

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

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 <i>(шифр і назва)</i>
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали <i>(шифр і назва спеціальності)</i>
освітній рівень	бакалавр <i>(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)</i>
освітня програма	Нанофізика та комп'ютерні технології <i>(назва освітньої програми)</i>
вид дисципліни	<u>вибіркова</u>

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	8
Кількість кредитів ECTS	4.0
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: Дзядевич Сергій Вікторович

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

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

КИЇВ – 2022

Розробники:

Дзядевич Сергій Вікторович, професор, кафедра молекулярної біотехнології та біоінформатики

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри нанофізики конденсованих середовищ

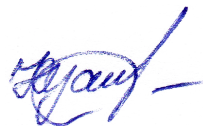

_____ Валерій Скришевський

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.

ВСТУП

1. **Мета дисципліни** – ознайомлення студентів з фізико-хімічними основами біомолекулярної електроніки та сучасними дослідженнями в цій галузі, навичками розробки та створення приладів біомолекулярної електроніки різного типу. Курс „Біомолекулярна електроніка” є важливою складовою фундаментальної підготовки студентів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):

1. Знати основні поняття та термінологію з біології, хімії, фізики.
2. Володіти елементарними навичками роботи з хімічними та біологічними об'єктами та фізичними приладами.

3. Аногація навчальної дисципліни:

Предметом навчальної дисципліни „Біомолекулярна електроніка” є фізико-хімічні основи біомолекулярної електроніки та сучасні дослідження в галузі створення біоаналітичних пристроїв на основі фізичних перетворювачів різного типу та різноманітних біологічно селективних матеріалів (ферменти, живі клітини, нуклеїнові кислоти та ін.).

В курсі детально розглядаються сучасні електрохімічні та фізичні перетворювачі біологічного сигналу в електричній, класифікація біоселективних елементів та методи їхньої іммобілізації; сучасні технології створення приладів біомолекулярної електроніки та сенсорних масивів та їхні комерційні варіанти.

4. Завдання (навчальні цілі):

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (перший рівень вищої освіти), галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 105 «Прикладна фізика та наноматеріали») дисципліна забезпечує набуття студентами таких компетентностей:

інтегральної:

здатність самостійно ставити та розв'язувати на інноваційному рівні наукові та науково-технічні задачі проблеми у галузі прикладної фізики, нанофізики, наноматеріалознавства та високих технологій, пов'язані із виготовленням, аналізом властивостей, використанням наноматеріалів, проектування та виготовлення наносенсорних систем, що передбачає застосування теоретичних знань та навичок з фізики, математики, інженерії, програмування, вибраних розділів хімії та біології.

загальних:

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК05. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК06. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

ЗК07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК13. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями, уміннями, у тому числі в сфері, відмінній від професійної/

ЗК14. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК15. Здатність приймати обґрунтовані рішення/

ЗК17. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК18. Здатність працювати в команді.

спеціальних (фахових, предметних):

ФК1 Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів.

ФК2 Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й

презентації їхніх результатів.

ФК3 Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.

ФК4 Здатність брати участь у впровадженні результатів досліджень та розробок.

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.

ФК7 Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

ФК8 Здатність працювати в колективах виконавців, у тому числі в міждисциплінарних проектах.

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.

ФК10 Здатність реалізовувати автоматизацію експериментальних досліджень у різних сферах науки із використанням сучасних комп'ютерних технологій.

ФК11 Здатність використовувати комп'ютерні технології при проектуванні, розробці та діагностиці електронного обладнання.

ФК12-1 Вибірковий блок 1 Здатність розробляти, діагностувати та використовувати пристрої електроніки в сучасній науці.

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: класифікацію приладів біомолекулярної електроніки, їхні принципи функціонування, різні типи електрохімічних перетворювачів	лекції	Модульна робота	20%
1.2	Знати: класифікацію біоселективних елементів та їхні методи іммобілізації, сучасні матеріали та технології, методи покращання аналітичних характеристик біосенсорів для практичного застосування	лекції	Модульна робота	20%
1.3	Знати: приклади ферментних біосенсорів та їхнього практичного застосування, мультисенсорів та їхні комерційні варіанти	лекції	Модульна робота	20%
2.1	Вміти: самостійно іммобілізувати ферменти та інші біологічні молекули на поверхнях оптичних та електрохімічних перетворювачів, створювати найпростіші лабораторні прототипи біосенсорів	практичні заняття	Модульна робота	20%
3.1	Комунікація: в зв'язку з мультидисциплінарністю предмету необхідно знати, з якими спеціалістами потрібно зв'язуватись для успішного вирішення задач, що виникають в процесі роботи.	лекції та практичні заняття		10%
4.1	Прийняти обґрунтоване рішення щодо використання відповідного методу для вирішення реальних практичних задач	лекції та практичні заняття		10%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	2.1	3.1	4.1
Програмні результати навчання						
ПРН3. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.	+	+	+		+	+
ПРН6. Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.	+	+	+		+	+
ПРН7. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики				+	+	+
ПРН9. Презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефахівцям, аргументувати власну позицію.	+	+	+		+	+
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. Представляти і захищати отримані наукові і практичні результати в усній та письмовій формі.				+	+	+
ПРН 19 Вибірковий блок 1: На основі отриманих знань проектувати електронні прилади та програмне забезпечення для потреб нанотехнологій.						
ПРН 20 Вибірковий блок 1: Діагностувати та удосконалювати існуючі електронні прилади та прикладні комп'ютерні програми, що використовуються в природничих науках.						

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота: - РН 1.1. - 20 балів.
2. Модульна контрольна робота: - РН 1.2. - 20 балів.
3. Модульна контрольна робота: - РН 1.3. - 20 балів.
4. Модульна контрольна робота: - РН 2.1. - 20 балів.

Участь всіх студентів в контрольному заході обов'язкова. Студент, який з поважної причини пропустив модульну контрольну роботу, зобов'язаний надати відповідний документ і викладач призначає нову дату проведення контрольної роботи.

Під час лекцій запланована додаткова усна перевірка знань та підготовки студентів у якості бліц опитування. Відповідь на кожне коротке запитання оцінюватиметься як 1-2 бали, в залежності від глибини відповіді.

Самостійна підготовка студентом невеликої доповіді (7-10 хв) з використанням презентацій, оцінюватиметься максимум в 5 балів. Предметом самостійної роботи студентів є опрацювання ними ж окремих тем програми курсу «Біомолекулярна електроніка» в цілому, так і деяких розділів тем, підготовка матеріалів з наукових публікацій по важливих проблемах даної дисципліни у вигляді реферату.

Самостійна робота студента є основним видом засвоєння навчального матеріалу у вільний від аудиторних занять час. Метою самостійної роботи є вироблення студентами навичок і вміння працювати з літературою, віднаходити головні, вузлові аспекти проблем, що потребують твердого засвоєння, здатності визначити свою позицію щодо дискусійних ідей чи концепцій і аргументовано її обґрунтувати.

- підсумкове оцінювання (залік)¹:

Максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом (80 балів за модульні роботи та 20 балів за активну участь в заняттях протягом семестру по 100-бальній шкалі). Підсумковий контроль знань студентів з курсу "Біомолекулярна електроніка" проводиться у формі заліка за результатами роботи на протязі семестра.

7.2 Організація оцінювання:

У кінці кожного з блоків навчання після завершення вивчення тем проводиться письмова модульна контрольна робота. Контрольна робота спрямована на визначення рівня знань студентами матеріалів лекцій за проведений блок.

Протягом семестру студенти виконують практичні роботи, після закінчення яких проводиться письмова модульна контрольна робота.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59
Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

¹ Залік виставляється за результатами роботи студента впродовж усього семестру і не передбачає додаткових заходів оцінювання для успішних студентів.

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	самостійна робота
Частина 1 Теоретичне навчання				
1	Вступ. Тема 1 <i>Вступ до біосенсорики</i>	2		3
2	Тема 2. <i>Амперометричні перетворювачі та варіанти вимірювань</i>	2		3
3	Тема 3. <i>Кондуктометричні перетворювачі та варіанти вимірювань</i>	2		3
4	Тема 4. <i>Кондуктометричний метод у ферментному каталізі</i>	2		3
5	Тема 5. <i>Потенціометричні біосенсори на основі ІСПТ</i>	2		3
6	1-ша модульна контрольна робота		2	4
7	Тема 6. <i>Оптичні, термічні та гравіометричні біосенсори</i>	2		3
8	Тема 7. <i>Сучасні матеріали та технології створення біосенсорів</i>	2		3
9	Тема 8. <i>Типи біоселективних елементів біосенсорів</i>	2		3
10	Тема 9. <i>Методи іммобілізації біологічного матеріалу на поверхню біосенсорів</i>	2		3
11	Тема 10. <i>Методи покращання аналітичних характеристик біосенсорів для практичного застосування</i>	2		3
12	2-га модульна контрольна робота		2	4
13	Тема 11. <i>Приклади ферментних біосенсорів</i>	2		3
14	Тема 12. <i>Мультисенсори та мультиферментні масиви</i>	2		3
15	Тема 13. <i>Практичне застосування біосенсорів</i>	2		3
16	Тема 14. <i>Комерційні варіанти систем на основі біосенсорів</i>	2		3
17	Тема 15 <i>Вибрані питання розробки та створення біосенсорів</i>	2		3
18	3-я модульна контрольна робота		2	4
Частина 2 Практичне навчання				
19	Тема 15. <i>Біосенсор на основі рН-чутливих польових транзисторів для визначення глікоалкалоїдів у картоплі</i>		2	5
20	Тема 16. <i>Амперометричний ферментний біосенсор на основі платинового дискового електрода для визначення концентрацій глюкози</i>		2	5
21	Тема 17. <i>Кондуктометричний ферментний біосенсор для визначення сахарози в розчині</i>		2	5
22	4-а модульна контрольна робота		2	4
	ВСЬОГО	30	14	76

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:

Лекцій – **30 год.**

Практичні заняття - **14 год.**

Самостійна робота - **76 год.**

9. Рекомендовані джерела:

Основна:

1. Дзядевич С.В., Солдаткін О.П. Наукові та технологічні засади створення мініатюрних електрохімічних біосенсорів. / Київ: Наукова думка.– 2006.– 255с.
2. Бєлих І.А., Клєщєв М.Ф. Біологічні та хімічні сенсорні системи. / Харків: НТУ «ХП».- 2011.- 143 с.

3. Войтович І.Д., Корсунський В.М. Інтелектуальні сенсори / редакційно-видавничий відділ з поліграфічною дільницею Інституту кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України, 2007.– 514 с.
4. Eggins B.R. Chemical sensors and biosensors. / John Willey and Sons, LTD, 1998.
5. Encyclopedia of Sensors, Ed. C.A.Grimes, E.C.Dickey, M.V.Pishko, American Scientific Publisher, California, USA, 2006, V. 7, P.331-339.
6. Лепіх Я.І., Гордієнко Ю.О., Дзядевич С.В., Дружинін А.О., Євтух А.А., Ленков С.В., Мельник В.Г., Проценко В.О. Романов В.О. Інтелектуальні вимірювальні системи на основі мікроелектронних датчиків нового покоління / Одеса: Астропринт.- 2011.-352 с.
7. Метод електрохімічної імпедансної спектроскопії: методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи / О. Я. Саяпіна, О. П. Солдаткін, С В. Дзядевич. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2018. – 43 с.
8. Біосенсор поверхневого плазмонного резонансу для детектування специфічних олігонуклеотидних послідовностей: методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи / О. Е. Рачков, М. Й. Мацишин, О. П. Солдаткін. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2018. – 27 с.

Додаткова:

1. Dzyadevych S.V., Soldatkin A.P. Solid-state electrochemical enzyme biosensors / Київ: Академперіодика.– 2008.– 223с.
 2. Coulet P.R. What is biosensor // Biosensor principles and application / Eds. L.J.Blum, P.R.Coulet. – New York: Marcel Dekker, 1991. – 1-6.
 3. Yu Lei, Wilfred Chen and Ashok Mulchandani Microbial biosensors //Analytica Chimica Acta, 2006, V. 568, # 1-2, P. 200-210.
 4. Lindy Murphy Biosensors and bioelectrochemistry // Current Opinion in Chemical Biology, 2006. –V.10, #2, P. 177-184.
 5. 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.
 6. Aziz Amine, Hasna Mohammadi, Ilhame Bourais and Giuseppe Palleschi Enzyme inhibition-based biosensors for food safety and environmental monitoring // Biosensors and Bioelectronics. - 2006, V. 21, # 8, , P.1405-1423.
-
1. **Додаткові ресурси:** немає.