



# Біомолекулярна електроніка

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>163 Біомедична інженерія</i>
Освітня програма	<i>Регенеративна та біофармацевтична інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS (120 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / модульна контрольна робота / реферат</i>
Розклад занять	<i>18 лекційних годин, 18 годин практичних, 18 годин лабораторних занять 1 година лекційних, 1 година практичних та 1 година лабораторних занять на тиждень</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор та практичні заняття: д.б.н., с.н.с, Солдаткін Олександр Олексійович, <a href="https://www.imbg.org.ua/uk/persons/soldatkin_o_o">https://www.imbg.org.ua/uk/persons/soldatkin_o_o</a> <a href="mailto:alex_sold@yahoo.com">alex_sold@yahoo.com</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://do.ipk.kpi.ua/">https://do.ipk.kpi.ua/</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

##### Що буде вивчатися

Сучасні електрохімічні та фізичні перетворювачі біологічного сигналу в електричний, класифікація біоселективних елементів та методи їхньої іммобілізації; сучасні технології створення приладів біомолекулярної електроніки та сенсорних масивів та їхні комерційні варіанти.

##### Чому це цікаво/треба вивчати

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, антитіла та ін.).

##### Чому можна навчитися

###### Знання:

- Знання приладів біомолекулярної електроніки, їхні принципи функціонування, різні типи електрохімічних перетворювачів допоможуть у розв'язуванні різних задач і проблем в галузі біосенсорики. Спростять вибір методів та інструментальних засобів при розробці методик тестування.
- В зв'язку з мультидисциплінарністю предмету в ході спецкурсу будуть отримані знання, з якими спеціалістами потрібно зв'язуватись для успішного вирішення задач, що виникають в процесі роботи.

**Вміння:**

- Отримані навички в рамках курсу дозволять самостійно іммобілізувати ферменти та інші біологічні молекули на різних варіантах твердих поверхонь, створювати найпростіші лабораторні прототипи біосенсорів.
- Прийняти обґрунтоване рішення щодо використання відповідного методу для вирішення реальних практичних задач

Навчальна дисципліна забезпечує формування інтегральної компетентності – здатності розв'язувати складні задачі та проблеми у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

**Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями**

Здобуті знання та вміння є важливим інструментом у проведенні науково-дослідних та організаційно-виробничих робіт у галузі біофармації, біотехнології та біомедичній інженерії.

**Програмні компетентності, які мають бути сформовані після вивчення дисципліни, та які відповідають освітній програмі «Регенеративна та біофармацевтична інженерія»:**

**Загальні компетентності**

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми (науково-дослідного, науково-технічного, проектного, виробничо-організаційного характеру), орієнтуючись зокрема на інноваційний сталий розвиток суспільства.
- Здатність працювати в міжнародному контексті.

**Фахові компетентності**

- Здатність вирішувати комплексні проблеми біомедичної інженерії із застосуванням методів математики, природничих та інженерних наук.
- Здатність створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення.
- Здатність використовувати інноваційні підходи у розробці біомедичних технологій на основі методів біомолекулярної, клітинної та тканинної інженерії

**Програмні результати навчання, які мають бути досягнуті після вивчення дисципліни та які відповідають освітній програмі «Регенеративна та біофармацевтична інженерія»:**

- Проектувати, конструювати, вдосконалювати, застосовувати та налагоджувати виробництво медичних виробів та інших продуктів у системі охорони здоров'я (у т.ч біологічного та біотехнологічного походження) з дотриманням сучасних технічних вимог, а також супроводжувати їх експлуатацію.
- Створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для всебічного дослідження і розробки біоінженерних, біотехнічних та біофармацевтичних об'єктів та систем медико-технічного призначення.

- Розробляти новітні біомедичні технології (продукти) із використанням методів біомолекулярної, клітинної та тканинної інженерії

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Дисципліна відноситься до нормативних та вивчається у першому навчальному семестрі даної освітньої програми. Пререквізити відсутні.

Дана дисципліна покликана сформувати у студентів компетентності необхідні для успішного проходження практики та підготовки кваліфікаційної роботи.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Темати лекційних занять:**

1. Вступ до біосенсорики.
2. Типи електрохімічних перетворювачів та біосенсиори на їх основі.
3. Оптичні біосенсиори.
4. Принципи та методи іммобілізації біологічного матеріалу.
5. Робочі характеристики біосенсиорів та шляхи їх покращення.
6. Сенсори на основі поверхневого плазмонного резонансу.
7. Мультиферментні біосенсиори.
8. Мультибіосенсиори та сенсорні масиви.
9. Комерційні варіанти систем на основі біосенсиорів.

### **Темати лабораторних робіт:**

1. Амперометричний ферментний біосенсор на основі платинового дискового електрода для визначення концентрацій глюкози
2. Біосенсор на основі рН-чутливих польових транзисторів для визначення глікоалкалоїдів у картоплі.
3. Кондуктометричний ферментний біосенсор для визначення сахарози в розчині
4. Метод електрохімічної імпедансної спектроскопії
5. Біосенсор поверхневого плазмонного резонансу для детектування специфічних олігонуклеотидних послідовностей
6. Кондуктометричний біосенсор на основі трьох ферментів для інгібіторного визначення іонів важких металів

### **Практичні заняття:**

На практичних заняттях передбачається обговорення теоретичного матеріалу, презентація доповідей студентів за результатами виконання індивідуальних студентських завдань та їх обговорення.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

- С.В. Дзядевич, О.П. Солдаткін. Наукові та технологічні засади створення мініатюрних електрохімічних біосенсиорів. / Київ: Наукова думка, 2006

- І.Д. Войтович, В.М. Корсунський, Інтелектуальні сенсори / редакційно-видавничий відділ з поліграфічною дільницею Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 2007. 514 с.
- Encyclopedia of Sensors, Ed. C.A. Grimes, E.C. Dickey, M.V. Pishko, American Scientific Publisher, California, USA, 2006
- Linqiu Cao, Rolf D. Schmid Carrier-bound Immobilized Enzymes: Principles, Application and Design./ Publisher, John Wiley & Sons, 2006 – P. 578.
- D.R. Theâvenot , K. Toth , R.A. Durst, G.S. Wilson, Electrochemical biosensors: recommended definitions and classification (Technical Report). Pure Appl. Chem., Vol. 71, No. 12, pp. 2333-2348, 1999.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекції проводяться за класичною схемою: у наочній формі лектор викладає відповідну тему. Під час лекції та після її закінчення здобувачі мають можливість ставити запитання. З окремих питань лекційного курсу може проводитися дискусія між лектором та здобувачами – або акцентувати увагу на важливих, принципових та проблемних моментах. Здобувачі можуть робити нотатки під час лекцій, а презентація та/або конспект лекції чи його фрагменти викладаються із можливістю завантаження на платформі дистанційного навчання «Сікорський».

Практичні заняття мають на меті набуття більш глибоких знань та умінь з тем, що висвітлюються в рамках лекційного курсу та самостійно опановуються здобувачами. Алгоритм проведення практичного заняття передбачає наступне: викладач викладає базові (стратегічні) тези в рамках відповідної теми, здобувачі виступають із міні-повідомленнями із заздалегідь сформованими проблемними питаннями в рамках відповідної теми, відбувається дискусія між доповідачем, іншими здобувачами та викладачем, яка має на меті з'ясувати всі фундаментальні та прикладні аспекти відповідних технологій регенеративної медицини. Повідомлення здобувачів передбачають підготовку відповідної аналітичної записки на кшталт невеликого огляду літератури українською мовою, а також наочної презентації, що дозволяє поглиблювати навички письмової та усної наукової української мови. За необхідності під час практичних занять відбувається вивчення (ознайомлення) нормативних документів, методичних рекомендацій тощо, а також розв'язання ситуаційних задач. На останньому практичному занятті проходить виконання здобувачами модульної контрольної роботи (МКР) у формі тесту. Матеріал, що є корисним для підготовки до практичних занять викладається із можливістю завантаження на платформі дистанційного навчання «Сікорський».

Лекційні та практичні заняття проводяться згідно розкладу занять <http://rozklad.kpi.ua/> за такою схемою: спершу проводяться лекційні заняття, а після їх закінчення – практичні. Деталізована інформація доводиться до відома здобувачів через відповідні канали зв'язку, зокрема через платформи «Сікорський» та «Кампус».

### 6. Самостійна робота здобувача

Загальний об'єм самостійної роботи в рамках дисципліни складає 64 години, зокрема:

- підготовка до практичних занять – 15 годин;
- підготовка до модульної контрольної роботи (МКР) – 15 годин;
- самостійне опрацювання тем – 34 години.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

*Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали*

Здобувачам можуть нараховуватися заохочувальні бали. Сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

Заохочувальні бали нараховуються за такі види діяльності:

- створення інфографіки або іншого засобу графічної інтерпретації інформації для однієї з тем курсу (5 балів);
- участь у міжнародних або всеукраїнських наукових конференціях, з'їздах тощо (за тематикою навчальної дисципліни) (за умови публікації тез доповідей) (5 балів);
- підготовка рукопису оглядової чи експериментальної статті або участь у конкурсах (за умови зайняття призового місця) за тематикою навчальної дисципліни (10 балів).

### ***Відвідування занять***

Штрафні бали за відсутність на заняттях не виставляються. Однак, здобувачам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються практичні навички, необхідні для ґрунтовного формування відповідних компетентностей.

Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

### ***Пропущені контрольні заходи оцінювання***

Контрольні заходи оцінювання, виконання яких передбачено на занятті, проводяться у завчасно визначений день, який оголошується здобувачам на першому тижні освітнього процесу. Виконання таких контрольних заходів оцінювання в інший день дозволяється за вагомих та/або форс-мажорних обставин.

У разі відсутності здобувача на практичному занятті, де передбачається його виступ із повідомленням, такий виступ або переноситься на інше практичне заняття, або замінюється на підготовку аналітичної записки із відповідної теми обсягом 5-10 сторінок (у разі особливих форс-мажорних обставин).

Результат модульної контрольної роботи для здобувача, який не з'явився на контрольний захід, є нульовим. У такому разі, здобувач має можливість виконати модульну контрольну роботу у інший час за погодженням із викладачем. Перенесення строків проходження тесту можливе лише з поважних причин (форс-мажорні обставини).

Повторне тестування в рамках модульної контрольної роботи не передбачене.

### ***Забезпечення об'єктивності оцінювання здобувачів***

Об'єктивність оцінювання здобувачів на всіх етапах оволодіння дисципліною забезпечується через наступні механізми. По-перше, використання тестових форм оцінювання знань. По-друге, детальні рекомендації щодо рейтингової системи оцінювання результатів навчання (розділ 8 Силабусу). По-третє, використання здобувачами та викладачами всіх можливих інструментів комунікацій, що забезпечують збереження історії комунікацій (електронна пошта, соціальні мережі, месенджери тощо). По-четверте, задля забезпечення об'єктивності оцінювання письмових робіт їх перевірка здійснюється двома викладачами кафедри (лектор; викладач, що проводить практичні заняття, чи інших викладач, що є компетентним з даної дисципліни та визначений кафедрою).

### ***Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання***

В день оголошення результатів контрольного заходу, здобувач має право в індивідуальному порядку задати всі питання, які його цікавлять стосовно результатів контрольного заходу. Якщо здобувач не погоджується з оцінкою, він має право звернутися із апеляційною заявою до деканату факультету, що регламентовано «Положенням про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/182>.

**Академічна доброчесність**

У разі використання контенту, захищеного авторським правом, результатів аналітичних досліджень та/або іншої інформації, здобувачі мають обов'язково вказувати джерело.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (<https://kpi.ua/code>). У разі виникнення потреби у перевірці академічних текстів, підготовлених здобувачам, наявність текстових запозичень здобувач може звернутися безпосередньо до викладача або відповідальної особи кафедри з питань перевірки академічних текстів.

**Норми етичної поведінки**

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

**Дистанційне навчання**

Проходження он-лайн курсів передбачено у випадку форс-мажорних обставин (зокрема, карантинних заходів) та для інклюзивного навчання здобувачів із особливими потребами.

**Інклюзивне навчання**

Навчальна дисципліна розрахована на вивчення для здобувачів із особливими освітніми потребами, але слід враховувати велике навантаження на зоровий апарат. В залежності від особливих потреб здобувачів можливе використання дистанційного навчання.

**8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

**Поточний контроль.** Робота на практичних заняттях передбачає короткі повідомлення здобувача із заздалегідь визначеного питання (3 повідомлення для кожного здобувача). Кожне повідомлення оцінюється у 20 балів: повне розкриття питання – 20 балів, наявність незначних упущень – 15-19 балів, наявність незначних помилок – 10-14 балів, наявність суттєвих помилок – 5-9 балів.

Модульна контрольна робота (МКР) проводиться у вигляді тесту, який оцінюється у 40 балів.

**Календарний контроль:** провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Перша контрольна точка передбачає наявність одного повідомлення здобувача на практичному занятті, друга – не менше двох повідомлень.

**Максимальний семестровий рейтинг** здобувача: 60 балів (3 повідомлення на практичних заняттях) + 40 балів (МКР) = 100 балів.

**Семестровий контроль:** залік. Умови допуску до семестрового контролю: виконання трьох повідомлень на практичних заняттях та виконання МКР (із сумарним рейтингом не менше 60 балів). У разі семестрового рейтингу 60 балів та вище здобувач може отримати залік автоматично. У разі незгоди або рейтингу менше 60 балів відбувається складання заліку у формі тестування.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
<60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

### **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

Питання, що виносяться на семестровий контроль відповідають тематиці лекційних та практичних занять.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті, здійснюється згідно «Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті» (<https://osvita.kpi.ua/node/179>).

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено:** д.б.н., с.н.с. Солдаткін О.О.

**Ухвалено** кафедрою трансляційної медичної біоінженерії (протокол № 15 від 19 червня 2021 р.)

**Погоджено** методичною комісією ФБМІ (протокол № 11 від 25 червня 2021 року.)