

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Навчально-науковий інститут високих технологій

Кафедра молекулярної біотехнології та біоінформатики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора
з навчальної роботи

Грабчук Г.П.

«24» травня 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Біомолекулярна електроніка

(повна назва дисципліни)

для студентів

галузь знань 10 Природничі науки
(шифр і назва)
спеціальність **105 Прикладна фізика та наноматеріали**
(шифр і назва спеціальності)
освітній рівень **бакалавр**
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма **Нанофізика та комп'ютерні технології**
(назва освітньої програми)
вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання	<u>денна</u>
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	5
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: Тамара ДАВИДОВСЬКА

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

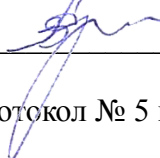
КИЇВ – 2022

Розробник:

Тамара Давидовська, доктор біол. наук , професор кафедри молекулярної біотехнології та біоінформатики Навчально-наукового інституту високих технологій

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри нанофізики конденсованих середовищ

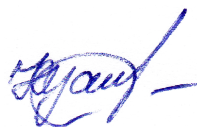

_____ Валерій Скришевський

Протокол № 5 від «19» квітня 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією інституту високих технологій

Протокол від «13» травня 2022 року № 4

Голова науково-методичної комісії



Русінчук Н. М.

1. Мета дисципліни – опанування студентами фундаментальних основ біології клітини, фізики нерівноважних станів, біофізики білків, нуклеїнових кислот, мембран клітин, фізики формування електричних явищ на мембранах збудливих клітин: нейронів, м'язових клітин, а також набуття навичок роботи з сучасними експериментальним обладнанням та методами вимірювання мембранного потенціалу, електричної провідності мембран клітин та струмів через поодинокі іонні канали; знайомство з технологіями тестування фармакологічних препаратів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Володіння науково-теоретичним та практичним матеріалом навчальних дисциплін, які викладаються студентам освітнього рівня «Бакалавр».

2. Вміти цілеспрямовано у відповідності до завдання самостійно застосовувати знання з навчальних курсів природничих 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 «Фізико-хімічна біологія клітини» є вивчення хімічних та фізичних явищ в клітинах та методи їх досліджень.

У навчальному курсі представлено структурно-функціональну організацію еукаріотичних та прокаріотичних клітин та методи їх досліджень; з позиції нерівноважної термодинаміки розглядаються можливості застосування начал термодинаміки до клітин як відкритих термодинамічних систем (ТДС), закони термодинаміки, вводиться поняття стаціонарного стану та дисипації, термодинамічні потенціали, принцип Онзагера та теорема Пригожіна. Розглядається також структурна організація та фізичні властивості мембран збудливих клітин, їх рухомість, кінетика структурних переходів, механізми утримання асиметрії; до розгляду пропонується також біофізика білків, будова та функції каналних білків та їх фізичні властивості, мутантні форми, хімія взаємодії з ліпідами мембран, молекулярні механізми іонного транспорту, а також механізми формування електричних явищ на мембрані клітини та експериментальні методи їх досліджень: мікроелектродна техніка, метод фіксації потенціалу, метод петч-клемп. В курсі передбачено лабораторний практикум.

4. Завдання (навчальні цілі):

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаври)) дисципліна забезпечує набуття студентами таких компетентностей:

інтегральної:

здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в галузі фізики біосистем при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

загальних:

- ЗК.6 Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК.7 Здатність до пошуку , оброблення та аналізу інформації з різних джерел
- ЗК.10 Навички здійснення безпечної діяльності.
- ЗК.13 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями , уміннями, у тому числі в сфері , відмінної від професійної.
- ЗК.16 Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт
- ЗК.18 Здатність працювати в команді

спеціальних (фахових, предметних):

- ФК1 Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проєктів.
- ФК2 Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.
- ФК5 Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.
- ФК6 Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.
- ФК9 Здатність використовувати знання про фізичну природу об'єктів у роботах по створенню нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів і речовин, зокрема, наноматеріалів чи удосконалення існуючих.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та 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			
1.1	Знати : молекулярну структуру та функції прокаріотичних та еукаріотичних клітин , біохімічні , біофізичні механізми регуляції метаболічних процесів акумуляції енергії в клітині та експериментальні методи їх досліджень, генетичний апарат еукаріотичних клітин, комп'ютерний аналіз клітин. Знати: основні положення біохімії та біофізики білків та біоінформаційні методи їх моделювання. Мати уявлення про структуру , фізико-хімічні властивості, динаміку мембран клітин , їх транспортні системи та комунікаційні шляхи. Вміти представити клітину як	Лекції	Письмові контрольні роботи	35%

	<i>відкриту термодинамічну систему, знати її параметри, термодинамічні потенціали, вміти дати визначення стаціонарного стану Знати механізми стаціонарних та перехідних електричних процесів на мембранах збудливих клітин.</i>			
2.1	<i>Вміти застосовувати інформаційні бази даних для дослідження стаціонарних та перехідних процесів на мембранах клітин, працювати з лабораторним обладнанням.</i>	<i>Лекції Лабораторні роботи</i>	<i>Звіти</i>	35%
4.1	<i>Вміти самостійно працювати з науковою та навчально-методичною літературою, здійснювати пошук та узагальнення науково-технічної інформації.</i>	<i>Лекції, самостійна робота студента</i>	<i>Письмові контрольні роботи</i>	30%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1.1	2.1	4.1
Програмні результати навчання			
ПРН04 Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.	+	+	
ПРН5. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.	+	+	
ПРН6. <i>Видишукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.</i>		+	+
ПРН07 Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики		+	+
ПРН08 Вільно спілкуватися з професійних питань державною та англійською мовами усно та письмово.	+	+	+
ПРН10 Планувати й організувати результативну професійну діяльність індивідуально і як член команди при розробці та реалізації наукових і прикладних проєктів.		+	+
ПРН11. <i>Знати цілі сталого розвитку та можливості своєї професійної сфери для досягнення результату, в тому числі в Україні.</i>			+
ПРН14 Організувати результативну роботу індивідуально і як член команди.		+	+
ПРН15 Розробляти та формулювати свої професійні висновки та розумно їх аргументувати для фахової та нефахової аудиторії.		+	+
ПРН17. <i>Представляти та захищати наукові і практичні результати в усній та письмовій формі.</i>	+	+	+

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. Лабораторні 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 заліку

Підсумкова оцінка з освітнього компоненту в цілому :є підсумковою формою контролю, за яким залік визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання під час семестру (оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються). Формою проведення заліку 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 під час заліку становить 40 балів за 100 бальною шкалою..

- умови допуску до підсумкового іспиту:

Обов'язковим для заліку є успішне написання 2 модульних контрольних робіт, реферату (по кожній не менше 60% правильних відповідей), відпрацювання всіх передбачених планом лабораторних занять. Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше ніж 36 балів.

7.2 Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 і 2 проводяться після завершення лекцій з розділів 1 і 2, відповідно. Лабораторні заняття проводяться у формі роботи з віртуальними лабораторними роботами , моделями функціонування збудливих клітин та роботи з лабораторним обладнанням. Реферат оцінюється впродовж 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 лабораторних занять**

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		лекції	лабораторні заняття	Самостійн а робота
<i>Розділ 1</i>				
1	Тема 1. <i>Клітинна теорія. Будова та функції прокаріотичних та еукаріотичних клітин , біохімічні , біофізичні механізми регуляції метаболічних процесів акумуляції енергії в клітині та експериментальні методи їх досліджень. комп'ютерний аналіз клітин, Ознаки збудливих клітин</i>	8	2	30

2	<p>Тема 2. <i>Генетичний апарат еукаріотичної клітини, фізика ДНК, прокаріотів, еукаріотів, вірусів, рівні структурної організації ДНК, сили, що стабілізують структуру, стекинг взаємодії, форми та фізико-хімічні характеристики подвійної спіралі ДНК, суперспіралізація, секвенування, метод полімеразно-ланцюгової реакції.</i></p>	2		
3	<p>Тема 3. <i>Різноманіття білків, будова та функції, розміри, молекулярна маса, структурно-функціональна динаміка, рівні просторової організації, сили, що стабілізують молекулу, фізичні показники макромолекул білків та методи їх вимірювань, сучасні високотехнологічні вимірювальні системи.</i></p>	4	4	10
4				
5	<p>Тема 4. <i>Молекулярна організація мембран: фактори стабілізації, показники упорядкованості, компактності, гідратація поверхні, електростатичні взаємодії, дифузія білків, ліпідів.</i></p>	2		
6	<p>Тема 5. <i>Термодинаміка біологічних процесів. Клітина – відкрита термодинамічна система. дисипація, стаціонарний стан, екзергонічні та ендергонічні реакції, термодинамічні потенціали, початок термодинаміки, ентропія у відкритій термодинамічній системі, швидкість продукції ентропії у відкритій ТДС, Принцип Онзагера, Теорема Пригожїна.</i></p>	2		
7				
	<p>Тема 6. <i>Термодинаміка пасивного транспорту іонів через мембрану. Формула Теорела, принцип Овертона, графік Коландера. Теорія Борна. Шляхи переміщення молекул.</i></p>	2		

	<p>Тема 7 Обмінники, іонні помпи, іонні канали. Омічна модель. Високої селективності однорядні канали та їх енергетичні бар'єри, ряди селективності Ейзенмана</p>	2		
	<p>Тема 8. Селективні K^+ канали <i>KcsA</i>: мутантні форми, субодинична будова, проникність, клонування. Потенціал - керовані іонні канали: типи, субодинична будова, пора, сенсори, потенціалу, інактивізаційні ворота, селективний фільтр. Методи інкорпорації у штучні мембрани</p>	4		20
9	<p>Тема 9. Електрична збудливість клітин. Механізми формування електричних потенціалів, методи їх відведення та реєстрації.</p>	2		4
10	<p>Тема 10. Електричні параметри мембран збудливих клітин: питомий опір, ємність поверхні, провідність. Мембранний потенціал: рівновага Доннана, Нернста та Гольдмана-Ходжкіна – Катца, Електротонічні потенціали. Методи вимірювання.</p>	2		
11	<p>Тема 11. Потенціал дії нейрона: поріг, тривалість, форма, рефрактерний період, швидкість поширення, швидкість варіювання у відповідності зі специфічними властивостями іонних каналів.</p>	2	2	
12	<p>Тема 12 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.</p>	2	2	
13	<p>Тема 13. Метод петч-клемп реєстрації іонних румів: модифікації. Промислове обладнання «Axoratch200». Методи одержання ізольованих клітин.</p>	4	4	
14	<p>Тема 14. Типи синапсів, механізми синаптичної передачі потенціалів дії в центральній та</p>	4		

	<p><i>периферичній нервовій системах. Медіатори збудження-гальмування та принципи їх взаємодії з рецепторами.</i></p> <p><i>Молекулярний докінг.</i></p> <p><i>Рецептор - активовані внутрішньоклітинні сигнальні каскади.</i></p>			
	ВСЬОГО	42	14	64

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:

Лекцій – **42 год.**

Лабораторні заняття – **14 год.**

Самостійна робота – **64 год.**

7. Рекомендовані джерела:

Основна: (Базова)

1. Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура І.С. та ін., Біофізика, БВІЩ «Київський університет», 2008
2. Джексон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика, М., БИНОМ, 2009
3. Давидовська Т.Л., Цимбалюк О.В., Грабчук Г.П., Войтешенко І.С., Нипорко О.Ю., Федоренко Т.В., Науменко А.М., Латищенко Л.А. Фізика біосистем у формулах, термінах, схемах. Київ, ЦП "КОМПРИНТ" 2017
4. Шуба М.Ф., Давидовська Т.Л., Жолос О.В. та ін. Електробиофізика, УФЦ, 2002
5. Давидовська Т.Л., Мірошніченко М.С., Прилюцький Ю.І., Жолос О.В. Теоретичні та експериментальні основи електробиофізики, УФЦ, 2006
6. Давидовська Т.Л., Ляховецький Р.В., Жолос О.В. та ін. Біофізика. Спецпрактикум з електробиофізики, УФЦ, 2006
7. Шуба Я.М. Основи молекулярної фізіології іонних каналів, Наукова думка, 2010
8. Цимбалюк О.В., Толстанов Г.М., Войтешенко І.С., Давидовська Т.Л. та ін. Молекулярна фармакологія, ЦП КОМПРИНТ, 2019
9. Губський Ю., Ніженкова І. Biological and bioorganic chemistry, Медицина, 2021

Додаткова:

1. Pollard T., Earnshaw W., Lippincott-Schwartz J., Johnson G. Cell Biology. 3rd Edition / Elsevier, 2017. –
2. Scott JD, Pawson T. Cell communication: the inside story // Sci Am., -V.282.-N 6.-P. 72-79, 2000
3. Gomperts B.D., Kramer I.M., Tatham P.E.R. Signal transduction, 2002.
4. Cell Physiology Sourcebook: A Molecular Approach: Academic Press, Third Edition, 2001
5. Mierke C.T. Cellular mechanics and biophysics : structure and function of basic cellular components regulating cell mechanics (biological and medical physics, biomedical engineering), Springer, 2020.

Інтернет-ресурси:

1. Молекулярний докінг AutoDockTools.
<http://autodock.scripps.edu/resources/adt>.
2. Молекулярна динаміка Gromacs.
<http://www.gromacs.org/>.
3. Симуляція молекулярної динаміки Molecular Dynamics Simulator (NAMD).
<http://www.ks.uiuc.edu/Research/namd>.
4. Банк даних білків (Protein Data Bank, PDB).
<http://www.pdb.org/pdb/home/home.do>
<http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>.
5. Віртуальна лабораторія MolDynGrid
<http://moldyngrid.org/main.php>.
База хімічних сполук
PubChem
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
6. https://www.linkedin.com/posts/mauricevandenbosch_neuroscience-leadership-nature-gs8n