

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНИКА**

Факультет математики та інформатики

Кафедра диференціальних рівнянь і прикладної математики

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Нейронечіткі технології моделювання складних систем

Освітня програма Прикладна математика

Спеціальність F1 Прикладна математика

Галузь знань F Інформаційні технології

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 1 від 26 серпня 2025 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Політика курсу
8. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Нейронечіткі технології моделювання складних систем
Викладач (-і)	д. ф.м.н., професор Дмитришин М.І.
Контактний телефон викладача	(0342)596027
E-mail викладача	marian.dmytryshyn@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Очний
Обсяг дисципліни	3 кредити ECTS
Посилання на сайт дистанційного навчання	d-learn.pnu.edu.ua
Консультації	Очні консультації: згідно розкладу консультацій
2. Анотація до курсу	
<p>Курс «Нейронечіткі технології моделювання складних систем» присвячений вивченню теорії нечітких множин і нейронних мереж у контексті їх застосування при дослідженні складних систем. Особливостями нейромережевого аналізу є: відсутність обмежень на характер вхідної інформації (на відміну від класичних підходів); здатність знаходити оптимальні індикатори та будувати за ними оптимальну для часового ряду адаптивну стратегію передбачень (на відміну від регресійних моделей та методів технічного аналізу, заснованих на загальних рекомендаціях); наявність потужного математичного апарату, який може бути застосований в якості універсального відтворювача складних нелінійних функціональних залежностей і дозволяє виявити головні тенденції зміни характеристик та індикаторів за експериментальними даними попередніх періодів; здатність до навчання, яке не вимагає апріорної інформації про структуру шуканої функціональної залежності.</p>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>Метою вивчення дисципліни є ознайомлення з теорією нечітких множин і методів, системами штучного інтелекту, нейронними мережами. Цілями курсу є формування навиків використання теорії нечітких множин і методів для аналізу, синтезу та оптимізації систем автоматичного керування технологічними процесами і комп'ютерно-інтегрованими технологіями, формування здатності проектувати нечіткі регулятори, застосувати методи нечіткого керування для побудови інтелектуальних систем керування, формування навиків використання нейронечітких технологій в практичній діяльності.</p>	
4. Результати навчання (компетентності)	
<p>Результати навчання:</p> <p>РН-5. Уміти розробляти математичні моделі об'єктів і процесів, які досліджуються, використовуючи процедури формального уявлення про систему та результати дослідження реальних природничих та соціально-економічних процесів.</p> <p>РН-7. Володіти методами розробки оптимальних рішень за методами, що використовуються, алгоритмами їх реалізації, обраним інструментальним програмним забезпеченням.</p> <p>Компетентності:</p> <p>ФК-8. Володіння поняттями та методами аналізу випадкових функцій і уміння з їх допомогою створювати, програмно реалізовувати і досліджувати імітаційні моделі природничих та соціально-економічних явищ і систем.</p> <p>ФК-9. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання, реалізовувати алгоритми моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити експерименти за програмою моделювання з обробкою й аналізом результатів.</p> <p>ФК-10. Здатність опанувати сучасні технології математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти обчислювальні моделі та алгоритми чисельного розв'язання задач математичного моделювання з урахуванням похибок наближеного розв'язування професійних задач.</p> <p>ФК-12 Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або прикладні проекти у сфері інформаційних технологій і прикладної математики.</p>	
5. Організація навчання курсу	
Обсяг курсу - 90 год.	
Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	10
практичні	20

самостійна робота		60			
Ознаки курсу					
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий		
3	F1 Прикладна математика	2	Дисципліни вільного вибору студента		
Тематика курсу					
Тема, план	Форма заняття	Літерату ра	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
Тема 1. Вступ до теорії нечітких множин. Суть теорії нечітких множин і її розвиток. Основні поняття теорії нечітких множин. Філософські аспекти і проблеми класичної точної математики і нечіткої розмитої математики. Два підходи до побудови інтелектуальних систем. Основні напрямки досліджень в галузі теорії нечіткого керування та інтелектуальних систем.	Лекція, практичне заняття	[2,3,5,8, 14]	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	0,1	До наступного заняття за розкладом
Тема 2. Функції належності розмитих систем. Нечіткі множини. Основні параметри і лінгвістичні модифікатори нечітких множин. Кусково-лінійні функції належності нечітких множин. Неперервні функції належності нечітких множин і їх програмна реалізація.	Лекція, практичне заняття	[1-3,5,6,8, 14,15]	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	0,1	До наступного заняття за розкладом
Тема 3. Арифметика нечітких чисел. Засади розширення. Додавання і віднімання нечітких чисел. Множення і ділення нечітких чисел. Особливості нечітких чисел.	Лекція, практичне заняття	[1-3,5,6- 8, 14-16]	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття, розв'язати задачі	0,1	До наступного заняття за розкладом
Тема 4. Математика нечітких множин. Основні операції на нечітких множинах. Логічні операції. Операції об'єднання і логічного додавання нечітких множин. Нечіткі відношення.	Лекція, практичне заняття	[1-3,5,6- 8, 14-16]	Опрацювати лекційний матеріал, Пройти тестування до теми Контрольна робота	0,1	До наступного заняття за розкладом
Тема 5. Нечіткі моделі. Структура, головні елементи і операції в нечітких моделях. Фазифікація і дефазифікація.	Лекція, практичне заняття	[1-15]	Опрацювати лекційний матеріал,	0,1	До наступного заняття за розкладом

Методи нечіткого моделювання. Моделі Mamdani та моделі Takagi – Sugeno.			підготуватися до практичного заняття		
Тема 6. Нечітке керування. Статичні і динамічні нечіткі регулятори. Визначення структури і параметрів нечітких регуляторів. Нечіткі версії традиційних «лінійних» регуляторів.	Лекція, практичне заняття	[1-15]	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	0,1	До наступного заняття за розкладом
Тема 7. Проектування нечітких регуляторів. Проектування нечіткого регулятора методом моделювання експерта керуючим об'єктом. Проектування нечіткого регулятора на базі моделі керованого об'єкта. Визначення параметрів нечіткого регулятора заданої структури. Адаптивні нечіткі системи керування.	Лекція, практичне заняття	[1-15]	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	0,1	До наступного заняття за розкладом
Тема 8. Стійкість систем нечіткого керування. Стійкість систем керування з нечіткою моделлю об'єкта. Застосування теорії абсолютної стійкості до систем нечіткого керування. Умови стійкості нелінійних систем в частотній області. Умови абсолютної стійкості нелінійних дискретних систем.	Лекція, практичне заняття	[1,6,8,11]	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	0,1	До наступного заняття за розкладом
Тема 9. Нейронні мережі. Структура та модель мережі. Алгоритми навчання нейронних мереж. Нейронні мережі Хопфілда, Хеммінга.	Лекція, практичне заняття	[1,4,5,7,9-13,15]	Опрацювати лекційний матеріал, пройти тестування до попередніх тем	0,1	До наступного заняття за розкладом
Тема 10. Нечіткі нейронні мережі. Властивості. Алгоритми функціонування. Нечітка нейронна мережа TSK. Нечіткі нейронні мережі з самоорганізацією. Нечіткий перцептрон як загальна модель для нечітких нейронних методів.	Лекція, практичне заняття	[1,4,5,7,9-13,15]	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття Контрольна робота	0,1	Згідно розкладу
6. Система оцінювання курсу					
Загальна система	100 балів – 100 балів протягом семестру;				

оцінювання курсу	<p>“відмінно” – студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь та навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, наводить повний обґрунтований розв’язок прикладів та задач, аналізує причинно-наслідкові зв’язки; вільно володіє науковими термінами;</p> <p>“добре” – студент демонструє повні знання навчального матеріалу, але допускає незначні пропуски фактичного матеріалу, вміє застосувати його до розв’язання конкретних прикладів та задач, у деяких випадках нечітко формулює загалом правильні відповіді, допускає окремі несуттєві помилки та неточності в розв’язках;</p> <p>“задовільно” – студент володіє більшою частиною фактичного матеріалу, але викладає його не досить послідовно і логічно, допускає істотні пропуски у відповідях, не завжди вміє правильно застосувати набуті знання до розв’язання конкретних прикладів та задач, нечітко, а інколи й невірно формулює основні твердження та причинно-наслідкові зв’язки;</p> <p>“незадовільно” – студент не володіє достатнім рівнем необхідних знань, умінь, навичок, науковими термінами.</p>
Вимоги до письмової роботи	Відповідно до навчального плану, студент виконує одну контрольну роботу. Головна її мета – перевірка самостійної роботи студентів в процесі навчання, виявлення ступеня засвоєння ними теоретичних положень курсу. При розв’язанні задач студент має детально вказувати, яким саме був хід його роздумів, якими формулами він користувався.
Практичні заняття	Практичне заняття проводиться з метою формування у студентів умінь і навичок з предмету, вирішення сформульованих завдань, їх перевірка та оцінювання. За метою і структурою практичні заняття є ланцюжком, який пов’язує теоретичне навчання і навчальну практику з дисципліни, а також передбачає попередній контроль знань студентів. Оцінка за практичне заняття враховується при виставленні підсумкової оцінки з дисципліни – заліку.
Умови допуску до підсумкового контролю	<ul style="list-style-type: none"> – оцінка за поточне тестування (20 балів); – оцінка за відповіді на всі основні та додаткові запитання під час аудиторних занять (30 балів); – оцінка за контрольну роботу (30 балів); – оцінка за самостійну роботу (20 балів).
7. Політика навчальної дисципліни	
<p>Письмові роботи: самостійне виконання лабораторних робіт, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);</p> <p>Академічна доброчесність: посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.</p> <p>Відвідування занять: засвоєння пропущеної теми лекції з поважної причини перевіряється під час складання підсумкового контролю. Пропуск лекції з неповажної причини відпрацьовується студентом відповідно до вимог кафедри, що встановлені на засіданні кафедри (співбесіда, реферат тощо). Пропущені лабораторні заняття, незалежно від причини пропуску, студент відпрацьовує згідно з графіком консультацій.</p> <p>Неформальна освіта: можливість зарахування результатів неформальної освіти регламентується «Положенням про визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної освіти в Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника»,</p>	

ознайомитися з яким можна за посиланням: https://efund.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/172/2023/05/02-07.33_2022-polozhennia-pro-vyznannia-rezultativ-navchannia-zdobutykh-shliakhom-neformalnoi-osvity-v-prykarpatskomu-natsionalnomu-universyteti-imeni-vasylia-stefanyka.pdf

8. Рекомендована література

1. Глибовець М.М., Отецький О.В. Штучний інтелект. – К.: Вид. дім «КМ Академія», 2002. – 366 с.
2. Желдак Т.А. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень: навч. посіб. / Т.А. Желдак, Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2020. – 387 с.
3. Зайченко Ю.П. Основи проектування інтелектуальних систем. – К.: Видавничий дім «Слово», 2004. – 352 с.
4. Кононюк А.Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми – К.:«Корнійчук», . 2008. – 446 с.
5. Матвійчук А. В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка : монографія / А. В. Матвійчук. – К. : КНЕУ, 2011. – 439.
6. Мороз О.В., Матвійчук А.В. Оптимальне управління економічними системами в умовах невизначеності та ризику. – Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 177 с.
7. Новотарський М.А., Нестеренко Б.Б. Штучні нейронні мережі: обчислення // Праці Інституту математики НАН України. –Київ: Ін-т математики НАН України, 2004. – 408 с.
8. Субботін С.О. Нейронні мережі: навч. посібник / С.О. Субботін, А.О. Олійник; за ред. С.О. Субботіна. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2014. – 132 с.
9. Тимошук П.В., Лобур М.В. Основи теорії проектування нейронних мереж: Навч. посібник. - Львів: Вид-во Над. ун-ту “Львівська політехніка”, 2007. - 328 с.
10. George J. Klir, Bo Yuan. Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and application/ Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 1995, 574 p.
11. Hirai Y. VLSI Neural Network System. — Phan, 1995.
12. Ham F. M., Kostanic I. Principles of Neurocomputing for Science and Engineering. — N.Y.: Me Graw-Hill Inc, 2001.
13. Haykin S. Neural Networks. A Comprehensive Foundation. — Upper Saddle River, N. Y.: Prentice Hall, Inc., 1999.
14. Kaufmann A., Gupta M. Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications. Van Nostrand Reinhold Company, New York (1985).
15. Masters T. Neural, Novel and Hybrid Algorithms for Time Series Prediction. — N. Y.: John Willey and Sons, Inc., 1995.

Викладач _____

Дмитришин М.І.