

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор

науково-педагогічної роботи

Олександр ГОЛОВКО

2022 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Нейрокомп'ютерні системи управління**

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

освітня програма Комп'ютеризовані системи управління та автоматика

вид дисципліни обов'язкова

факультет комп'ютерних наук

2022 / 2023 навчальний рік

Програму обговорено та рекомендовано до затвердження вченою радою факультету комп'ютерних наук

«28» червня 2022 року, протокол №10

**РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

доктор технічних наук, професор, професор кафедри теоретичної та прикладної системотехніки **Шматков Сергій Ігорович;**

кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної системотехніки **Стрілець Вікторія Євгенівна**

Програму схвалено на засіданні кафедри теоретичної та прикладної системотехніки

Протокол від «11» червня 2022 року, №12

Завідувач кафедри теоретичної та прикладної системотехніки

  
Сергій ШМАТКОВ.

Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика»

Гарант освітньої програми «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика»

  
Сергій ШМАТКОВ

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

Протокол від «24» червня 2022 року № 9

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук

  
Анатолій БЕРДНІКОВ

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Нейрокомп'ютерні системи управління» розроблена відповідно до освітньої програми «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика» підготовки другого (магістерського) рівня спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є ознайомлення студентів із сучасними методами та технологіями систем управління, заснованих на застосуванні нейронних мереж.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Завданням вивчення навчальної дисципліни є вивчення питань, пов'язаних із моделюванням та практичним застосуванням нейронних мереж різної архітектури у системах управління та автоматизації.

В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися такі компетентності.

#### *Інтегральна компетентність*

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій у професійній діяльності та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності та характеризується комплексністю та невизначеністю умов і вимог.

#### *Загальні компетентності (ЗК)*

ЗК01. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

#### *Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)*

ФК01. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

ФК02. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення.

ФК03. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

ФК04. Здатність аналізувати виробничо-технологічні системи і комплекси як об'єкти автоматизації, визначати способи та стратегії їх автоматизації та цифрової трансформації.

ФК06. Здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об'єктами.

ФК07. Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

ФК08. Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління організаційно-технологічними комплексами із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу.

#### 1.3. Кількість кредитів 4

## 1.4. Загальна кількість годин 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова	
Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
1-й	
Семестр	
1-й	1-й
Лекції	
16 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	год.
Самостійна робота	
88 год.	120 год.
Індивідуальні завдання	
- год.	

## 1.6. Заплановані результати навчання

*знати:*

- наукові і математичні положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж;
- вплив технічних рішень в суспільному, економічному, соціальному і екологічному контексті;
- загальні відомості про штучні нейромережі;
- основні функції активації, та типи нейронів;
- методи навчання штучних нейронних мереж.

*вміти:*

- користуватися пакетами прикладного програмування при створенні та моделюванні роботи штучної нейронної мережі;
- використовувати спеціалізовані *toolboxes* для створення штучних нейромереж;
- розробляти моделі нейронних мереж для розв'язання практичних задач;
- проводити аналіз та оцінку якості отриманого рішення.

В результаті вивчення дисципліни у студента повинні сформуватися такі *програмні результати навчання (ПРН)*.

ПРН02. Створювати високонадійні системи автоматизації з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів.

ПРН04. Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

ПРН05. Розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, застосовуючи системний підхід із врахуванням нетехнічних складових оцінки об'єктів автоматизації.

ПРН08. Застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв.

ПРН09. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних

компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.

ПРН10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.

ПРН12. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.

ПРН13. Знати методи управління процесами різної природи, які побудовані на основі сучасних та перспективних методів математики, системного аналізу, штучного інтелекту.

ПРН14. Вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

*Тема 1.* Вступ. Біологічні основи.

*Тема 2.* Штучний нейрон і перцептрон.

Вхідні сигнали. Вагові коефіцієнти. Рівень активації. Порогова функція. Модель Мак-Каллока-Піттса. Перцептрон Розенблата. Обчислення логічних функцій. Проблема лінійної роздільності. Використання перцептрона для розв'язання задачі класифікації.

*Тема 3.* Навчання перцептрона.

Алгоритм навчання з вчителем. Нелінійна порогова функція. Логістична функція. Узагальнене дельта-правило.

*Тема 4.* Багатошаровий перцептрон.

Топологія багатошарового перцептрона. Розв'язання задачі «виключної диз'юнкції (xor)» багатошаровим перцептронном. Навчання багатошарового перцептрона за методом зворотного поширення помилки.

*Тема 5.* Конкурентне навчання.

Мережі Кохонена. Архітектура мережі. Алгоритм навчання «переможець забирає все». Мережа Кохонена для вивчення прототипів.

*Тема 6.* Навчання Хебба.

Поведінковий принцип підкріплення. Механізм налагодження вагів. Навчання Хебба з вчителем та без. Лінійний асоціатор.

*Тема 7.* Нейронні мережі зі зворотними зв'язками.

Архітектура та принципи роботи мережі. Модель пам'яті, що адресується за вмістом. Гетероасоціативна пам'ять. Автоасоціативна пам'ять. Інтерполятивна пам'ять.

## 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього	у тому числі			
л		п	лаб	інд	с.р.
Тема 1. Вступ. Біологічні основи.	14	2	2		10
Тема 2. Штучний нейрон і перцептрон	14	2	2		10
Тема 3. Навчання перцептрона.	16	2	2		12
Тема 4. Багатошаровий перцептрон	22	4	4		14
Тема 5. Конкурентне навчання	18	2	2		14
Тема 6. Навчання Хебба	18	2	2		14
Тема 7. Нейронні мережі зі зворотними зв'язками	18	2	2		14
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>88</b>

#### 4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Моделі штучного нейрона.	2
2	Навчання штучних нейронних мереж. Апроксимація функцій за допомогою односпрямованих нейронних мереж.	2
3	Розпізнавання зображень за допомогою односпрямованих та радіально-базисних нейронних мереж.	4
4	Розв'язання задачі класифікації за допомогою ймовірнісних нейронних мереж та мереж Кохонена.	4
5	Моделювання карти Кохонена. Самоорганізація.	2
6	Розпізнавання зображень за допомогою мереж Хопфільда.	2
	Разом	16

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Ознайомитися з історією створення та розвитку штучних нейронних мережі, як методу машинного навчання.	10
2	Ознайомитися з класифікацією штучних нейронних мереж та використовуваними функціями активації.	10
3	Розглянути алгоритми навчання односпрямованих одношарових штучних нейронних мереж.	12
4	Розглянути структуру багатошарових нейронних мереж та основні принципи їх використання.	14
5	Ознайомитися з мережами Кохонена, та визначити задачі, в яких доцільне їх застосування.	14
6	Розглянути асоціативні нейронні мережі.	14
7	Ознайомитися з мережами Хопфільда, та визначити задачі, в яких доцільне їх застосування.	14
	Разом	88

#### 6. Індивідуальні завдання

-

#### 7. Методи контролю

Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється шляхом:

- поточного контролю під час проведення лекцій та практичних занять;
- проведення контрольних робіт за розділами курсу;
- проведення письмового підсумкового контролю знань (залік).

При дистанційному навчанні лекції проводяться із використанням сервісу відео-конференцій Google Meet, видача практичних завдань та контроль їх виконання здійснюється за допомогою сервісу дистанційного навчання Google Classroom. За темами лекцій студенти складають реферат. Підсумковий контроль у вигляді екзамену проводиться шляхом виконання практичного завдання та он-лайн опитування (сервіси відео-конференцій Google Meet, Google Classroom).

Студенти, які не виконали всі види робіт, що включені до навчального плану, до заліку або екзамену не допускаються.

## 8. Схема нарахування балів

### Підсумковий контроль в формі заліку

Поточне оцінювання та самостійна робота				Контрольні роботи, передбачені навчальним планом	Разом	Залік	Сума
T1, 2	T3, 4	T5, 6	T7	1	60	40	100
10	10	10	10	20			

T1, T2 ... – теми розділів.

За темами T1, 2 студент отримує 10 балів за виконання практичної роботи 1.

За темами T3, 4 студент отримує 10 балів за виконання практичної роботи 2.

За темами T5, 6 студент отримує 10 балів за виконання практичної роботи 3.

За темою T7 студент отримує 10 балів за виконання практичної роботи 4.

### Критерії оцінювання знань студентів за практичні роботи

Вимоги	Кількість балів
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Завдання відзначається повнотою виконання без допомоги викладача.</li> <li>▪ Визначає рівень поінформованості, потрібний для прийняття рішень. Вибирає інформаційні джерела,.</li> <li>▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє вміннями творчо-пошукової діяльності.</li> </ul>	9-10
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Завдання – повні, з деякими огріхами, виконані без допомоги викладача.</li> <li>▪ Планує інформаційний пошук; володіє способами систематизації інформації;</li> <li>▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє вміннями творчо-пошукової діяльності.</li> </ul>	7-8
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Завдання відзначається неповнотою виконання без допомоги викладача.</li> <li>▪ Студент може зіставити, узагальнити, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях.</li> </ul>	5-6
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Завдання відзначається неповнотою виконання за консультацією викладача.</li> <li>▪ Застосовує запропонований вчителем спосіб отримання інформації, має фрагментарні навички в роботі з підручником, науковими джерелами;</li> <li>▪ Вибирає відомі способи дій для виконання фахових методичних завдань.</li> </ul>	3-4
Завдання відзначається фрагментарністю виконання за консультацією викладача або під його керівництвом.	1-2

### Критерії оцінювання знань студентів за контрольну роботу

Вимоги	Кількість балів
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати закони та закономірності, структурувати судження, умовиводи, доводи, описи.	15-20
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати операції, правила, алгоритми, правила визначення понять.	10-14

Повнота виконання завдання елементарна, студент здатен вибирати відомі способи дій для виконання фахових завдань.	5-9
Повнота виконання завдання фрагментарна.	1-4

### Критерії оцінювання залікових робіт студентів

Вимоги	Кількість балів
Показані всебічні систематичні знання та розуміння навчального матеріалу; безпомилково виконані завдання.	35-40
Показані повні знання навчального матеріалу; помилки, якщо вони є, не носять принципового характеру.	30-35
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені помилки.	20-30
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені суттєві помилки	10-20
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки.	5-10
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки, які носять принциповий характер; обсяг знань не дозволяє засвоїти предмет.	1-5

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

## 9. Рекомендована література

### Основна література

1. Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу – К.: Видавнича група ВНУ, 2007. – 533 с.
2. Системний аналіз інформаційних процесів: Навч. посіб. / В. М. Варенко, І. В. Братусь, В. С. Дорошенко, Ю. Б. Смольников, В.О. Юрченко. – К.: Університет «Україна», 2013. – 203 с.
3. Charu S. A. Data Clustering/ Algorithms and Applications / S. A. Charu, K. R. Chandan. – CRC Press, 2014. – 648 с.
4. О.М. Пупена, Д.В. Мацебула. Промислові інформаційні мережі та інтеграційні технології. Конспект лекцій. – К. НУХТ. – 89 с.
5. Patterson J. Deep learning. A Practitioner's Approach / J. Patterson, A. Gibson. – Boston: O'REILY, 2017. – 437 p.
6. Глонь О.В., Дубовий В.М., Мітюшкін Ю.І. Комп'ютеризовані системи керування. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 157 с.
7. Інформаційна технологія діагностування складних технічних систем в умовах невизначеності входних даних [Текст]: монографія / В. Є. Стрілець, Е. М. Угрюмова та ін - Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. Н.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2015. –104 с. (ISBN 978-966-662-475-1)



### Допоміжна.

1. Системи та методи прийняття рішень: навч. посібник з лаб. Практикуму /Є.М. Угрюмова, А.А. Трончук, В.Є. Афанасьєвська, М.Л.Угрюмов, С.Г.Волков - Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харків. авіац. ін-т», 2010. – 92 с.
2. Системи та методи прийняття рішень у задачах діагностування динамічних систем з урахуванням стохастичної природи вхідних даних [Текст]: навч. посібник з лаб. практикуму / У. А. Гаряча, Є. З. Меняйлов, М. Л. Угрюмов та інших. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. Н. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2016. – 108 с.
3. Meniailov Ievgen, Mathematical Models and Methods of Effective Estimation in Multi-Objective Optimization Problems under Uncertainties/ Ievgen Meniailov, Olexandr Khustochka, Kateryna Ugryumova, Sergey Chernysh, Sergiy Yepifanov, Mykhaylo Ugryumov // Advances in Structural and Multidisciplinary Optimization: Proceedings of the 12th World Congress of Structural and Multidisciplinary Optimization (WCSMO12) By Axel Schumacher (05<sup>th</sup> - 09<sup>th</sup>, June 2017, Braunschweig, Germany).– SpringerLink, 2018.– 2115 p. (ISBN: 978-331-967-987-7) (Paper No. 0011, P.411-427)
4. MacKay David J.C. Information Theory, Inference and Learning Algorithms. – Cambridge University Press, 2003. – 628 p.
5. Rasmussen C. E., Williams C. K. I. Gaussian Processes for Machine Learning. – Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2006. – 248 p.
6. Bishop Christopher M. Pattern Recognition and Machine Learning. – New York: Springer, 2006. – 738 p.
7. Deep Learning Tutorial. – LISA lab, University of Montreal, 2015. – 167 p.
8. Hal Daume III. A course in machine learning. – Edited by John Mark Ockerbloom ([onlinebooks@pobox.upenn.edu](mailto:onlinebooks@pobox.upenn.edu)), 2015. – 193 p.
9. Sutton Richard S., Barto Andrew G. Reinforcement Learning: An Introduction. – Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2018. – 426 p.
10. Hastie Trevor, Tibshirani Robert, Friedman Jerome. The Elements of Statistical Learning. Data Mining, Inference, and Prediction. – New York: Springer, 2009. – 745 p.

### 10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <https://www.datacamp.com/courses/deep-learning-in-python>
2. <https://www.kaggle.com/learn/machine-learning>
3. Datasets. – <https://www.kaggle.com>