

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Фізико-технічний інститут
Кафедра прикладної фізики

Біофізика мембранних структур

ПВБ 2.5

Галузь знань 10 Природничі науки
Спеціальність 105 Прикладна фізика і наноматеріали

Курс	5
Семестр	10

Освітньо-професійна
програма

ECTS	3
Годин	90

Статус За вибором студентів
Форма навчання Денна
Семестровий Залік
контроль

Розподіл годин

Аудиторні години			Самостійна робота
Лекції	Практичні	Лабораторні	
36			54
18 тижнів по 2 години			

Гарант освітньої програми В.о.завідувача кафедри Голова методичної комісії

«___» _____ 2020 р. «___» _____ 2020 р. «___» _____ 2020 р.
Поточна редакція від «___» _____ 2020 р.

Інформація про викладача

	Лекції	Практичні/лабораторні
ПІБ	Маслов Віталій Юрійович	
Посада	ст. викл.	
Вчене звання		
Науковий ступінь	Кандидат біологічних наук	
Профіль викладача	https://scholar.google.com/citations?user=VzBEn9MAAAAJ&hl=ru&oi=ao	
e-mail	masl@biph.kiev.ua	

Анотація навчальної дисципліни

Силабус охоплює курс біофізики мембранних структур, основна мета якого - розуміння студентами фундаментального значення клітинної мембрани та ролі окремих мембранних структур у функціонуванні збудливих тканин. Студенти отримають знання про теоретичні основи біоелектричних процесів та найважливіші сучасні біофізичні та електрофізіологічні методи дослідження збудливих клітин. Вивчаються механізми, які визначають генерування та передачу імпульсації нервовою клітиною, міжнейронну взаємодію. Також студенти знайомляться з основними принципами моделювання електричної активності нервових клітин. Важливе освітнє значення модуля «Біофізика мембранних структур» полягає у його міждисциплінарності: поєднанні біофізичних підходів з фізіологічними (електрофізіологічними), біохімічними, фізико-хімічними, математичного моделювання. На лекціях проводяться бліц-опитування та розв'язування задач головним чином оціночного характеру. Навички, отримані при розв'язуванні оцінених задач можуть бути корисними як у подальших наукових дослідженнях студентів, так і у їх діяльності у інших галузях. Індивідуальні домашні завдання побудовані таким чином, щоб закріпити теоретичний матеріал та засвоїти навички роботи з науковою періодикою з біофізики та електрофізіології.

Під час навчання у якості ілюстративного матеріалу використовуються реальні дані, отримані під час електрофізіологічних експериментів автором курсу та його колегами.

Навчання здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та взаємодії викладача та студента, а також колективної роботи студентів при розв'язуванні задач та інтерпретації електрофізіологічних даних, що сприятиме кращому засвоєнню теоретичного матеріалу та розвитку практичних навичок.

Місце навчальної дисципліни в програмі навчання

В процесі навчання та при виконанні індивідуальних завдань при розгляді біологічних об'єктів та аналізі електрофізіологічних даних студенти вчаться застосовувати знання з різних галузей науки (фізика, фізіологія, фізична хімія тощо).

Необхідні навички

Для засвоєння матеріалу курсу студенти повинні мати навички розв'язування задач в рамках базових курсів загальної фізики та вищої математики, а також знати основні положення клітинної біології, фізіології та біохімії.

Програмні результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- будови мембран збудливих клітин,
- функцій окремих мембранних структур,
- сучасних методів дослідження мембран,
- механізмів клітинної збудливості та її пластичності,
- основних властивостей різних типів іонних каналів та рецепторів,
- основних методологічних підходів до моделювання мембранних процесів,
- принципів передачі сигналів з мембрани в середину клітини;

вміння:

- орієнтуватись в сучасних напрямках біофізичних та електрофізіологічних

досліджень клітинних мембран,

- оперувати характерними біофізичними параметрами збудливих клітин при виконанні модельних та оціночних розрахунків,
- користуватись сучасною науковою періодикою з біофізики мембран та електрофізіології;

досвід:

- знайомства з міждисциплінарним підходом,
- застосування знань, отриманих при вивченні фундаментальних курсів, при аналізі біологічних систем,
- доповідання та представлення результатів індивідуальної роботи.

Набуті знання та практичні навички сформують у студентів:

Загальні компетентності.

ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу

ЗК 2 Здатність до навчання та самоаналізу (пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел)

ЗК 8 Здатність вести дослідницьку діяльність, включаючи аналіз проблем, постановку цілей і завдань, вибір способу й методів дослідження, а також оцінку їх якості

ЗК 10 Здатність генерувати нові ідеї й нестандартні підходи до їх реалізації (креативність)

Фахові компетентності.

ФК 1 Здатність виконувати аналіз спеціальної літератури, формулювати постановку наукової або науково-технічної задачі, обирати методи та методики, складати програми наукових досліджень та науково-технічних розробок у галузі прикладної фізики та наноматеріалів.

ФК 2 Здатність до безперервного поглиблення фундаментальних знань та систематичного вивчення та аналізу нової науково-технічної інформації, світового досвіду в галузі прикладної фізики

ФК 3 Здатність відповідно до поставленої задачі проводити наукові дослідження фізичних систем, явищ і процесів (експериментальні, теоретичні, комп'ютерне моделювання) в галузі прикладної фізики та наноматеріалів

ФК 5 Здатність розробити схему фізичного експерименту та обрати необхідне лабораторне обладнання для проведення експерименту, проводити експериментальне дослідження властивостей фізичної системи, явищ і процесів у фізичній системі та обробити результати експерименту із використанням сучасного прикладного програмного забезпечення

ФК 6 Здатність аналізувати отримані результати, презентувати їх фахівцям у даній галузі, оформлювати наукові статті та науково-технічні звіти

ФК 9 Здатність використовувати методи і засоби математичного моделювання для опису фізичних об'єктів та процесів

ФК 11 Здатність до аналізу фізичних принципів функціонування інформаційних процесів в фізичних системах, в т.ч. в енергетиці та біофізиці

ФК 13 Здатність готувати об'єкти дослідження та вибирати необхідне лабораторне устаткування для досліджень властивостей явищ і процесів у фізичній, біофізичній системі, в області високих фізичних технологій, фізики живих систем та новітніх джерел енергії__

Програмні результати навчання, контрольні заходи та терміни виконання оголошуються студентам на першому занятті.

Структура кредитного модуля

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (комп'ютерні й практикум)	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Мембранний транспорт					
Тема 1. Вступ. Загальні відомості про фізіологію збудливих тканин. Методи та апаратура дослідження мембран. Будова клітинних мембран, структури, що забезпечують збудливість.	8	4	-	-	4
Тема 2. Біопотенціали. Транспорт іонів та іонна проникність мембран. Потенціал спокою. Потенціал дії. Еквівалентна електрична схема клітинної мембрани.	14	6	-	-	8
Тема 3. Молекулярні механізми клітинної збудливості. АТФ-ази клітинної мембрани. Ліганд- та потенціал-керовані іонні канали.	14	6	-	-	8
Тема 4. Реєстрація біопотенціалів. Сонтанні та викликані потенціали. Мікроелектродна техніка.	10	4	-	-	6
Тема 5. Метод фіксації мембранного потенціалу. Модель Ходжкіна-Хакслі.	14	6	-	-	8
Модульна контрольна робота	2		-		2
Разом за розділом 1	62	26	-	-	36
Розділ 2. Клітинна сигналізація					
Тема 6. Міжклітинні зв'язки.	8	4	-	-	4
Тема 7. Механізми взаємодії мембранних та	12	6			6

внутрішньоклітинних процесів.					
Тема 8. Застосування електрофізіологічних методів у медицині.	4				4
Домашня контрольна робота	2				2
Разом за розділом 2	26	10	-		16
Залік	2				2
Всього годин	90	36	-	-	54

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Вступна лекція. Мета і завдання курсу. Будова клітини та функції її компартментів. Загальні відомості про фізіологію збудливих тканин. Короткий історичний огляд. Будова та фізичні характеристики клітинної мембрани. Мембранні білки та їх функції.
2.	Огляд електрофізіологічних та біофізичних методів дослідження збудливих тканин та основних об'єктів досліджень. Знайомство з відповідною апаратурою та програмним забезпеченням.
3.	Мембранний транспорт. Пасивний та полегшений транспорт. Активний транспорт (первинний та вторинний). АТФ-ази клітинної мембрани.
4.	Природа біопотенціалів. Рівняння Нернста. Потенціал спокою. Рівняння Гольдмана-Ходжкіна-Катца.
5.	Деполаризація та гіперполяризація. Потенціал дії.
6.	Моделювання іонної проникності клітинної мембрани. Еквівалентна схема.
7.	Потенціал- та ліганд-керовані іонні канали: типи, характеристика, роль у функціонуванні клітини.
8.	Селективні потенціал-залежні струми та електрична активність нейрона.
9.	Реєстрація біопотенціалів. Позаклітинна та внутрішньоклітинна реєстрація. Спонтанні та викликані потенціали.
10.	Мікroeлектродна техніка.
11.	Метод фіксації мембранного потенціалу: основні типи та конфігурації, приклади їх використання в дослідженнях. Значення методу в сучасній біофізиці та електрофізіології. [4, розд. 1.4]
12.	Модель Ходжкіна-Хакслі.
13.	Моделювання електричної активності нейрона. Модифікації моделі Ходжкіна-Хакслі для нейронів різних типів.
14.	Розповсюдження потенціалу дії. Кабельне рівняння. Швидкість передачі збудження та фактори, що на неї впливають.
15.	Взаємодія між збудливими клітинами. Синаптична передача. Інтеграція пресинаптичних входів на нейроні. Над- та підпорогові, активуючі та гальмівні синаптичні входи на нейронах різних типів.
16.	Іонотропні та метаботропні рецептори. Фармакологія іонних каналів та рецепторів.
17.	Агоністи та антагоністи. Кінетичні моделі взаємодії ліганд-рецептор.
18.	Роль іонів кальцію в регуляції клітинних функцій. Кальцієва сигналізація.

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Застосування електрофізіологічних методів у медицині.	4

Контрольні роботи

В кінці першого розділу проводиться модульна контрольна робота (2 години), яка включає теоретичні питання або задачі по кожній з тем розділу. В кінці другого розділу проводиться домашня контрольна робота (2 години), яка включає поглиблений розгляд певного розділу програми, знайомство з відповідною сучасною науковою періодикою та проведення розрахунків.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання¹

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) активність на лекційних заняттях (max – 30 балів);
- 2) виконання індивідуальних завдань (max – 10 балів);
- 3) модульну контрольну роботу (max – 10 балів);
- 4) виконання домашньої контрольної роботи (max – 10 балів);
- 5) відповіді на заліку (max – 40 балів).

Розмір шкали рейтингу $R = 100$ балів.

Розмір стартової шкали $R_c = 60$ балів.

Розмір екзаменаційної шкали $R_e = 40$ балів.

$R = R_c + R_e$

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою²

$R = R_c + R_e$	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95...100	A	відмінно
85...94	B	добре
75...84	C	
65...74	D	задовільно
60...64	E	
$R \leq 60$	Fx	незадовільно
$R_c < 50$ або не виконані інші умови допуску до екзамену	F	не допущений

Результати робіт та тематичних завдань оголошуються кожному студенту окремо у його/її присутності або в дистанційній формі та супроводжуються оціночними листами, в яких студенти можуть побачити свою оцінку за певними критеріями, а також позначення основних помилок та коментарі до них.

Результати семестрового індивідуального завдання оголошуються кожному студенту окремо у присутності або в дистанційній формі та супроводжуються позитивними коментарями та зауваженнями стосовно помилок.

¹ Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговою системою оцінювання відповідно до рекомендацій Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського, ухвалених протоколом №7 від 29.03.2018 року.

² Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговою системою оцінювання відповідно до рекомендацій Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського, ухвалених протоколом №7 від 29.03.2018 року.

Біофізика мембранних структур

Результати модульної контрольної роботи вказуються на бланках для модульної контрольної роботи (завдання, які виконували студенти) з позначенням коректної або некоректної відповіді, а також з коментарями, зауваженнями тощо.

Політика навчальної дисципліни

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах та/або конкурсах (за тематикою навчальної дисципліни)	5-10 балів в залежності від місця, яке зайняв	Порушення термінів виконання модульної контрольної роботи без поважної причини	-5 балів
Виступ на лекції з ініціативною доповіддю на обрану тему за програмою дисципліни	5 балів	Порушення термінів виконання домашньої контрольної роботи	-5 балів
Правильна відповідь на бліц-опитування на лекції	1 бал		

Виконання контрольних робіт є обов'язковою умовою допуску до семестрової атестації.

Відвідування занять

Відвідування лекцій, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання розрахунково-графічної роботи та лабораторних робіт. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи

Результат модульної контрольних робіт для студента/студентки, який/яка не з'явився/не з'явилась на контрольний захід, є нульовим. Повторне написання модульної контрольної роботи не допускається.

Календарний рубіжний контроль

Модульна контрольна робота є календарним рубіжним контролем. Метою проведення роботи є підвищення якості навчання студентів та моніторинг освітнього процесу³.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

³ Рейтингові системи оцінювання результатів навчання: Рекомендації до розроблення і застосування. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 20 с.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

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

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.