

Криворізький національний університет

Кафедра автоматизованих електромеханічних систем
в промисловості та транспорті

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної та
навчальної роботи

В. А. Чубаров

2020 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Нейронні мережі в системах управління»

спеціальність: 141-м- Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

освітньо-професійна програма «Електромеханічні та електротехнічні комплекси і системи транспортних засобів»

факультет: електротехнічний

Форма навчання	Курс	Семестр	Разом годин за планом	Кількість кредитів ECTS	Разом аудит. (год)	Аудиторних годин, (у тому числі КЗ)			Самостійна робота (год)	Курсове проектування (год)	Контрольні (модульні роботи)	Контрольний підсумок (семестр)	
						Лекції	Лабораторні	Практичні заняття				Екзамен	Залік
Денна	1	2	90	3,0	36	18	-	18	54	-	-	-	так

Кривий Ріг
2020 р.

Робочу програму навчальної дисципліни «Нейронні мережі в системах управління» для здобувачів освітнього рівня магістр за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка ОПП «Електромеханічні та електротехнічні комплекси і системи транспортних засобів» розроблено згідно з навчальних планів підготовки магістрантів денної форми навчання 2020 р.

Розробник: Сьомочкин А.Б., к.т.н., доцент кафедри автоматизованих електромеханічних системи в промисловості та транспорті.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри автоматизованих електромеханічних систем в промисловості та транспорті

Протокол № 1 від “26” серпня 2020 р.

Завідувач кафедри АЕСПТ _____ проф., д.т.н. Сінчук О.М.


(підпис)

Схвалено Вченою радою електротехнічного факультету

Протокол № 1 від “31” серпня 2020 р.

Голова ради ЕТФ _____ к.т.н. Федотов В.О.

(підпис)

Схвалено групою забезпечення ОПП

Протокол № 1 від “26” серпня 2020 р.

Гарант ОПП _____ к.т.н. Федотов В.О.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна	Заочна
1	2	3	4
Кількість кредитів – 3	Галузь знань: <u>14</u> <u>Електрична інженерія</u>	Вибіркова дисципліна	
Модулів – 1	Спеціальність : <u>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		1-й	
		Семестр	
Загальна кількість годин – 90		2-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 3	Ступінь вищої освіти <u>магістр</u>	Лекції	
		18 год.	
		Практичні, семінарські	
		18 год.	
		Лабораторні	
		–	
		Самостійна робота	
		54 год.	
		Індивідуальне завдання	
		–	
Вид контролю			
залік			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 36/54 – 67%;

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «**Нейронні мережі в системах управління**» є вивчення методів синтезу нейронних мереж і їх практичного застосування.

До *завдань* вивчення дисципліни входить придбання теоретичних та практичних навичок, які дають змогу формування нейронних мереж в системах управління.

У результаті вивчення дисципліни «Нейронні мережі в системах управління» студент повинен:

Знати:

- архітектуру класичних нейромережових моделей;
- алгоритми навчання нейронних мереж;
- способи застосування нейронних мереж для вирішення різних прикладних задач.

Вміти:

- конструювати нейронні мережі;
- навчати нейронні мережі;
- застосовувати нейронні мережі для вирішення прикладних завдань.

Володіти:

- навичками моделювання нейронних мереж в системі MATLAB.
- навичками демонструвати здатність і готовність застосування нейронних мереж на практиці.

Види занять з дисципліни: лекції, практичні роботи, самостійна робота.

Дисципліна спрямована на формування інтегральної компетентності

ІК. Здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у галузі професійної діяльності з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

загальних компетентностей:

К01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

К04. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

К07. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

К09. Здатність спілкуватися та публікувати результати наукових досліджень іноземною мовою.

спеціальних (фахових) компетентностей:

- K12.** Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань у області електромеханічних та електротехнічних комплексів і систем.
- K13.** Здатність планувати, організовувати та проводити дослідження в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- K18.** Здатність аналізувати електрохімічні процеси у накопичувачах електричної енергії, розраховувати їх ємність та тривалість життєвого циклу.
- K21.** Здатність обирати структуру та компоненти для гібридних тягових систем та аналізувати енергетичні процеси у них.
- K23.** Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти.

та програмних результатів навчання:

- PH01.** Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності обладнання, комплексів і систем.
- PH02.** Відтворювати процеси в системах при їх комп'ютерному моделюванні.
- PH03.** Опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у системах.
- PH05.** Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у системах.
- PH06.** Здійснювати пошук джерел ресурсної підтримки для додаткового навчання та інноваційної діяльності.
- PH09.** Планувати та виконувати розробки систем та інноваційні проекти.
- PH20.** Вміти синтезувати цифрові системи керування, оптимізувати алгоритми їх роботи

Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки фахівця

Перелік дисциплін, на які безпосередньо спирається вивчення даної дисципліни	Перелік дисциплін, вивчення яких безпосередньо спирається на дану дисципліну
Матеріал дисципліни базується на знаннях, отриманих випускниками ОПП Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, ступінь вищої освіти бакалавр	При подальшому навчанні магістри проходять науково-дослідну практику, виконують магістерську випускову роботу та складають державний іспит

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Біологічні аспекти нервової діяльності.

Нейрон. Аксон. Синапс. Рефлекторна дуга. Центральна нервова система.

Тема 2. Моделі штучного нейрона.

Функції активації. Нейрон з векторним входом.

Тема 3. Штучні нейронні мережі.

Архітектура штучних нейронних мереж. Набір засобів для створення, ініціалізації, навчання, моделювання і візуалізації мережі.

Тема 4. Побудова мереж різної архітектури за допомогою інструментального програмного пакета *Neural Network Toolbox* системи *MATLAB*.

Тема 5. Методи і алгоритми навчання штучних нейронних мереж. Градієнтні алгоритми навчання. Алгоритми, засновані на використанні методу сполучених градієнтів.

Змістовий модуль 2.

Тема 6. Перцептронні мережі. Архітектура перцептрона і спеціальні функції для створення перцептрону, настройки його ваг і зміщень.

Тема 7. Лінійні нейронні мережі. Налаштування параметрів за методом Вудроу-Хоффа. Побудова і навчання лінійних мереж для класифікації векторів, лінійної апроксимації, передбачення, стеження і фільтрації сигналів, ідентифікації та моделювання лінійних систем

Тема 8. Радіальні базисні мережі загального вигляду. Архітектури радіальних базисних нейронних мереж загального вигляду і спеціальні функції для їх створення і автоматичної настройки ваг і зміщень

Тема 9. Застосування нейронних мереж для проектування систем управління динамічними процесами

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів	Кількість годин											
	Денна						Заочна					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п.р.	лаб.	Інд.	С. р.		л	п.р.	лаб.	Інд.	С. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Заліковий модуль 1												
Змістовий модуль 1												
Тема 1. Біологічні аспекти нервової діяльності	10	2	2	–	–	6						
Тема 2. Моделі штучного нейрона	10	2	2	–	–	6						
Тема 3. Штучні нейронні мережі	9	2	2	–	–	5						
Тема 4. Побудова мереж різної архітектури за допомогою інструментального програмного пакета <i>Neural Network Toolbox</i> системи <i>MATLAB</i>	9	2	2	–	–	5						

Тема 5. Методи і алгоритми навчання штучних нейронних мереж	7	2	–	–	–	5							
Разом за змістовим модулем 1	45	10	8	–	–	27							
Змістовий модуль 2													
Тема 6. Перцептрони мережі	11	2	2	–	–	7							
Тема 7. Лінійні нейронні мережі	11	2	2	–	–	7							
Тема 8. Застосування нейронних мереж для проектування систем управління динамічними процесами	11	2	2	–	–	7							
Тема 9. Застосування нейронних мереж для проектування систем управління динамічними процесами	12	2	4	–	–	6							
Разом за змістовим модулем 2	45	8	10	–	–	27							
Усього годин	90	18	18	–	–	54							

5. Теми семінарських занять

Не передбачено навчальним планом.

6. Теми практичних занять

Практичні роботи студенти виконують самостійно і захищають в бесіді з викладачем. Нижче наведені теми практичних занять для усіх форм навчання

№ п/п	Тема	Кол-во годин
1	Огляд функцій пакету Neural Networks toolbox	2
2	Моделювання нейронної мережі для апроксимації функцій	2
3	Класифікація за допомогою перцептрону у середовищі Матлаб	2
4	Адаптивне прогнозування значень сигналу за допомогою Матлаб	2
5	Відновлення форми сигналу за допомогою мережі Елману	2
6	Класифікація за допомогою нейронної мережі зустрічного розповсюдження	2
7	Формування моменту ДПС за допомогою нейронної мережі	2
8	Розробка нейромережевого наглядача кутової швидкості системи ЕП ТРН-АД	2
9	Розпізнавання образів в електроенергетиці	2
	Усього:	18

7. Теми лабораторних занять

Не передбачено навчальним планом

8. Самостійна робота

Організація і контроль самостійної роботи студентів зорієнтовані на використання кредитно-модульної системи організації навчального процесу (КМСОНП). Обсяг самостійної роботи та порядок її організації, а також система контролю та оцінювання результатів доводяться до студентів на одному з перших занять семестру.

Вивчення студентами дисципліни «Нейронні мережі в системах управління» у позааудиторний час складається з повторення та засвоєння теорії по підручникам та конспекту. Ця робота повинна виконуватися систематично, безпосередньо за лекціями. Розуміння та засвоєння пройденого матеріалу дозволяє активно засвоювати нові теоретичні положення, зменшує витрати часу на виконання лабораторних робіт. У свою чергу, такі форми роботи допомагають краще зрозуміти теорію та сприяють придбанню практичних навичок.

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
		Денна
1	Радіальні базисні мережі загального вигляду. Архітектури радіальних базисних нейронних мереж загального вигляду і спеціальні функції для їх створення і автоматичної настройки ваг і зміщень.	6
2	Застосування таких мереж для класифікації векторів і апроксимації функцій.	6
3	Радіальні базисні мережі типу GRNN. Застосування GRNN мереж для вирішення задач узагальненої регресії, аналізу часових рядів та апроксимації функцій.	6
4	Радіальні базисні мережі типу PNN. Рішення задач класифікації на основі підрахунку ймовірності приналежності векторів до досліджуваних класів.	6
5	Шари Кохонена, що організуються самі. архітектури нейронних шарів Кохонена, що організуються самі, і спеціальні функції для їх створення, ініціалізації, зважування, накопичення, активації, настройки ваг і зміщень, адаптації і навчання.	6
6	Застосування шарів, що сами організуються, для дослідження топологічної структури даних, їх об'єднанням в кластери (групи) і розподілом по класах.	6
7	Карти Кохонена, що організуються самі. Застосування карт Кохонена, що організуються самі, для вирішення завдань кластеризації вхідних векторів	6
8	LVQ-мережі, що організуються самі. Архітектури нейронних мереж типу LVQ, що організуються самі, і спеціальні функції для їх створення, налаштування ваг і навчання	6
9	Рекурентні нейронні мережі Елмана. Побудови мереж управління рухомими об'єктами. Побудови систем технічного зору і рішення інших динамічних завдань Застосування мереж Хопфілда для вирішення завдань розпізнавання образів і створення асоціативної пам'яті	6
	Разом	54

9. Індивідуальні завдання

Не передбачене навчальним планом

10. Методи навчання

У процесі викладання дисципліни «Нейронні мережі в системах управління» використовуються різні методи та форми викладання і навчання.

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – робота по вирішенню різних задач та завдань.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико–синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково–пошуковий, дослідницький.

Основним видом навчальних занять з дисципліни «Нейронні мережі в системах управління» є лекції. У процесі засвоєння матеріалу надзвичайно важливо засвоїти не тільки кінцеві результати у вигляді розрахункових формул та методів, а й забезпечити формування електротехнічного мислення, розуміння алгоритму функціонування.

Важливу роль при вивченні дисципліни відіграють практичні заняття. На практичних заняттях студенти під керівництвом викладача разом вирішують різні завдання, набувають практичних навичок роботи з керування системами за допомогою нейронних мереж.

У процесі індивідуального захисту практичних робіт кожен студент отримує відповідну рейтингову оцінку з урахуванням активності про виконанні роботи, якості її оформлення та захисту.

Види занять з дисципліни: лекції, практичні заняття, самостійна робота.

11. Методи контролю

Основними формами контролю якості навчання є поточний і підсумковий контроль. Семестровий курс дисципліни розбито на 2 змістових модулів. Кожен модуль має ряд поточних контрольних заходів і закінчується підсумковим модульним контролем, обов'язковим для студента.

За кожен вид поточного і модульного контролю студент отримує бали, які підсумуються в межах модуля і виступатимуть надалі складовою загальної бальної

оцінки за всі модулі дисципліни. Одержання студентом необхідної прохідної бальної оцінки за кожний з двох змістових модулів є обов'язковою умовою зарахування йому вивчення дисципліни. Підвищення рейтингового балу (та оцінки за національною шкалою) в кінці семестру студентом за рахунок додаткового опитування за матеріалом дисципліни або якимсь іншим способом не припускається. Залік як форма семестрового контролю виступає як підведення підсумків виконаної студентом за семестр навчальної роботи.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять і має за мету перевірку якості засвоєння матеріалу студентами та зарахування змістових модулів навчальної дисципліни.

Модульний контроль здійснюється в кінці змістових модулів. Його здійснює викладач лекційних занять. При оцінюванні модулів враховується поточний контроль якості засвоєння.

Підсумкова оцінка з модулів виставляється в кінці 18-го тижня навчання та складається з суми оцінок за кожний складовий змістовий модуль.

До складання заліку студенти допускаються за умов виконання та захисту усіх практичних робіт згідно з робочим планом курсу. Мінімальний поріг зарахування студентів заліку з дисципліни є отримання не менше 50% від максимально можливого значення кількості балів за всіма складовими змістових модулів. Кінцева оцінка з кожного залікового модуля виставляється у відповідності зі шкалою оцінювання: національна (п'ятибальна оцінка)/оцінка за ECTS/сумарна кількість балів.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Розподіл балів між змістовими модулями та їх складовими зведені до таблиць.

Підсумковий (семестровий) контроль здійснюється за результатами роботи студента з дисципліни та оцінюються балами згідно таблиці розподілу балів.

Поточне оцінювання															Сума балів	
Лекції																
Змістовий модуль 1							Змістовий модуль 2									
Відвідування лекцій, поточний контроль							МК1	Відвідування лекцій, поточний контроль								МК2
T1	T2	T3	T4	T5												
2	2	2	2	2	2	2	17	T10	T12	T14	T16	2	2	2	17	52
Відвідування практичних занять							КР1	Відвідування практичних занять								КР2
P1	P2	P3	P4													
2	2	2	2	2	2	15	2	2	2	2	2	2	2	15	48	
Семестрове оцінювання																
Залік															0	
Максимальна загальна сума балів:															100	

де Т1,Т2...Т9 – номери тем змістових модулів; П1,П2...П9 – номери тем практичних занять; МК1,МК2 – модульні контрольні роботи; КР1,КР2 – контрольні роботи.

Більш детально розподіл балів за кожну складову навчального процесу йде наступним чином: за виконання кредитно-модульної роботи:

Складові оцінювання	Розподіл балів	
	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2
Якість оформлення модульної контрольної	до 3	до 3
Повнота розкриття питань КМР	до 4	до 4
Вірна послідовність викладання матеріалу	до 3	до 3
Повне відображення усіх схем та рисунків, та формул	до 4	до 4
Культура мови	до 3	до 3
Разом	до 17	до 17

За виконання практичної контрольної роботи:

Складові оцінювання	Розподіл балів	
	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2
Якість оформлення контрольної	до 5	до 5
Правильність вирішення КР	до 5	до 5
Культура мови	до 5	до 5
Разом	до 15	до 15

При поточному контролі на лекціях максимальна кількість балів – 2 бали. Розподіл балів на лекції:

Вид робіт	Бали
Присутність на лекційному занятті	1
Якість засвоєння матеріалу (визначається при опитуванні)	1
Разом	2

Розподіл максимальної кількості балів при захисті практичних робіт наведена у таблиці (на одну практичну роботу):

Вид робіт	Денна форма
Якість виконання звіту з практичної роботи	1
Якість підготовки та захисту звіту з практичної роботи	1
Всього:	2

Семестровий контроль реалізується через визначення кількості набраних балів з дисципліни за семестр та визначення оцінки якості засвоєння дисципліни згідно шкали оцінок (наказ ректора від 26.04.2010 №125).

Шкала оцінок якості засвоєння навчального матеріалу

Національна шкала успішності	Оцінка ECTS	Визначення ECTS	100-бальна система оцінювання
відмінно	<i>A</i>	ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначними помилками	90-100
добре	<i>B</i>	ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками	80-89
	<i>C</i>	ДОБРЕ – в цілому правильна робота з певною кількістю грубих помилок	71-79
задовільно	<i>D</i>	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	61-70
	<i>E</i>	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні потреби	50-60
незадовільно	<i>FX</i>	НЕЗАДОВІЛЬНО – із можливістю повторного складання	30-49
	<i>F</i>	НЕЗАДОВІЛЬНО – з обов'язковим повторним вивченням модуля	0-29

Підсумковий (семестровий) контроль здійснюється за результатами роботи студента з дисципліни та оцінюються балами згідно таблиці розподілу балів.

Викладач має можливість додати студентові до 10 балів до оцінки за модуль за:

- участь в конкурсі наукових робіт за напрямом «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»;
- підготовку та публікацію тез доповіді або статті за напрямом «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Перелік питань для підсумкового контролю знань, умінь, навичок

Змістовий модуль №1

1. Біологічні аспекти нервової діяльності.
2. Моделі мистецького нейрона.
3. Функції активації нейрона.
4. Нейрон з векторним входом.
5. Штучні нейронні мережі.
6. Архітектура штучних нейронних мереж.
7. Набір засобів для створення, ініціалізації, навчання, моделювання та візуалізації мереж.
8. Побудування мереж різної архітектури за допомогою інструментального програмного пакету Neural Network Toolbox системи MATLAB.
9. Методи и алгоритми навчання штучних нейронних мереж.
10. Градієнтні алгоритми навчання.
11. Алгоритми навчання, основані на використанні методів сопряжених градієнтів.
12. Архітектура перцептрону та спеціальні функції для створення перцептрону, настройки його вагів та зміщення.
13. Лінійні нейронні мережі.
14. Настройки параметрів за методом Вудроу-Хоффа.

15. Побудова та навчання лінійних мереж для класифікації векторів, лінійної апроксимації, прогнозування, слідування та фільтрації сигналів, ідентифікації та моделювання лінійних систем.
16. Радіальні базисні мережі загального виду.
17. Архітектури радіальних базових нейронних мереж загального виду та спеціальні функції для їх створення та автоматичної настройки вагів та зміщення.

Змістовий модуль №2

1. Використання таких мереж для класифікації векторів та функцій апроксимації.
2. Радіальні базисні мережі типу GRNN.
3. Використання GRNN-сетей для вирішення проблем узагальненої регресії, аналіз часових рядів та апроксимації функцій. Радіальні базисні мережі типу PNN.
4. Вирішення завдань класифікації на основі підрахунку ймовірностей приналежності векторів до розглядуваних класам.
5. Шари Кохонена, що організуються самі.
6. Архітектура нейронних шарів Кохонена, що організуються самі, та спеціальні функції для їх створення, ініціалізації, зважування, накопичення, активації, налаштування вагів та зміщення, адаптації та навчання.
7. Використання шарів, що організуються самі, для дослідження топологічної структури даних, їх об'єднання в кластери (групи) та розподілення за класами.
8. Карти Кохонена, що організуються самі.
9. Використання карт, що організуються самі, для вирішення завдань кластеризації вхідних векторів
10. LVQ-мережі, що організуються самі.
11. Архітектури нейронних мереж типу LVQ, що організуються самі, та спеціальні функції для їх створення, налаштування вагів та навчання.
12. Рекурентні нейронні мережі Елмана.
13. Побудування мереж управління рухомими предметами. Побудування системи технічного зору та рішення інших динамічних завдань.
14. Архітектура рекурентних нейронних мереж Хопфілда та спеціальні функції для їх створення, зважування входів, накоплення та активізації.
15. Використання мереж Хопфілда для вирішення завдань розподілу образів та створення асоціативної пам'яті.
16. Використання нейронних мереж для проектування системи управління динамічними процесами

13. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до проведення практичних занять за курсом «Нейронні мережі в системах управління» для студентів спеціальності: 141
Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка з освітньо-професійною

- програмою " Електромеханічні та електротехнічні комплекси і системи транспортних засобів» усіх форм навчання (розробив к.т.н., доц.. Сьомочкин А.Б., 2020 р.).
2. Методичні вказівки до самостійної роботи студента з дисципліни «Нейронні мережі в системах управління» для студентів спеціальності: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка з освітньо-професійною програмою " Електромеханічні та електротехнічні комплекси і системи транспортних засобів» усіх форм навчання (розробив к.т.н., доц.. Сьомочкин А.Б., 2020 р.
3. Конспект лекцій з дисципліни «Нейронні мережі в системах управління» (розробив к.т.н., доц.. Сьомочкин А.Б., 2020 р.).

14. Рекомендована література

Базова

1. Э.Хант: материалы академической работы по теме: "Искусственный интеллект"; Нью-Йорк, Сан-Франциско, Лондон ,1975. - 281 с.
2. С. Рассел, П. Норвиг. «Искусственный интеллект. Современный подход», - 2006. - 260 с.
3. Заенцев, И. В. Нейронные сети: основные модели/ И. В. Заенцев Учебное пособие к курсу "Нейронные сети" для студентов 5 курса магистратуры к. электроники физического ф-та Воронежского Государственного университета г. Воронеж, ул. Фр. Энгельса
4. Сайсон, Хайкин. Нейронные сети: полный курс, 2е издание. : Пер. с англ. М. Издательский дом "Вильямс", 2006. 1104 с. : ил. Парал. тит. англ.
5. Роберт, Каллен. Основные концепции нейронных сетей: Пер. с англ. – М.: Издательский дом « Вильямс», 2001, – с.: ил. – Парал. Тит. Англ.
6. Барский, А. Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 176 с.
7. Губанов О.В. Нейронные сети и их устройства. Компьютерные сети, Т. 1. Системы передачи данных, 2011г.
8. Компьютерные сети, Т. 2. Сети ЭВМ, , 2011г.
9. Максимов Н. В. Компьютерные сети: Учебное пособие для студ. учреждений СПО/ Н.В. Максимов, И.И. Попов. - 6 изд., перераб. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 464 с. : <http://znanium.com/bookread.php?book=410391>
10. Кузин А. В. Компьютерные сети: Учебное пособие / А.В. Кузин. - 3[^] изд., перераб. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 192 с.: <http://znanium.com/bookread.php?book=450375>

Допоміжна

1. Червяков Н.И., Евдокимов А.А., Галушкин А.И. Применение искусственных нейронных сетей I системы остаточных классов в криптографии. - - М.: Физматлит, 2012. - 280 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5300
2. Яшин В. М. Информатика: аппаратные средства персонального компьютера:

Интернет-ресурсы:

1. Информационный ресурс Нейронные сети [Интернет-ресурс].- Режим доступа: <http://www.autex.spb.su/wavelet/neuro.htm>; дата доступа: 26.09.2020
2. Введение в теорию нейронных сетей - <http://www.orc.ru/~stasson/neurox.html>
3. Нейронные сети - <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stneunet.html>
4. Нейронные сети, нейроинформатика - <http://algotlist.manual.ru/ai/neuro/index.php>
5. Портал искусственного интеллекта - <http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/neural-networks.html>
6. Учебник "Нейронные сети" - <http://www.neuroproject.ru/neuro.php>

15. Доповнення та зміни до робочої програми

№ п/п	Дата внесення змін	Зміст змін та доповнень	Підстава до внесення змін, доповнень (№ і дата наказу, рішення вченої ради, засідання кафедри, підпис завідуючого кафедрою)	Погодження випускаючої кафедри (№ і дата засідання кафедри, підпис завідуючого кафедрою)

Схвалено на засіданні кафедри
автоматизованих електромеханічних системи
в промисловості та транспорті
Протокол № _____ від « _____ »
_____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____

д.т.н., проф.. Сінчук О.М.

Робочий план з дисципліни «Нейронні мережі в системах управління»

(денна форма навчання)

Семестр 2

Вид навчальної роботи	Годин у семестрі/кредити	Тиждень												Вид підсумкового контролю								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	14	15	16	17	18		
Лекційні заняття	18	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК		
Лабораторні																						
Практичні	18	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	
Самостійна робота	54	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Індивідуальна робота																						
Проміжні форми контрольних заходів																						
Всього годин/кредитів	90/3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	Залік

Позначки: ПК – поточний контроль; РГР – розрахунково-графічна робота; КМР – контрольна модульна робота.