



ОСНОВИ НЕЧІТКОГО МОДЕЛЮВАННЯ В МЕДИЦИНІ

Робоча програма навчальної дисципліни

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>122 Комп'ютерні науки</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерні технології в біології та медицині</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, 2-ий весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС/ 120 год (лекційних занять - 28 годин, комп'ютерних практикумів -26 годин, СР-66 годин із них на РР - 10 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, модульна контрольна робота, розрахункова робота (РР)</i>
Розклад занять	<i>http://roz.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції: доц. каф БМК Зеленський Кирило Харитонович Комп'ютерні практикуми: ст. викл. каф БМК Бовсуновська Катерина Сергіївна bmk-bks-fbmi@iit.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/MjU2NzI2MDg1NTg1</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Вивчення даної дисципліни надає знання та вміння розробляти інформаційні системи у вигляді нечітких моделей на мові Python із використанням принципів об'єктно-орієнтованого програмування.

Дисципліна дає змогу студенту оволодіти:

- 1) сучасними інформаційними технологіями у вигляді нечітких моделей (систем нечіткої логіки) та гібридних моделей (нейронечітких систем, нечітких моделей на основі Дерев класифікації, методів нечіткої кластеризації або генетичних алгоритмів),
- 2) технологією аналізу великих масивів біомедичних даних;

3) технологією об'єктно-орієнтовного програмування на мові Python;

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей, згідно ОПП:

Фахові компетентності спеціальності (ФК)	
ЗК 1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
ЗК 3	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
ЗК 11	Здатність приймати обґрунтовані рішення
ФК 1	Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування.
ФК 2	Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної, нейромережевої та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо.
ФК 4	Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.
ФК 7	Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.
ФК 20	Здатність до застосування методів моделювання чітких та нечітких моделей біологічних процесів та систем та методів чисельно-аналітичного моделювання.
Програмні результати навчання (ПР)	
ПР 3	Використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей.
ПР 20	Розв'язання складних спеціалізованих завдань та практичних проблем у галузі інтелектуальних інформаційних технологій та інтелектуального аналізу даних в процесі професійної діяльності, що передбачає застосування сучасних методів, моделей, алгоритмів машинного навчання, штучного та обчислювального інтелекту
ПР 21	Застосовувати та удосконалювати підходи до моделювання та оптимізації станів медичних та біологічних об'єктів, створювати та удосконалювати чіткі та нечіткі математичні моделі і програмні системи.

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

В структурно-логічній схемі програми підготовки фахівця навчальна дисципліна “Основи нечіткого моделювання в медицині” входить до переліку нормативних дисциплін, циклу професійної підготовки.

Пререквізити . навчальна дисципліна викладається в 2-му семестрі 1-го курсу. Основою вивчення навчальної дисципліни є базові знання, які студенти набувають у при вивченні навчальної дисципліни «Алгебра та аналітична геометрія», «Математичний аналіз. Частина 1».

Постреквізити. Отримані під час вивчення навчальної дисципліни «Основи нечіткого моделювання в медицині» теоретичні знання та засвоєні практичні навички використовуються для підготовки дипломних робіт за спеціальністю та в подальшій практичній роботі за фахом.

3. Зміст навчальної дисципліни

<i>Тема 1.1.</i> Організація обчислень і програмування в системі GNU Octave
<i>Тема 1.2.</i> Нечіткі та нейро-нечіткі системи в медицині
<i>Тема 1.3.</i> Основні поняття теорії нечітких множин: нечіткі множини
<i>Тема 1.4.</i> Основні поняття теорії нечітких множин: нечіткі відношення
<i>Тема 1.5.</i> Арифметичні операції над нечіткими числами
<i>Тема 1.6.</i> Основи нечіткої логіки
Розділ 2. Нечіткі моделі на основі нечіткої логіки
<i>Тема 2.1.</i> Структура та складові нечіткої моделі на основі нечіткої логіки
<i>Тема 2.2.</i> Властивості правил, бази правил і нечітких моделей
<i>Тема 2.3.</i> Алгоритми нечіткого виведення
<i>Тема 2.4.</i> Нечітка модель як універсальний апроксиматор
<i>Тема 2.5.</i> Формування бази нечітких правил на основі прикладів навчання
<i>Тема 2.6.</i> Екстраполяція на основі нечітких моделей
<i>Тема 2.7.</i> Нечіткі реляційні моделі
Розділ 3. Деякі відомості з теорії нейронних мереж
<i>Тема 3.1.</i> Поняття «нейрон» і «нейронні мережі»
<i>Тема 3.2.</i> Персептрон
<i>Тема 3.3.</i> Оптимізація характеристик функціонування мережі
<i>Тема 3.4.</i> Багатошаровий персептрон та алгоритм зворотного поширення похибки
<i>Тема 3.5.</i> Нейронні мережі на основі радіальних базисних функцій
Розділ 4. Методи нечіткого моделювання
<i>Тема 4.1.</i> Нейронечіткі мережі ANFIS, Ванга-Менделя, Такагі-Сугено-Канга.
<i>Тема 4.2.</i> Нечітке моделювання на основі методу нечіткої кластеризації даних
<i>Тема 4.3.</i> Нечітке моделювання на основі генетичного алгоритму
<i>Тема 4.4.</i> Нечітке моделювання на основі Дерева розв'язків (класифікації)
<i>Тема 4.5.</i> Нейронечіткі мережі як засіб обробки знань в медицині

4. Навчальні матеріали та ресурси

4.1. Базова

1. Добровська Л. М. Нечіткі моделі в медицині. Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» для всіх спеціалізацій / Л. М. Добровська; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 23,1 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020 – 315 с.
2. Нейронні мережі : теорія та практика: навч. посіб. / С. О. Субботін. – Житомир: Вид.О. О. Євенок, 2020. – 184 с.

4.2. Допоміжна

1. Добровська Л. М. Теорія та практика нейронних мереж: навч. посіб. / Л.М. Добровська, І. А. Добровська. – К.: НТУУ «КПІ» вид-во «Політехніка», 2008. – 116 с.
2. Експертні системи в медицині: метод. вказівки до практ. занять з дисципліни / Уклад. Л.М. Добровська. – К.: НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка», 2015. – 396 с.
3. Основи програмування: метод. вказівки до виконання комп. практикумів на PYTHON /Уклад. Л.М.Добровська. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 254 с.
5. Horia-Nicolai L Teodorescu, Abraham Kandel, Lakhmi C. Jain Fuzzy and Neuro-Fuzzy Systems in Medicine (International Series on Computational Intelligence) 1st Edition, 1998. – 433 pp. [part 2]
6. Cordon Oscar, Herrera Francisco, Hoffmann Frank, Magdalena Luis Genetic Fuzzy systems. Evolutionary tuning and learning of fuzzy knowledge bases. – World Scientific, 2001. – Singapore, New Jersey, London, Hong Kong. - 462 p.

7. James C. Bezdek, James Keller, Raghu Krisnapuram, Nikhil R. Pal
Fuzzy models and algorithms for pattern recognition and image processing. – United States of America, 199. – 785 p.
8. Jang, Jyh-Shing Roger Neuro-fuzzy and soft computing: a computation approach to learning and machine intelligence / Jyh-Shing Roger Jang, Chuen-Tsai Sun, Eiji Mizutani. – USA, 1997. – 640 p.
9. Szczepaniak Piotr S., Lisboa Paulo J.G. Fuzzy Systems in Medicine, 2000. – 292 pp.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для вивчення навчальної дисципліни заплановано проведення 14 лекційних та 13 комп'ютерних практикумів, під час яких студенти мають виконати модульну контрольну роботу.

Під час навчання застосовуються такі **методи навчання**:

Метод навчання	Рекомендовано при проведенні	
	Лекційних занять	Комп'ютерні практикуми
Словесний метод (лекція, бесіда, інструктаж тощо)	+	+
Наочний метод (метод ілюстрацій і метод демонстрацій)	+	+
Дискусійний метод	+	+
Частково-пошуковий або евристичний метод (організація активного пошуку рішення поставлених пізнавальних завдань)		+
Метод проблемного викладу (до викладу матеріалу ставиться проблема, формується завдання на основі різних джерел і засобів. На занятті розглядається спосіб рішення задачі).		+
Дослідницький метод (самостійна пошукова робота з літературно-інформаційних джерел / завдань тощо та проведення аналізу матеріалу / завдання).		+

Розподіл аудиторних годин за темами курсу та календарний план їх проведення:

Теми з курсу	Лекції		Комп'ютерні практикуми (КП)		Оцінювання
	Години	Тижні	Години	Тижні	
Розділ 1. Основні поняття теорії нечітких множин та нечіткої логіки					
<i>Тема 1.1.</i> Організація обчислень і програмування в системі GNU Octave	2	1			
<i>Тема 1.2.</i> Нечіткі та нейро-нечіткі системи в медицині					
<i>Тема 1.3.</i> Основні поняття теорії нечітких множин: нечіткі множини	2	2	2	5	КП №1
<i>Тема 1.4.</i> Основні поняття теорії нечітких множин: нечіткі відношення					
<i>Тема 1.5.</i> Арифметичні операції над нечіткими числами	2	3			
<i>Тема 1.6.</i> Основи нечіткої логіки					
Всього за розділом 1	6		2		
Розділ 2. Нечіткі моделі на основі нечіткої логіки					
<i>Тема 2.1.</i> Структура та складові нечіткої моделі на основі нечіткої логіки	2	4	2	6	КП №2
<i>Тема 2.2.</i> Властивості правил, бази правил і нечітких моделей					
<i>Тема 2.3.</i> Алгоритми нечіткого виведення	2	5	4	7, 8	КП №3
<i>Тема 2.4.</i> Нечітка модель як універсальний апроксиматор			2	9	

Теми з курсу	Лекції		Комп'ютерні практикуми (КП)		Оцінювання
	Години	Тижні	Години	Тижні	
Тема 2.5. Формування бази нечітких правил на основі прикладів навчання	2	6			
Тема 2.6. Екстраполяція на основі нечітких моделей					
Тема 2.7. Нечіткі реляційні моделі					
Всього за розділом 2	6		8		
Розділ 3. Деякі відомості з теорії нейронних мереж					
Тема 3.1. Поняття «нейрон» і «нейронні мережі»	2	7			
Тема 3.2. Персептрон	2	8			
Тема 3.3. Оптимізація характеристик функціонування мережі					
Тема 3.4. Багатошаровий персептрон та алгоритм зворотного поширення похибки	2	9	2	10	КП №4
Тема 3.5. Нейронні мережі на основі радіальних базисних функцій	2	10	2	11	
Всього за розділом 3	8		4		
Розділ 4. Методи нечіткого моделювання					
Тема 4.1. Нейронечіткі мережі ANFIS, Ванга-Менделя, Такагі-Сугено-Канга.	2	11	2	12	КП №5
Тема 4.2. Нечітке моделювання на основі методу нечіткої кластеризації даних	2	12	2	13	КП №6
Тема 4.3. Нечітке моделювання на основі генетичного алгоритму	2	13	2	14	КП №7
Тема 4.4. Нечітке моделювання на основі Дерева розв'язків (класифікації)	2	14	4	15,16	КП №8
Тема 4.5. Нейронечіткі мережі як засіб обробки знань в медицині					
Всього за розділом 4	8		10		
Модульна контрольна робота			2	17	МКР
Розрахункова робота				18	РР
Екзамен					За графіком
Всього	28		26		

5.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
1	<p><i>Організація обчислень і програмування в системі GNU Octave</i></p> <p>1. Загальна характеристика системи GNU Octave та організація обчислень</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основні прийоми роботи у вікні команд 2. Графічні можливості системи 3. Організація основних обчислень в системі 4. Синтаксис основних допустимих операцій над масивами та матрицями даних <p>2. М-файли в системі (сценарії та функції). Приклади</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні посібники, презентація лекції</p> <p>Завдання на СРС: розглянути приклади</p> <p><i>Нечіткі та нейро-нечіткі системи в медицині</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вступ. Історія застосування нечітких і нейро-нечітких систем в медицині. 2. Поняття «система». Класифікація систем на статичні та динамічні 3. Модель системи. Нечітка модель: різновиди, області використання
2	<i>Основні поняття теорії нечітких множин: нечіткі відношення</i>

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття «нечітке відношення». Способи визначення нечітких відношень. 2. Основні характеристики нечітких відношень. 3. Основні операції над нечіткими відношеннями. 4. Композиція бінарних нечітких відношень. 5. Проекція нечітких відношень. 6. Бінарні нечіткі відношення, визначені на одному універсумі. Операція транзитивного замикання. 7. Приклади. <p>Перелік дидактичних засобів: наочні посібники, презентація лекції</p> <p>Завдання на СРС: розглянути приклади нечітких відношень і операцій над ними</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте визначення поняття «нечітке відношення», наведіть приклади. 2. Які Ви знаєте способи визначення нечітких відношень та основні характеристики нечітких відношень. 3. Опишіть основні операції над нечіткими відношеннями. 4. Опишіть операцію композиції бінарних нечітких відношень. Які існують види цієї операції, наведіть приклади. <p><i>Арифметичні операції над нечіткими числами</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нечіткі величини, числа та інтервали. 2. Нечітке відображення. Принцип узагальнення: <ul style="list-style-type: none"> - система SISO (один вхід – один вихід); - система MISO (декілька входів – один вихід). 3. Арифметичні операції над нечіткими числами. Приклади. <p>Перелік дидактичних засобів: наочні посібники, презентація лекції</p> <p>Завдання на СРС: розглянути приклади арифметичних операцій з нечіткими числами</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте визначення поняттям «нечіткі величини, числа та інтервали», наведіть приклади. 2. Наведіть приклади арифметичних операцій над нечіткими числами
3	<p><i>Основи нечіткої логіки</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття «нечітке висловлювання» та «нечіткий предикат». 2. Основні логічні операції над елементарними нечіткими висловлюваннями. 3. Методи виведення висновків у системах нечітких правил. Приклади використання механізмів виведення. 4. Приклади розв'язання задач з використанням прямого методу виведення на основі нечітких моделей. <p>Перелік дидактичних засобів: наочні посібники, презентація лекції</p> <p>Завдання на СРС: розглянути приклади задач з використанням прямого методу виведення на основі нечітких моделей.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назвіть та опишіть основні оператори нечіткої імплікації. 2. Дайте визначення поняттям «елементарне нечітке висловлювання, нечіткий предикат», наведіть приклади. Опишіть основні логічні операції над елементарними нечіткими висловлюваннями. 3. Опишіть прямий і зворотний методи виведення висновків у системах нечіткої логіки, наведіть приклади використання.
4	<p><i>Структура та складові нечіткої моделі</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зображення нечіткої моделі у вигляді структури даних. 2. Типова структура нечіткої моделі. Основні елементи та операції в нечітких моделях: фазифікація, приведення до чіткості (дефазифікація) результуючої функції належності, виведення з бази правил. 3. Параметрична оптимізація кінцевої бази нечітких правил.

	<p>Перелік дидактичних засобів: наочні посібники, презентація лекції</p> <p>Завдання на СРС: розглянути приклади використання різних методів дефазифікації.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Опишіть типову структуру системи нечіткої логіки з використанням зображення системи у вигляді структури даних. 2. Опишіть такі основні елементи та операції в нечітких моделях: фазифікація, приведення до чіткості (дефазифікація) результуючої функції належності, виведення з бази правил.
5	<p><i>Властивості правил, бази правил і нечітких моделей</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основні властивості правил, баз правил і нечітких моделей: 1) локальний характер правил, 2) залежність кількості правил від кількості вхідних параметрів та нечітких множин, 3) повнота нечіткої моделі, 4) не протиріччя бази правил, 5) зв'язність бази правил, 6) надлишок бази правил. 2. Рекомендації з побудови бази правил для різних варіантів розташування опорних точок: 1) в кутах прямокутних сегментів сітки розбиття; 2) в центрі сегментів сітки розбиття. 3. Скорочення бази правил. 4. Приклади розв'язання задач. <p>Перелік дидактичних засобів: наочні посібники, презентація лекції</p> <p>Завдання на СРС:</p> <p><i>питання:</i> нормування (масштабування) входів і виходу нечіткої моделі.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назвіть основні властивості правил, баз правил і нечітких моделей. 2. Наведіть приклади побудови бази правил для різних варіантів розташування опорних точок: випадок, коли опорні точки, визначені правилами, розміщуються 1) в кутах прямокутних сегментів сітки розбиття; 2) в центрі сегментів сітки розбиття. 3. Наведіть приклади, коли скорочення бази правил є ефективним.
6	<p><i>Алгоритми нечіткого виведення</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Алгоритми нечіткого виведення: введення нечіткості, агрегування степеню істинності умов правил, активізація висновків правил, аккумулявання активізованих висновків, приведення до чіткості. 2. Алгоритм нечіткого виведення Мамдані: <i>Крок 1.</i> Оцінка ступеня виконання умови. <i>Крок 2.</i> Визначення активізованих функцій належності висновків окремих правил при заданих входах нечіткої моделі. <i>Крок 3.</i> Визначення результуючої функції належності. Приклади реалізації 3. Алгоритми нечіткого виведення: Ларсена, Такагі-Сугено, алгоритм на основі нечіткої моделі з адаптацією операцій над нечіткими множинами. <p>Перелік дидактичних засобів: наочні посібники, презентація лекції</p> <p>Завдання на СРС: розглянути приклади реалізації логічних функцій AND, XOR на основі нечітких моделей Мамдані, Ларсена, Такагі-Сугено.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Опишіть алгоритм нечіткого виведення Такагі-Сугено 2. Опишіть алгоритм нечіткого виведення Мамдані. 3. Опишіть алгоритми нечіткого виведення: Ларсена. <p><i>Нечітка модель як універсальний апроксиматор</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нечітка модель Мамдані як універсальний апроксиматор (теореми Коско, Ванга, Кастро) 2. Нечітка модель Такагі-Сугено як універсальний апроксиматор 3. Порівняння ефективності алгоритмів нечіткого виведення на нечітких моделях Мамдані та Сугено 0-го порядку. <p><i>Формування бази нечітких правил на основі прикладів навчання</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Приклад формування бази нечітких правил на основі прикладів навчання <p><i>Екстраполяція на основі нечітких моделей</i></p>

	<p>1. Екстраполяція нульового та першого порядків.</p> <p>2. Приклад <i>Нечіткі реляційні моделі</i></p> <p>1. Нечіткі реляційні моделі.</p> <p>2. Реляційне подання нечіткого виведення з використанням Бази правил Перелік дидактичних засобів: наочні посібники, презентація лекції Завдання на СРС: <i>питання:</i> Нечіткі реляційні моделі</p> <p>1. Розглянути приклади реалізації нечіткої моделі Такагі-Сугено.</p> <p>2. Поясніть, в чому полягає сутність параметричної оптимізації кінцевої бази нечітких правил.</p> <p>3. Що Вам відомо щодо здатності нечітких моделей до апроксимації функціональної залежності вхід-вихід (використання нечітких моделей в якості універсальних апроксиматорів).</p>
7	<p><i>Штучний нейрон та його складові. Багатошаровий перцептрон та алгоритм зворотного поширення похибки.</i></p> <p>1. Структура БП.</p> <p>2. Алгоритм зворотного поширення похибки</p> <p>3. Приклади розв'язання задач Перелік дидактичних засобів: наочні посібники, презентація лекції Завдання на СРС: розглянути приклади розв'язання задач <i>РБФ-мережі</i></p> <p>1. Структура РБФ-мережі.</p> <p>2. Гібридний алгоритм навчання.</p> <p>3. Приклади розв'язання задач Перелік дидактичних засобів: наочні посібники, презентація лекції Завдання на СРС: розглянути приклади розв'язання задач</p>
8	<p><i>Методи нечіткої кластеризації. Нечітке моделювання на основі методу нечіткої кластеризації даних</i></p> <p>1. Загальна характеристика задач кластерного аналізу. Задача нечіткої клас-теризації та алгоритм її розв'язання.</p> <p>2. Алгоритм розв'язання задачі нечіткої кластеризації методом нечітких с-середніх</p> <p>3. Алгоритм розв'язання задачі нечіткої кластеризації методом, який базується на нечіткому відношенні еквівалентності Перелік дидактичних засобів: наочні посібники, презентація лекції Завдання на СРС: розглянути приклади розв'язання задач</p> <p>1. Опишіть алгоритм налаштування параметрів нечіткої моделі з використанням методу кластеризації FCM - fuzzy c-means.</p> <p>2. Розглянути приклади розв'язання задач на основі методу нечіткої кластеризації</p>
9	<p><i>Нечітке моделювання на основі Бінарного генетичного алгоритму. Бінарний генетичний алгоритм</i></p> <p>1. Генетичний алгоритм. Бінарний генетичний алгоритм. Приклад</p> <p>2. Самоорганізація і самоналаштування нечітких моделей методами пошуку Перелік дидактичних засобів: наочні посібники, презентація лекції Завдання на СРС:</p> <p>1. Опишіть бінарний генетичний алгоритм та алгоритм налаштування параметрів нечіткої моделі з використанням генетичних алгоритмів.</p> <p>2. Розглянути приклади розв'язання задач на основі ГА.</p>
10	<p><i>Нечітке моделювання на основі Дерев класифікації</i></p> <p>1. Древа класифікації. Алгоритми CART, C4.5. Приклади реалізації. Перелік дидактичних засобів: наочні посібники, презентація лекції Завдання на СРС:</p> <p>1. Розглянути приклади розв'язання задач на основі алгоритмів CART, C4.5</p>

11	<p><i>Нечітке моделювання на основі Дерев класифікації</i></p> <p>2. РБФ–мережа, сформована на основі Дерева класифікації. Приклади реалізації.</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні посібники, презентація лекції</p> <p>Завдання на СРС:</p> <p>1. Розглянути приклади розв’язання задач на основі алгоритмів CART, РБФ–мережі</p>
13	<p><i>Нейронечіткі мережі: нейронечіткі мережі з параметричною оптимізацією правил на основі алгоритмів навчання</i></p> <p>1. Нейронечітка мережа Ванга-Менделя.</p> <p>2. Нейронечітка мережа Такагі-Сугено-Канга.</p> <p>3. Перетворення нечіткої моделі Мамдані в нейронечітку мережу.</p> <p>4. Перетворення нечіткої моделі Такагі-Сугено в нейронечітку мережу.</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні посібники, презентація лекції</p> <p>Завдання на СРС:</p> <p>1. Опишіть нейронечітку мережу Ванга-Менделя.</p> <p>2. Опишіть нейронечітку мережу Такагі-Сугено-Канга.</p> <p>3. Опишіть процедуру перетворення нечіткої моделі Мамдані в нейронечітку мережу.</p> <p>4. Опишіть процедуру перетворення нечіткої моделі Такагі-Сугено в нейронечітку мережу.</p> <p>5. Опишіть процедуру перетворення нечіткої моделі Ларсена в нейронечітку мережу.</p>
14	<p><i>Нейронечіткі мережі як засіб обробки знань в медицині</i></p> <p>1. Основні напрямки застосування нечітких моделей в медицині: обробка сигналів; обробка та інтерпретація зображень; управління, діагностика і терапія; системи, засновані на знаннях.</p> <p>2. Система діагностики раку молочної залози.</p> <p>3. Система диференціальної діагностики хвороб ішемії серця.</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні посібники, презентація лекції</p> <p>Завдання на СРС: переглянути конспект лекцій</p>

5.2.Комп’ютерні практикуми

Основні завдання циклу *комп’ютерного практикуму* – здобуття практичних навичок розв’язання медичних задач на основі нечіткої логіки; проектування, розробка та експлуатація систем нечіткого логічного виведення.

№ з/п	Назва комп’ютерного практикуму
1	<p>Організація обчислень в системі GNU Octave (основні прийоми роботи у вікні команд; графічні можливості системи GNU Octave).</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали</p> <p>Завдання на СРС [2.3 заняття 1-2]</p> <p>1. Сформувані матрицю – тригонометричну таблицю, першим стовпчиком якої є значення аргумента (кута, який змінюється від 0 до 2π з кроком $\pi/6$), а другим і третім – значення функцій \sin, \cos від заданого аргумента.</p> <p>2. Побудувати графіки функцій: $z=\cos(x, y)$, $x \in [0, 2\pi]$</p> <p>3. Сформувані функцію, яка складається з підфункцій</p>
2	<p>Основні поняття теорії нечітких множин: нечіткі множини</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали</p> <p>Завдання на СРС (робота № 1):</p> <ul style="list-style-type: none"> - визначити (формалізувати та виконати параметризацію) заданих нечітких множин, при необхідності застосувати модифікатори (№ 1.1); - побудувати графіки функцій належності визначених нечітких множин з та без використання внутрішніх функцій в системі GNU Octave (№ 1.2) - побудувати графіки функцій належності визначених нечітких множин з та без використання внутрішніх функцій на мові Python, бібліотека scfuzzy (№ 1.3).

3	<p>Нечіткі моделі на основі нечіткої логіки: реалізація алгоритму виведення на основі нечіткої моделі Мамдані (Ларсена)</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали</p> <p>Завдання на СРС (робота № 2.1):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Розв'язання задачі: реалізація алгоритму виведення на основі нечіткої моделі Мамдані (Ларсена) 2. Розробка системи нечіткого виведення в інтерактивному режимі <p>Нечіткі моделі на основі нечіткої логіки: нечітка модель Мамдані (Ларсена) як універсальний апроксиматор (на мові python 3.*).</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали</p> <p>Завдання на СРС (робота № 2.2):</p> <p>Розв'язати задачу апроксимсації заданої функції $f(x_1, x_2)$ на основі нечіткої моделі Мамдані.</p>
4	<p>Нечіткі моделі на основі нечіткої логіки: нечітка модель Сугено</p> <p>(Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали)</p> <p>Завдання на СРС (робота № 3.1):</p> <p>Розв'язати задачу «Побудувати нечітку модель Сугено розв'язання задачі апроксимації заданої функції $f(x_1)$»</p>
5	<p>Нечіткі моделі на основі нечіткої логіки: порівняння ефективності використання алгоритмів нечіткого виведення Мамдані та Сугено 0-го порядку</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали</p> <p>Завдання на СРС (робота № 3.2):</p> <p>Розв'язати задачу «Розробити систему Порівняти ефективність використання алгоритмів нечіткого виведення Мамдані та Сугено 0-го порядку при апроксимації заданої функції $f(x)$»</p> <p>Нечіткі моделі на основі нечіткої логіки: проектування нечітких правил на основі чисельних даних (режим команд на основі пакету Fuzzy Logic Toolbox):</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали</p> <p>Завдання на СРС (робота № 6):</p> <p>Розв'язати задачу «Розробити нечітку модель на основі чисельних даних»</p>
6	<p>Деякі відомості з теорії нейронних мереж: Багатошаровий перцептрон та алгоритм зворотного поширення похибки (середовище системи GNU Octave або інтегральне середовище мови python 3.*)</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали</p> <p>Завдання на СРС (робота № 4.1):</p> <p>Розв'язати задачу «Розробити систему (у вигляді нейронної мережі) апроксимації заданої функції $f(x)$»</p>
7	<p>Деякі відомості з теорії нейронних мереж: РБФ-мережа та гібридний алгоритм навчання (середовище системи GNU Octave або інтегральне середовище мови python 3.*)</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали</p> <p>Завдання на СРС (робота № 4.2):</p> <p>Розв'язати задачу «Розробити систему (у вигляді нейронної мережі) апроксимації заданої функції $f(x)$»</p>
8	<p>Структурна ідентифікація нейро-нечіткої моделі: на основі <i>grid</i> розбиття</p> <p>Нейронечіткі мережі ANFIS (адаптована система нейронечіткого виведення) - моделювання при наявності заданого набору даних.</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали</p> <p>Завдання на СРС (робота № 5):</p>

	<p>Розв'язати задачу</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виконати структурну ідентифікацію нейронечіткої мережі ANFIS. 2. Апроксимація заданої функції $f(x_1, x_2)$ в середовищі GNU Octave
9	<p>Нейронечіткі моделі: методи кластеризації як інструмент налаштування нечіткої моделі (алгоритм FCM в середовищі GNU Octave).</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали</p> <p>Завдання на СРС (робота № 6.1): Запрограмувати алгоритм FCM в середовищі GNU Octave, порівняти результати роботи внутрішньої функції FCM та запрограмованого алгоритму FCM</p> <p>Нейронечіткі моделі: методи кластеризації як інструмент налаштування нечіткої моделі (алгоритм FCM в середовищі Python).</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали</p> <p>Завдання на СРС: Запрограмувати алгоритм FCM в середовищі Python, порівняння результатів роботи внутрішньої функції FCM та запрограмованого алгоритму FCM</p> <p>Розв'язати задачу нечіткої кластеризації даних з діагностики захворювань (робота № 2):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) програмування алгоритму FCM на мові GNU Octave або python 3.*; 2) на основі внутрішньої функції FCM в середовищі GNU Octave; 3) порівняти результати роботи вбудованої функції FCM та запрограмованого алгоритму FCM. <p>Структурна ідентифікація нечіткої моделі: на основі алгоритму FCM (fuzzy c-means) - моделювання при наявності заданого набору даних (в середовищах GNU Octave, Python)</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали</p> <p>Завдання на СРС (робота № 6.2): Розв'язати задачу «Виконати структурну ідентифікацію нечіткої моделі (у вигляді РБФ-мережі) на основі алгоритму FCM»</p>
10	<p>Дерева розв'язків (класифікації): алгоритм C4.5 (середовище GNU Octave або Python)</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали</p> <p>Завдання на СРС (робота № 7.1): Розв'язати задачу «Побудувати Дерево розв'язків C4.5»</p> <p>Дерева розв'язків (класифікації): алгоритм CART (середовище GNU Octave або Python)</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали</p> <p>Завдання на СРС (робота № 7.2): Розв'язати задачу «Побудувати Дерево розв'язків CART»</p> <p>Структурна ідентифікація моделі (у вигляді РБФ-мережі) розв'язання задачі класифікації даних: на основі алгоритму CART (або C4.5).</p> <p>Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали</p> <p>Завдання на СРС (робота № 7.3): Розв'язати задачу: виконати структурну ідентифікацію РБФ-мережі для розв'язання задачі класифікації даних на основі</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Дерева класифікації CART, 2) Дерева класифікації C4.5.

11	Бінарний генетичний алгоритм (середовище GNU Octave та Python 3.*) Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали Завдання на СРС: Розв'язати задачу: «Розробка бінарного ГА розв'язання задачі визначення точки оптимуму заданої функції (у вигляді m- та ru-файлів)»: А. Спроекувати бінарний ГА. Б. Перевірити бінарний ГА на здатність розв'язувати задачу визначення точки оптимуму
12	Неперервно-визначений генетичний алгоритм (середовище GNU Octave та Python 3.*) Перелік дидактичних засобів: наочні методичні матеріали Завдання на СРС: Розв'язати задачу: «Розробка неперервно-визначеного ГА розв'язання задачі визначення точки оптимуму заданої функції (у вигляді m- та ru-файлів)»: А. Спроекувати неперервно-визначений ГА. Б. Перевірити неперервно-визначений ГА на здатність розв'язувати задачу визначення точки оптимуму
13	Модульна контрольна робота

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота передбачає: підготовку до лекцій та комп'ютерних практикумів; до участі в обговоренні питань відповідної теми; самоконтроль набутих знань; опрацювання рекомендованих джерел та літератури; підготовку до виконання модульної контрольної роботи та індивідуального завдання (РР), екзамену тощо.

6.1. **Теми для самостійного опрацювання** – не заплановано

6.2. **Підготовка до лекційних та комп'ютерних практикумів.** Для підготовки до лекційних та практичних занять студенту необхідно опрацювати заплановану базову та допоміжну літературу, рекомендовані джерела та підготувати матеріал для його обговорення та виконання на заняттях. На це студенту виділяється 29 годин.

6.3. **Модульна контрольна робота.** На підготовку до МКР відводиться 3 години СР.

6.4. **Екзамен.** На підготовку до екзамену відводиться 24 години СР.

6.5. **Розрахункова робота (РР).** На підготовку та оформлення РР відводиться 10 годин СР. Тему РР студент повинен обрати та ухвалити у викладача не пізніше 4 тижня від початку занять. Терміни подання РР викладачу не пізніше 16 тижня. Захист РР планується на позаплановому занятті в термін з 17 по 18 тиждень.

Приблизна тематика РР:

I. Типи задач:

1. Класифікатор/апроксиматор/елемент системи управління у вигляді нечіткої моделі на основі методів нечіткої логіки (нечіткої бази правил): Мамдані, Сугено, Ларсена.

2. Класифікатор у вигляді нечіткої моделі, сформованої на основі методу пошуку з використанням генетичного алгоритму.

3. Класифікатор на основі Дерева розв'язків (CART, C4.5): класифікація двовимірна, багатовимірна.

4. Методи кластеризації як інструмент налаштування нечіткої моделі (визначення сітки розбиття для нечіткої моделі на основі алгоритму кластеризації):

- метод одновимірної кластеризації: 1) k-середніх,

- методи багатовимірної кластеризації: 1) k-середніх із використанням кумулятивного підходу, 2) FCM,

5. Автоматична генерація функцій належності за допомогою індуктивних суджень.

II. Самоорганізація та налаштування параметрів нечіткої моделі з використанням:

1) методів кластеризації, 2) побудови індуктивних дерев розв'язків; 3) методів пошуку.

1. Нейронечітка мережа ANFIS.

Класифікатор/апроксиматор у вигляді нейронечіткої моделі ANFIS: на основі реалізації алгоритму нечіткого виведення Ванга-Менделя, Такагі-Сугено-Канга.

2. РБФ-мержа (з використанням нейронів у вигляді функції Гаусса)

Класифікатор/апроксиматор з використанням:

- Дерева розв'язків (CART, C4.5),
- методу пошуку (ГА),
- методу кластеризації FCM (заняття 21).

3. Система прогнозу у вигляді (Пегат):

- РБФ-мержі,
- нейронечіткої моделі ANFIS.

4. Використання генетичного алгоритму (ГА)

4.1. Класифікатор у вигляді нечіткої моделі, сформованої на основі методу пошуку у вигляді генетичного алгоритму,

4.2. Класифікатор у вигляді багат шарового перцептрон, сформованого на основі методу пошуку у вигляді генетичного алгоритму.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Студентам рекомендується дотримуватись правил відвідування занять та поведінки на них

7.1. Правила відвідування занять та правила поведінки на них

Відвідування занять не є обов'язковим.

Активність студентів на практичних заняттях є обов'язковою і буде вимагатися. Рейтинг значною мірою формується за результатами його роботи на практичних заняттях. Теми пропущених практичних занять мають бути обов'язково опрацьовані шляхом виконання даних тем з наданням (прикріплення в класі до відповідного завдання) звітів з подальшим обговоренням їх з викладачем в призначений викладачем додатковий час визначений графіком консультацій. Графік консультацій є доступним в Google класі на платформі «Сікорський».

Студент який виконав пропущене завдання та захистив його у викладача отримує свої бали відповідно до відповідей, оформлення документів та штрафних балів.

Теми і завдання для практичних занять, передбачені робочою програмою навчальної дисципліни (силабусу), доступні в особистому кабінеті студента в системі «Кампус» або в Google класі на платформі «Сікорський».

На практичних заняттях, враховуючи їх наочність з подальшим обговоренням, рекомендується проводити в режимі відео зустрічей через Meet в Google класі на платформі «Сікорський» з застосуванням ПК/ ноутбуків і смартфонів.

7.2. Форма участі студентів на заняттях

Форма участі студентів на практичних заняттях виглядає як сумарна робота, в яку входить:

- виступ/доповідь з основного питання завдання;
- презентаційний матеріал (наповнення, оформлення, інформативність)
- доповнення, запитання до виступаючого;
- участь у дискусіях, інтерактивних формах організації заняття;

Опрацьовуючи навчальний матеріал дисципліни студенти на комп'ютерних практикумах:

Самостійно:

- виконують завдання ухвалені викладачем на даний семестр;

- завантажують документи до класу.
під керівництвом викладача:
- організують дискусії між собою з проблемних питань дисципліни, спрямовуючи їх у діалектико-матеріалістичний дискурс, акцентуючи увагу на узагальненнях, глибокому аналізі новизни та актуальності тем дисципліни;
- обґрунтовують власну позицію та оцінку викладеного матеріалу

Під час практичних занять викладач узагальнюватиме та аналізуватиме помилки і недоліки доповідей студентів, відповідатиме на їх запитання, студенти оцінюватимуть доповіді один одного, доповнюючи їх або виявляючи в них певні недоліки.

7.3. Правила виконання індивідуального завдання

Студенти повинні не пізніше 3-4 тижня отримати та ухвалити теми РР.

Розділи РР повинні виконуватись протягом семестру. Не пізніше 16-17 тижня студент повинен надати на перевірку РР на перевірку виконання індивідуального завдання та оформлення роботи до відповідних вимог оформлення.

На захист РР студенти надають презентацію.

В рейтинг оцінювання РР входить наступні компоненти:

- правильність виконання індивідуального завдання;
- оформлення РР;
- презентація;
- захист РР.

вимоги до складових ДКР

Зміст завдання полягає в вирішенні поставленої практичної навчальної задачі, а саме комп'ютерне моделювання біологічних систем, прийняття рішень з використанням вивченого на лекційних та практичних заняттях, а також самостійно вивченого теоретичного матеріалу з обов'язковим застосуванням сучасних систем прийняття рішень.

Розробка системи повинна спиратися на використання ООП.

7.4. Призначення заохочувальних та штрафних балів

Заохочувальні бали за:

- 1) участь у факультетській олімпіаді з дисципліни – 2 бали;
- 2) модернізацію комп'ютерних робіт – 2 бали;
- 3) виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни – 2 бали;

Штрафні бали за:

- 1) несвоєчасне (пізніше ніж на 2 тижні) без поважної причини захищено завдання з комп'ютерного практикуму – 1 бали;
- 2) несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) подання РР – 2 бали.

Сума заохочувальних або штрафних балів не може перевищувати 10% рейтингової шкали (<https://osvita.kpi.ua/node/37>).

7.5. Політика дедлайнів та перескладань

Особлива увага приділяється своєчасному наданню звітів робіт.

При несвоєчасному завантаженні документів до класу (без поважної причини) застосовуються штрафні бали до студента навіть з урахуванням «відмінного» захисту своєї доповіді на консультативному занятті.

Студенти мають право оскаржити бали за завдання, але обов'язково аргументовано, пояснивши, із яким критерієм вони не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

7.6. Політика університету

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>.

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>.

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

Поточний контроль: здійснюється під час навчальних занять і має на меті перевірити рівень підготовки студентів до навчальних занять. Під час комп'ютерних практикумів проводиться виконання та захист 8 звітів з комп'ютерних практикумів. Модульна контрольна робота проводиться на передостанньому занятті. Виконання та захист розрахункової роботи.

Календарний контроль (КК) -проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Є два можливих результати календарного контролю: атестований (а) та неатестований (н/а). Результат залежить від кількості набраних балів на момент проведення календарного контролю відповідно до вимог КПП ім. Ігоря Сікорського.

Умови отримання позитивного результату з календарного контролю	Критерій	Перший КК	Другий КК
	Термін календарних контролів	8-ий тиждень	14-ий тиждень
	Поточний рейтинг	≥ 5 балів	≥ 12 балів
	Виконання та захист комп'ютерних практикумів	№№ 1-2 №№ 3-5 №№ 6-8	+ + -
	РР	Оцінено РР	- готовність не менше 50%

У разі виявлення академічної не доброчесності під час навчання – контрольний захід не зараховується.

Результати оголошуються кожному студенту окремо у присутності на контрольному заході або в дистанційній формі (е-поштою, в системі “Сікорський”). Також фіксуються в системі “Електронний кампус”.

Семестровий контроль: екзамен

Система оцінювання (поточний контроль):

№	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1	Виконання та захист звітів з комп'ютерних практикумів	40	5	8	40
2	Модульна контрольна робота	10	10	1	10
3	Розрахункова робота (РР)	10	10	1	10
4	Іспит	40	40	1	40
				Всього	100

Критерій оцінювання виконання комп'ютерного практикуму, якість захисту роботи

Відмінно:

- Робота виконана безпомилково, в повному обсязі, при захисті продемонстровані повні та міцні знання відповідного матеріалу.

4,75 - 5
балів

Добре

- В роботі допущені несуттєві неточності, при захисті продемонстровані знання відповідного матеріалу з несуттєвими помилками. 3,5 - 4,5 бали

Задовільно

- Робота містить деякі помилки, які допущені через недбалість і відсутність сталих навичок, при захисті відповідного матеріалу відповідь студента неповна або містить неточну відповідь на теоретичні питання. 3 - 3,5 бали

Незадовільно

- В роботі допущені принципові помилки, неповний (невірний) розрахунок, неповна або неточна (невірна) відповідь на теоретичні питання. 0 балів

Критерій оцінювання модульної контрольної роботи

Відмінно:

- Робота виконана безпомилково, дана вичерпна відповідь на запитання. 10 балів

Добре

- В роботі допущені несуттєві неточності 8 - 9 бали

Задовільно

- Робота містить деякі помилки. 6 - 7 бали

Незадовільно

- В роботі допущені принципові помилки або неточна (невірна) відповідь питання. 0 балів

Критерій оцінювання розрахункової роботи, якість захисту роботи

Відмінно:

- Робота виконана безпомилково, в повному обсязі, при захисті продемонстровані повні та міцні знання відповідного матеріалу. 10 балів

Добре

- В роботі допущені несуттєві неточності, при захисті продемонстровані знання відповідного матеріалу з несуттєвими помилками. 8 - 9 бали

Задовільно

- Робота містить деякі помилки, які допущені через недбалість і відсутність сталих навичок, при захисті відповідного матеріалу відповідь студента неповна або містить неточну відповідь на теоретичні питання. 6 - 7 бали

Незадовільно

- В роботі допущені принципові помилки, неповний (невірний) розрахунок, неповна або неточна (невірна) відповідь на теоретичні питання. 0 балів

Здобувач допускається до іспиту за результатами роботи в семестрі, якщо має підсумковий рейтинг за семестр не менше 30 балів та виконав умови допуску до семестрового контролю, які визначені РСО: виконання модульної контрольної роботи, виконання та захист всіх звітів, а також виконання та захист РР.

Екзаменаційна робота

Кількість запитань у кожному білеті – 3. Ваговий бал першого та другого запитання – 10, а третього – 20. Максимальна кількість балів за всі питання екзаменаційного білета дорівнює:

$$10+10+20 = 40 \text{ балів.}$$

Критерії оцінювання першого та другого запитань на екзамені:

- 9...10 балів – змістовна відповідь на теоретичне питання білета;
 - 7...8 балів – добра відповідь на питання, але з невеликими зауваженнями;
 - 6 балів – задовільна відповідь на питання (є декілька грубих помилок у відповіді);
 - 0 бали – понад дві грубі помилки/незнання питання
- Критерії оцінювання третього запитання на екзамені:
- 18...20 балів – правильна програмно-алгоритмічна реалізація розв'язку задачі білета;
 - 15...17 балів – допущено несуттєві неточності в програмній реалізації;
 - 12...14 балів – помилки в рахунках, не викладено основні етапи алгоритмічної частини;
 - 0 балів – незнання розв'язку задачі, грубі помилки.

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендації студентам

Студентам при виникненні запитань, незрозумінні певних положень які виникли під час підготовки до практичних занять, оформлення звітів тощо варто обов'язково обговорити їх із викладачем.

Студентам рекомендується бути активними на практичних заняттях в обговореннях та доповненнях доповіді студентів на занятті, при цьому демонструючи високий науково-теоретичний рівень підготовки. Це також дасть можливість успішно пройти семестровий контроль та отримати високі бали з дисципліни.

Дистанційне навчання

Можливе синхронне дистанційне навчання з використанням платформ для відео-конференцій та освітньої платформи для дистанційного навчання в університеті.

Інклюзивне навчання

Допускається

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено

доцентом кафедри біомедичної кібернетики, Зеленським Кирилом Харитоновичем
старшим викладачем кафедри біомедичної кібернетики, Бовсуновською Катериною Сергіївною

Ухвалено кафедрою біомедичної кібернетики (протокол № 1 від 28.08.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету ФБМІ (протокол № 1 від 01.09.2023р.)