



# Біомедичні експертні 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>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів ECTS (150 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / модульна контрольна робота / реферат</i>
Розклад занять	<i>28 лекційних годин та 26 годин практичних занять. 1,5 години лекційних та 1,5 години практичних занять на тиждень</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор та практичні заняття: к.т.н., Бесараб Олександр Борисович, <a href="http://bi.fbmi.kpi.ua/uk/besarab-ua/">http://bi.fbmi.kpi.ua/uk/besarab-ua/</a>, <a href="mailto:besarab@i11.kpi.ua">besarab@i11.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

Науково-методичні основи розроблення біомедичних експертних систем.

##### Чому це цікаво/треба вивчати

Експертні системи є універсальним інструментом вирішення актуальних практичних задач у галузі біомедичної інженерії.

##### Чому можна навчитися

###### Знання:

- Принципи функціонування та організації експертних систем.
- Особливості взаємодії з експертною системою у якості користувача, інженера знань та експерта.
- Моделі представлення знань у експертних системах.
- Алгоритми пошуку та прийняття рішень у експертних системах.

###### Вміння:

- Розробляти експертні системи для вирішення задач біомедичної інженерії

##### Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями

Набутими знаннями та вміннями можна користуватися при розробці та використанні експертних систем діагностичного призначення. Експертні системи на базі елементів штучного інтелекту є

невід'ємними складовими сучасного медичного обладнання відомих світових виробників, серед яких GE Healthcare, Siemens Healthcare, Philips Healthcare, Canon, Dräger, DIXION та багато інших.

**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.

#### 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.

**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.
- 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)

Вивченню дисципліни передують оволодіння курсу «Інтелектуальні біотехнічні системи».

Навчальна дисципліна відноситься до циклу вибіркових навчальних дисциплін, тому її нормативний (обов'язковий) зв'язок із іншими дисциплінами в структурно-логічній схемі навчання не передбачено.

## 3. Зміст навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять:

- Експертні системи. Основні визначення.
- Структура та класифікація експертних систем;
- Стислі характеристики існуючих експертних систем;
- Загальна характеристика способів представлення задач;
- Методи пошуку рішення задач (Методи "сліпого" пошуку, евристичний пошук);
- Знання. Бази знань. Формалізація знань в експертних системах;
- Продукційні моделі знань;
- Семантичні мережі;
- Логічне виведення в умовах невизначеності.

### Теми практичних занять:

- Пошук у глибину;
- Пошук в ширину;
- Алгоритм Дейкстри;
- Жадібний алгоритм;
- Мурашині алгоритми;
- Генетичні алгоритми;
- Рекурентна формула Байєса;
- Адаптивне вимірювання розподілу апіорних ймовірностей;
- Адаптивне вимірювання розподілу умовних ймовірностей;
- Методи нечіткої логіки в задачах підтримки прийняття рішення.

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

### Основна

- Продеус А.М. Експертні системи в медицині: Навчальний посібник / А.М. Продеус, Ю.С. Синькоп, Є. Я. Швець та ін. – Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2014. - 332 с.: іл.
- Кацадзе Т.Л. Експертні системи прийняття рішень в енергетиці: навч. посіб. / Т.Л. Кацадзе. – К.: ЛОГОС, 2014. – 173 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/6938>
- 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. Ярощук. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,56 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 136 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/27855>

### Додаткова

- *Експертні системи: Інформатико-технологічні засади експертних систем [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності «Радіоелектронні апарати та засоби» / НТУУ «КПІ» ; уклад. Ю. М. Калніболотський, І. В. Редько, Н. О. Бондаренко. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,27 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/1588>*
- *Експертні системи: Основи математичної логіки [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності «Радіоелектронні апарати та засоби» / НТУУ «КПІ» ; уклад. Ю. М. Калніболотський, І. В. Редько, Н. О. Бондаренко. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,81 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2011. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/1587>*
- *Пономарев А. С. Нечёткие множества в задачах автоматизированного управления и принятия решения: Навчальний посібник / О. С. Пономарьев. - Харків: НТУ «ХПІ», 2005. - 232 с.*

## 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 та ставить завдання практичного заняття, здобувачі виконують поставлені завдання. 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 96 години, зокрема:

- Підготовка до практичних робіт 13 годин.
- Підготовка до лекційних занять 13 годин.
- Підготовка до МКР – 15 годин.
- Підготовка реферату – 10 годин.
- Самостійне опрацювання тем – 15 годин.
- Підготовка до іспиту – 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 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, 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**

Після отримання коментарів від викладача з аргументацією щодо оцінки, здобувач має право в індивідуальному порядку задати всі питання, які цікавлять стосовно результатів контрольних заходів оцінювання. Якщо здобувач не погоджується з оцінкою, він має також навести аргументи

щодо своєї позиції та звернутися до декана факультету для подальшого вирішення питання (детально – див. «Положення про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <http://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 практичних заняттях передбачає короткі повідомлення здобувача із заздалегідь визначеного питання (3 повідомлення для кожного здобувача). Кожне повідомлення оцінюється у 15 балів: повне розкриття питання – 15 балів, наявність незначних упущень – 13-14 балів, наявність незначних помилок – 9-12 балів, наявність суттєвих помилок – 5-8 балів.

Модульна контрольна робота (МКР) проводиться у вигляді тесту, який оцінюється у 10 балів.

Реферат оцінюється у 5 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: 45 балів (3 повідомлення на практичних заняттях) + 10 балів (МКР) + 5 балів (реферат) = 100 балів.

**Семестровий контроль:** Екзамен. Умови допуску до семестрового контролю: виконання трьох повідомлень на практичних заняттях та виконання МКР (із сумарним рейтингом не менше 36 балів). Складання Екзамену у формі тестування, максимальний бал – 40,

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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:** к.т.н., Бесараб О.Б.

**Ухвалено** кафедрою трансляційної медичної біоінженерії (протокол №1 від 25.08.2021 р.)

**Погоджено** методичною комісією ФБМІ (протокол №1 від 30.08.2021 р.)