

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Інститут високих технологій

Кафедра молекулярної біотехнології та біоінформатики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор Інституту високих технологій

І. В. Комаров

«29» вересня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Електрофізичні процеси в живих системах

для здобувачів наукового ступеня доктор філософії

галузь знань	09 Біологія
спеціальність	091 Біологія
рівень вищої освіти	третій освітньо-науковий
освітньо-наукова програма	"Молекулярна біотехнологія"
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання - очна (денна), заочна

Навчальний рік - 2021/2022

Курс - 2, півріччя - 2

Кількість кредитів ECTS - 4

Мова викладання, навчання

та оцінювання - українська

Форма заключного контролю - іспит

Викладачі:

Давидовська Тамара Леонідівна

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

КИЇВ – 2021

Розробник:

Давидовська Тамара Леонідівна, д.б.н., професор, кафедра молекулярної біотехнології та біоінформатики

«ПОГОДЖЕНО»

Завідувач кафедри молекулярної біотехнології та біоінформатики


О.Ю. Нипорко

Протокол № 2 від «16» вересня 2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією Інституту високих технологій
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол № 1 від «29» вересня 2021р.

Голова науково-методичної комісії



Н.М. Русінчук

1. Мета дисципліни – вдосконалити знання з Електробіофізики, отримані аспірантами під час навчання в бакалавраті та магістратурі, надати сучасні наукові уявлення про фундаментальні основи молекулярних та клітинних механізмів формування електричних явищ на мембранах збудливих клітин: нейронах центральної та периферичної нервових систем, клітинах скелетних та гладеньких м'язів, клітинах-пейсмейкерах, кардіоміоцитах. Ознайомити аспірантів з класичними та сучасними експериментальними методами відведення та реєстрації електричних потенціалів на мембранах збудливих клітин. Надати знання з віртуальних лабораторних робіт досліджень електрофізичних процесів у збудливих клітинах..

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Електрофізичні процеси в живих системах» є частиною вибіркового блоку дисциплін та базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки бакалавра та магістра, а саме: «Електрофізичні, хімічні, біологічні методи досліджень», «Молекулярна біологія», «Біофізика», «Електробіофізика», «Біоінформатика», «Електроніка», «Фізіологія людини».

Аспірант повинен вміти: аналізувати причинно-наслідкові зв'язки фізичних, хімічних та біологічних явищ, а також наслідки їх порушення в живих системах.

Аспірант повинен володіти та творчо використовувати у навчальній, дослідницькій та викладацькій діяльності знання щодо електричних явищ в біологічних об'єктах та навички роботи з сучасними експериментальними методами їх досліджень.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Предметом навчальної дисципліни є молекулярні механізми організації іонного транспорту через мембрану збудливих клітин, механізми формування мембранного потенціалу спокою, електротонічних потенціалів, потенціалів дії, а також викликаних нейромедіаторів збудження та гальмування відповідно збуджуючих та гальмівних постсинаптичних потенціалів, механізми поширення потенціалів дії по аксону нейрона. Розглядаються загальні принципи контактних, дистанційних взаємодій між клітинами та механізми проведення потенціалів дії при здійсненні фізіологічних функцій нейронами центральної та вегетативної нервової системи. Детально розглядаються механізми передачі електричних сигналів на внутрішньоклітинні сигнальні каскади та їх регуляторна роль. В курсі лекцій велика увага приділяється сучасним експериментальним методам досліджень електрофізичних явищ в збудливих клітинах.

4. Завдання (навчальні цілі):

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

1. Надати основні сучасні наукові знання з курсу «Електрофізичні процеси в живих системах», які складають важливу частину теоретичної та прикладної підготовки аспіранта за спеціальністю «Біологія».
2. Узагальнити та розширити зміст навчальних курсів: «Електрофізичні, хімічні, біологічні методи досліджень», «Молекулярна біологія» «Біофізика»,

- «Електробіофізика», «Біоінформатика», «Електроніка», «Фізіологія людини» та зміст .
3. Продемонструвати сучасні аспекти застосування теоретичних знань до вирішення практичних та експериментальних задач .
 4. Навчити застосовувати знання, уміння, навички використання експериментальних методів досліджень електричних явищ в біологічних об'єктах у професійній діяльності , розвивати логічне та аналітичне мислення аспірантів.
 5. Навчити аспірантів застосовувати отримані знання та уміння для використання в таких практичних галузях як фармакологія та медицина.

5.Результати навчання за дисципліною:*Електрофізичні процеси в живих системах.*

Результати навчання (1.знати;2-вміти;3-комунікувати ; 4.автономність, 5. відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	аспірант повинен знати:	лекційні заняття, самостійна робота	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	
1.1	Знати основні положення про будову збудливих клітин, їх функції , різноманіття, комунікаційні контакти .Вміти представити збудливу клітину як відкриту термодинамічну систему, основним станом якої є стаціонарний стан. Знати структуру , фізико-хімічні властивості, динаміку мембран клітин та механізми комунікації їх транспортних систем з ліпідами мембран .Знати будову , властивості іонних каналів мембран збудливих клітин . Мати уявлення про сенсор електричного потенціалу, сенсор знаку заряду іонного каналу , провідність, ряди селективності .Принципи класифікації іонних каналів .Експериментальні та теоретичні методи дослідження їх будови та функцій.	<i>лекції</i>	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	50
1.2	Знати механізми формування на мембрані збудливих клітин мембранного потенціалу спокою, потенціалів збудження та гальмування , а також експериментальні методи їх вимірювання та реєстрації. Знати основні положення біофізики синаптичної передачі .Мати уявлення про електричні процеси на мембрані клітин , що лежать в основі холінергічного збудження , пурінергічного гальмування . Знати механізми генерації потенціалів дії збудливих клітин , знати метод фіксації потенціалу Ходжкіна-Хакслі , механіми поширення потенціалів дії по аксонах нейронів. Знати метод петч-клемп реєстрації іонних струмів через поодинокі іонні канали.	<i>лекції</i>	=//=	50

7.Схема формування оцінки

7.1 Форми оцінювання аспірантів: рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт і за результатами виконання самостійних завдань. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішної здачі всіх лабораторних робіт наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.9 [знання] до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%;

- **семестрове оцінювання:** контроль здійснюється за таким принципом. Навчальний семестр має один змістовний модуль. Після завершення теми проводиться письмова модульна контрольна робота. Обов'язковим для допуску до іспиту є: написання модульної контрольної роботи з кількістю балів не менше 12 та виступу з доповіддю на семінарі.

- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається із 2 питань, питання оцінюються по 20 балів. Всього за іспиті можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за іспит не може бути меншою **24 балів**.

- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання аспірантом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум 36 балів* за семестр. Аспіранти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **36 балів**, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності аспіранта з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті”

7.2 Організація оцінювання;

Оцінювання за формами контролю:

	<i>Мінімальна кількість балів</i>	<i>Максимальна кількість балів</i>
Модульна контрольна робота	12	20
Виступ на семінарі	15	25
Виконання аспірантами самостійних робіт	9	15

Орієнтований графік оцінювання:

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання</i>
Модульна контрольна робота 1	травень
Виступ на семінарі	травень
Виконання аспірантами самостійних робіт	березень - червень
Добір балів/додаткова контрольна робота та/або доскладання домашніх завдань	червень
Іспит	червень

Розрахунок балів, які аспірант отримує при успішній здачі заліку:

	Змістовий модуль	Іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	<i>36</i>	<i>24</i>	<i>60</i>
Максимум	60	40	100

7.3 Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Fail	0-59%

8 Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	У тому числі		
		Лекції	Практичні заняття	Самостій на робота
1.	Вступ. Збудлива клітина – відкрита нерівноважна термодинамічна система: ентальпія , ентропія та швидкість її продукування , дисипативна функція , стаціонарний стан. Типи збудливих клітин. Особливості структурної організації .	2		11
2.	Структура та фізичні властивості мембран збудливих клітин. Мембранні ліпіди, Рухомість, структурні переходи, Амфітропні білки. Стратегії для регуляції спорідненості до ліпідів. АТФ-залежні , АТФ - незалежні механізми утримання асиметрії мембран.	2		11
3.	Електрична збудливість мембран клітин. Іонні канали – інтегральні мембранні білки: синтез, збірка . Активність транзитних іонних каналів, мембрани – мішені. Канальний білок-ліпідні взаємодії . Динаміка.	2		11
4.	Властивості іонних каналів мембран збудливих клітин :селективність, сенсор знаку заряду, сенсор електричного потенціалу, автономність , провідність. Селективний фільтр. Ейзенманівські ряди селективності.	2		11

	Рівні селективності іонних каналів.			
5.	<p>Сенсори потенціалі в потенціал-керованих іонних каналах. (ПКК). Суперродина ПКК. Мутантні форми каналоутворюючих макромолекул білків . Клоновання потенціал-залежних білки K⁺-каналів R371 K, R368Q. Воротний струм Na⁺ каналів.</p> <p>Ca²⁺ активовані K⁺ канали великої та малої провідності: будова та функції.</p>	2	2	11

Мембранний потенціал (МП) збудливих та незбудливих клітин. Рівняння електродифузії Нернста-Планка. Рівняння Гольдмана, Гольдмана-Ходжкіна – Хакслі. Механізми формування потенціалу екстрацелюлярної та інтрацелюлярної поверхонь мембран клітин. Уявлення про пейсмекери – генератори електричних потенціалів – інтерстиціальні клітини Кахаля та механізми їх функціонування.	2		11
Експериментальні методи вимірювання мембранного потенціалу, ан- та катодичних електротонічних потенціалів, способи їх реєстрації: мікроелектродна техніка, метод сахарозних проміжків. Підсилювачі біопотенціалів. Монтажні схеми та боротьба з наводками.	2		10
Потенціали дії збудливих клітин, механізми формування. Метод Ходжкіна-Хакслі фіксації потенціалу на мембрані нейрону. Блок-схема установки. Механізм поширення потенціалу дії по аксону нейрона. Кабельне рівняння. Математична модель Ходжкіна –Хакслі потенціалу дії.	2	2	10
Експериментальний метод Ервіна Неєра та Берта Сакмана петч-клемп вимірювання та реєстрації іонних струмів через поодинокі іонні канали мембран збудливих клітин. Блок-схема установки.	2		10
	18	4	96

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:

Лекцій – **18** - год.

Практичні заняття – **4** год.

Консультації – **2** год.

Самостійна робота - **96** год.

9 Рекомендовані джерела :

Основна (Базова):

1. Біофізика: підручник / П. Г. Костюк, В. Л. Зима, І. С. Магура та ін.; за ред. П. Г. Костюка. - Київ: Обереги, 2001. - 544 с.
2. Електробіофізика: навч. посіб./ М.Ф. Шуба, Т.Л. Давидовська, О.В. Жолос та ін. УФЦ, 2002
3. Теоретичні та експериментальні основи електробіофізики : навч. посіб./ Т.Л. Давидовська, Мірошніченко М.С., Прилуцький Ю.І. та ін. УФЦ, 2006.

4. Фізика біосистем у формулах, термінах, схемах: навч. посіб. / Т. Л. Давидовська, О. В. Цимбалюк, І. С. Войтешенко та ін.. - Київ: КОМПРИНТ, 2017. - 226 с.

5.. Федішин Я. І. Фізика з основами біофізики: навч. посіб / Я. І. Федішин - Львів: Світ, 2000. - 458 с.

Додаткова:

1. Signal transduction / Gomperts B.D., Kramer I.M., Tatham P.E.R. , 2002

2. Molecular and cellular biophysics / M. B. Jackson. -Cambridge: Cambridge University Press, 2006. - 528 pp.

3. Silvana Andreescu and Jean-Louis Marty Twenty years research in cholinesterase biosensors: From basic research to practical applications // Biomolecular Engineering. - 2006. – V. 23, # 1, P. 1-15.

4. Aziz Amine, Hasna Mohammadi, Ihame Bourais and Giuseppe Palleschi Enzyme inhibition- based biosensors for food safety and environmental monitoring // Biosensors and Bioelectronics. -2006, V. 21, # 8, , P.1405-1423.

5. Bergveld P. Thirty years of ISFETOLOGY. What happened in the past 30 years and what may happen in the next 30 years // Sens. Actuators B. - 2003.- 88.- P. 1-20.