



# Інтелектуальні біотехнічні системи

## 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>6 кредитів ECTS (180 годин)</i>                                                                                                                                                                                                 |
| Семестровий контроль/<br>контрольні заходи        | <i>Екзамен / модульна контрольна робота / розрахунково-графічна робота</i>                                                                                                                                                         |
| Розклад занять                                    | <i>36 лекційних годин та 36 годин лабораторних занять.<br/>2 години лекційних та 2 години лабораторних занять на тиждень</i>                                                                                                       |
| Мова викладання                                   | <i>Українська</i>                                                                                                                                                                                                                  |
| Інформація про<br>керівника курсу /<br>викладачів | <i>Лектор та лабораторні заняття: к.т.н., Бесараб Олександр Борисович,<br/><a href="http://bi.fbmi.kpi.ua/uk/besarab-ua/">http://bi.fbmi.kpi.ua/uk/besarab-ua/</a>, <a href="mailto:besarab@iit.kpi.ua">besarab@iit.kpi.ua</a></i> |
| Розміщення курсу                                  | <i><a href="https://classroom.google.com/">https://classroom.google.com/</a></i>                                                                                                                                                   |

### Програма навчальної дисципліни

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

##### Що буде вивчатися

Використання технологій штучного інтелекту для розв'язання практичних задач біомедичної інженерії, а саме обробки інформації з датчиків, біосенсорів, сканерів медичних зображень тощо у біотехнічних системах.

##### Чому це цікаво/треба вивчати

Світовий ринок біотехнічного обладнання стрімко зростає. Існуючі, класичні підходи автоматичного керування біотехнічними системами не задовольняє сучасним вимогам. На зміну їм приходять сучасні інтелектуальні системи. Вивчення даного курсу дозволить оволодіти навиками оцінки існуючих біотехнічних систем, розробки завдання на їх удосконалення та оцінки взаємодії біотехнічних систем з іншими системами (технічними, біологічним тощо).

##### Чому можна навчитися

###### Знання:

- сучасних підходів до побудови інтелектуальних біотехнічних систем;

###### Вміння:

- формулювати технічне завдання на розробку нових та удосконалення існуючих біотехнічних систем.

**Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями**

Здобуті знання та уміння є важливим інструментом у проведенні науково-дослідних та організаційно-виробничих робіт у галузі біомедичної 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 аналізувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми та здійснювати їх формалізацію для знаходження кількісних рішень із застосуванням сучасних математичних методів та інформаційних технологій.
- Здатність створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення.
- Здатність розробляти технічні завдання на створення, а також моделювати, оцінювати, проектувати та конструювати складні біоінженерні та медико-інженерні системи і технології.
- Здатність досліджувати біологічні та технічні аспекти функціонування та взаємодії штучних біологічних і біотехнічних систем.

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.

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

- Аналізувати і вирішувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми із застосуванням математичних методів та інформаційних технологій.
- 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, планувати, виконувати та обґрунтовувати інноваційні проекти біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення з урахуванням інженерних, медичних, правових, економічних, екологічних та соціальних аспектів, здійснювати їх інформаційне та методичне забезпечення.

- Оцінювати біологічні і технічні аспекти та наслідки взаємодії інженерно-технічних і біоінженерних об'єктів з біологічними системами, передбачувати їх взаємний вплив, правові, деонтологічні і морально-етичні наслідки використання.

## **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:***

- Постановка завдань інтелектуального керування та/або обробки інформації у біотехнічних системах.
- Підходи до побудови інтелектуальних біотехнічних систем.
- Розробка технічного завдання на створення інтелектуальної біотехнічної системи.
- Основні напрямки досліджень в галузі теорії нечіткого керування у медичній техніці та інтелектуальних систем.
- Функції належності нечітких систем інтерпретації медичної інформації.
- Математичний апарат нечіткої логіки та операції із нечіткими множинами для інтерпретації інформації у діагностичних біотехнічних системах.
- Загальна характеристика нейронних мереж. Методи навчання нейронних мереж.
- Способи організації інформації у нейронних мережах діагностичних біотехнічних систем.
- Нейронні мережі в системах керування медичної техніки.
- Спеціалізовані пакети для розрахунку, проектування і дослідження інтелектуальних систем управління.
- Нечітке керування біотехнічних систем.
- Побудова адаптивних систем управління з використанням нечіткої логіки.
- Проектування нечітких регуляторів медичної техніки.
- Стійкість біотехнічних систем на базі нечіткого керування.
- Оцінка взаємодії біотехнічних систем із біологічними та технічними системами.

### ***Темати лабораторних занять:***

- Ознайомлення із програмним пакетом MatLab. Відображення біомедичної інформації
- Функцій належності для представлення біомедичної інформації
- Система нечіткого виведення за алгоритмом Мамдані для визначення дозування препарату
- Проектування систем нечіткого виводу Сугено для вирішення задач біомедичної інженерії
- Автоматичне проектування систем нечіткого виводу Мамдані для систематизації біомедичної інформації
- Автоматичне проектування систем нечіткого виводу Мамдані із використанням кластерного аналізу для систематизації біомедичної інформації
- Дослідження впливу методу дефазифікації при оптимізації моделі інтерпретації біомедичної інформації
- Розробка біотехнічної системи із регулятором на базі нечіткого логічного висновку

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Основна

- Тимчик, Г. С. Теорія біотехнічних об'єктів. Том 1. Узагальнені фізичні властивості об'єкта [Електронний ресурс] : монографія / Г. С. Тимчик, В. І. Скицюк, Т. Р. Ключко ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 5,99 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 274 с.
- Нейромережеві технології в системах управління: Підручник для візів./ Б. І. Кузнецов, Т.Ю. Василюк, Т.Б. Нікітіна, В.В. Коломиєць, О.О. Варфоломійєв; Укр. інж.-пед. акад.. - Харків: УІПА, 2014. - 232 с.
- Кирик, В. В. Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах [Електронний ресурс] : підручник / В. В. Кирик ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т України «КПІ ім. Ігоря Сікорського». – Електронні текстові дані (1 файл: 5,52 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка» 2019. – 226 с.
- Мустецов Т.М. Теорія біотехнічних систем // Т.М. Мустецов, А.С. Нечипоренко Харків.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2015. – 186 с.
- Інтелектуальні системи управління. Експертні системи – основи проектування та застосування в системах автоматизації [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. Л. Д. Ярошук. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,56 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 136 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/27855>

##### Додаткова

- Березко Л. О. Особливості інструментальних засобів біомедичної кіберфізичної системи / Л. О. Березко, С. Є. Соколов // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Серія: Комп'ютерні системи та мережі. — Львів : Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2018. — № 905. — С. 8–14. [http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/47206/2/2018n905\\_Berezko\\_L-Peculiarities\\_of\\_instrumental\\_8-14.pdf](http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/47206/2/2018n905_Berezko_L-Peculiarities_of_instrumental_8-14.pdf)
- Informational Aspects of the Haptic Stimulation by the Light for Correction of the Human' State / M.V. Bachynskyy, B.I. Yavorsky // Кибернетика и вычисл. техника. — 2018. — № 1 (191). — С. 60-75. <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/131938>
- Abbass, Hussein. (2010). Intelligent Control Systems with an Introduction to System of Systems Engineering (Nanayakkara, T.; 2009) [Book Review. IEEE Comp. Int. Mag. 5. 52-53. [https://www.researchgate.net/publication/220438396\\_Intelligent\\_Control\\_Systems\\_with\\_a\\_n\\_Introduction\\_to\\_System\\_of\\_Systems\\_Engineering\\_Nanayakkara\\_T\\_2009\\_Book\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/220438396_Intelligent_Control_Systems_with_a_n_Introduction_to_System_of_Systems_Engineering_Nanayakkara_T_2009_Book_Review)

#### 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».

Лабораторні заняття мають на меті набуття більш глибоких знань та умінь з тем, що висвітлюються в рамках лекційного курсу та самостійно опановуються здобувачами. Алгоритм проведення лабораторного заняття передбачає наступне: викладач викладає базові (стратегічні) тези в рамках

відповідної теми, ставить завдання лабораторної роботи, здобувачі виконують завдання лабораторної роботи на ПЕОМ. За необхідності під час лабораторних занять відбувається вивчення (ознайомлення) нормативних документів, методичних рекомендацій тощо, а також оформлення звіту.

Розрахунково-графічна робота присвячена розробці інтелектуальної системи інтерпретації результатів біомедичних даних.

Лекційні та лабораторні заняття проводяться згідно розкладу занять <http://rozklad.kpi.ua/> за такою схемою: спершу проводяться лекційні заняття, а після їх закінчення – лабораторні. 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 108 годин, зокрема:

- підготовка до лекційних занять – 17 годин;
- підготовка до лабораторних занять – 17 годин;
- підготовка до модульної контрольної роботи (МКР) – 15 годин;
- виконання розрахунково-графічної роботи – 15 годин;
- самостійне опрацювання тем – 14 годин;
- підготовка до екзамену – 30 годин.

## **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 лабораторному занятті, дане заняття відпрацьовуються наприкінці семестру, за попереднім узгодженням графіку із використанням дистанційних методів навчання. 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, для перевіряння письмових видів робіт здобувачів у разі їх незгоди із результатами оцінювання може залучатися інший викладач, який має відповідну професійну компетенцію та призначений кафедрою на поточний навчальний рік. У разі відсутності узгодженої думки викладачів щодо оцінки роботи здобувача питання виноситься на засідання кафедри, а врегулювання питання здійснюється згідно з «Положення про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <http://osvita.kpi.ua/node/182>.

### ***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, на 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 лабораторних заняттях передбачає виконання завдання лабораторної роботи із оформленням результатів у вигляді звіту. Після подання звітів із усіх лабораторних робіт, та їх акцептування викладачем, здобувач допускається до захисту лабораторного практикуму. Захист відбувається у формі тестування, який оцінюється у 25 балів.

Модульна контрольна робота (МКР) проводиться у вигляді тесту, який оцінюється у 25 балів.

Розрахунково-графічна робота оцінюється у 10 балів: повне розкриття питання – 10 балів, наявність незначних упущень – 8-9 балів, наявність незначних помилок – 6-7 балів, наявність суттєвих помилок – 1-5 балів.

**Календарний контроль:** провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Перша контрольна точка передбачає успішне проходження МКР, друга – захист лабораторного практикуму.

**Максимальний семестровий рейтинг** здобувача: 25 балів (захист лабораторного практикуму) + 25 балів (МКР) + 10 балів (РГР) = 60 балів.

**Семестровий контроль:** Екзамен. Умови допуску до семестрового контролю: успішний захист лабораторного практикуму, виконання МКР та РГР (із сумарним рейтингом не менше 36 балів). Екзамен передбачає складання 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 лабораторних 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:** к.т.н. Бесараб О.Б.

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

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