програмі навчання

Навчальна дисципліна «Основи електрофізіологічного експерименту» є курсом по вибору для аспірантів 1-го року навчання. Мета даного курсу полягає в набутті аспірантами професійних знань при виконанні електрофізіологічних досліджень, оволодінні процесами розробки, планування, проведення, аналізу та інтерпретації наукових експериментів в рамках тем досліджень Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця НАНУ, набуття спеціалізованих компетенцій методичного планування та опису результатів експерименту.

Необхідні навички

1. Аспірант повинен знати основні терміни та визначення теорії біологічних мембран; можливості методів електрофізіології, вимоги до проведення електрофізіологічного дослідження та розуміти відповідні якісні показники; правила техніки безпеки, охорони праці, професійної безпеки; перевіряти якість реєстрацій інструментами контролю.
2. Аспірант повинен вміти працювати з підсилювальною апаратурою та програмними додатками з аналізу в електрофізіології; визначати протоколи дослідження та контролювати якісні показники в ході експерименту; реєструвати електрофізіологічні показники клітин; підготувати і виконати проект експерименту по своєму напрямку досліджень.

Програмні результати навчання

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Основи електрофізіологічного експерименту» аспіранти зможуть:

1. знати та застосовувати основні схеми вимірювання та компенсації артефактів, шляхи зменшення шумів і поліпшення характеристик реєстрації;
2. розуміти явища при контакті металевих і скляних електродів із електролітами або біомембранами, розрізняти типи порушень;
3. складати протоколи вимірювання;
4. розраховувати характеристики іонних струмів та потенціалу при аналізі записів;
5. проводити концентраційний та компонентний аналіз мембранних струмів;
6. сформулювати основні уявлення про методи електрофізіологічного відведення біологічних сигналів від клітин, зокрема методу «петч-клемп» та його варіації, в різних режимах та конфігураціях.
7. набути знання і навички проведення електрофізіологічних експериментів, а саме знати та вміти застосовувати принципи постановки та аналізу електрофізіологічного експерименту, як засобу наукової роботи.

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

8. вміти використовувати методи планування та проведення етапів експерименту, у тому числі визначення обсягу дослідження;

9. контролювати та аналізувати якість даних, застосовувати різноманітні схеми електрофізіологічних дослідів в рамках принципу доказовості досліджень.

Перелік тем, завдань та терміни виконання

4. Структура навчальної дисципліни

Основи електрофізіологічного експерименту

№	Тема	Кількість годин					
		Очне відділення			Заочне відділення		
		Л	Пр/С	СР	Л	Пр/С	СР
Змістовий модуль 1. Металеві і скляні електроди, їх застосування в електрофізіологічних експериментах.							
1	Історія дослідження біопровідності та розвиток електрофізіології на базі ІФБ. Сучасна теорія клітинних мембран.	2	0	6	2	0	6
2	Металеві електроди.	2	0	6	2	0	6
3	Скляні металеві електроди в методах вимірювання біоелектричних сигналів.	2	0	6	2	0	6
4	Методи фіксації струму та потенціалу.	2	0	6	2	0	6
5	Метод «patch-clamp». Аналіз струмів та потенціалу на цілій клітині.	2	2	6	2	2	6
Змістовий модуль 2. Спеціальні методи електрофізіологічної реєстрації. Принципи постановки та аналізу експерименту.							
6	Метод «patch-clamp» для реєстрації струмів через поодинокі канали.	2	0	6	2	0	6
7	Моделі функціонування мембрани з каналами.	2	0	6	2	0	6
8	Перфорований петч. Діаліз клітин та методи зовнішньої перфузії.	2	0	6	2	0	6
9	Методи поліпшення електрофізіологічного	2	0	6	2	0	6

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

	відведення від нейронів. Карбонові електроди.						
10	Принципи постановки експерименту.	2	4	10	2	4	10
Всього годин:		20	6	64	20	6	64

Л – Лекції

Пр/С – Практичні / Семінари

СР – Самостійна робота

Теми семінарських/практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Модульний контроль по матеріалу змістовного модуля №1	2
2	Модульний контроль по матеріалу змістовного модуля №2	2
3	Диференційований залік по темам лекційного курсу	2

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Опрацювати статтю «Дослідження біологічних мембран. Історичний екскурс». Повторення важливих знань із курсу «Біофізика», аналіз відео двох експериментів Гальвані. Складання тесту по темі.	6
2	Опрацювання лекції щодо фізико-хімічні властивості металів в електролітах; електрохімічні явища в розчинах; типи електродів і їх будова; оборотні та необоротні електроди. Складання тесту по темі.	6
3	Опрацювання лекції щодо фізико-хімічні властивостей скла та типів скла для електрофізіології; мікроелектроди та мікропіпетки; електричних властивостей скляних мікроелектродів; приладів і апаратури в сучасних електрофізіологічних дослідах. Складання тесту по темі.	6
4	Опрацювання лекції щодо підсилення електрофізіологічних сигналів, якості роботи операційних підсилювачів; одно- та двоелектродних методів відведення; методів фіксації струму та фіксації потенціалу; схем компенсації. Складання тесту по темі.	6
5	Опрацювання лекції щодо контролю якості реєстрації від клітини; аналізу вольт-амперної характеристики; активаційні властивості струмів; явищ активації, інактивації і деактивації каналів; залежності доза-ефект; виділення компонент струму. Складання тесту по темі.	6
6	Опрацювання лекції щодо конфігурацій метода петч-клемп із реєстрацією струмів через поодинокі канали; вимоги до піпеткового розчину; біофізичні властивості пори; аналіз станів каналу; кластерна і пачкова активність; оцінки якості реєстрації струмів через поодинокі канали. Аналіз відеопроколів. Ознайомлення із розділами книги	6

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

	Сакмана, Неера "Реєстрація поодиноких каналів". Складання тесту по темі.	
7	Опрацювання лекції щодо розрахункових комп'ютерних моделей нейронної активності: моделі Ходжкіна-Хакслі, експоненційної моделі із витоком, моделі Leak Integrate&Fire (LIF), адаптаційні моделі, моделі Іжкєвича, Spike Response (SRM) моделі активності нейронів. Стохастичні моделі активності. Родина моделей із дендритними деревами. Робота із репозиторієм комп'ютерних моделей ModelDB. Складання тесту по темі.	6
8	Опрацювання відеозапису лекції щодо конфігурації перфорований петч, протоколу використання амфотерицину-В; методу внутрішньоклітинної перфузії; систем керування перфузією та patch-clamp діалізу. Системи регулювання тиску для patch-clamp. Підготовка завдання по темі.	6
9	Опрацювання лекції щодо поліпшення якості реєстрації patch-clamp, поліпшення властивостей мікропіпеток; експрес-тести якості об'єкта дослідження (на прикладі спайкової активності нейрона) та вибіркового контролю. Карбонові електроди та технологія Neuralink (аналіз відео). Підготовка завдання по темі.	6
10	Опрацювання відеозапису лекції щодо принципів постановки наукового експерименту в фізіології; схеми експериментів та визначення кореляцій і причинності; графічних інструментів контролю якості. Підготовка завдання по темі із обґрунтуванням експерименту, описом моделі об'єкта і експериментальної гіпотези; складенням програми дій, обґрунтування вибору експериментальної схеми та типів контрольних об'єктів, організації стеження та збору наукових даних. Підготовка залікового завдання.	10
Всього годин		64

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Система оцінювання

Усне опитування на семінарських/практичних заняттях (1-10 балів), обов'язкові модульні опитування за тестовою системою (0-30 балів за модуль), виконання тестів та письмових завдань. Заохочуючі бали (1-5 балів за курс) можуть застосовуватись при експрес-опитуванні в процесі лекції (на розуміння її суті), за активну 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						100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T1÷T10	
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	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	A	зараховано
85-89	B	
75-84	C	
70-74	D	
60-69	E	
35-59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	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.