

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ ТА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КІБЕРНЕТИКИ І ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор з наукової роботи

/ Студеняк І.П./

2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Спектральний аналіз дискретних нейрофункцій

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	12 – Інформаційні технології
Спеціальність	122 – Комп'ютерні науки
Освітні програми	Комп'ютерні науки
Статус дисципліни	Вибіркова
Мова навчання	Українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Спектральний аналіз дискретних нейрофункцій» для здобувачів вищої освіти на третьому (освітньо-науковому) рівні: доктор філософії/Doctor Philosophy (Ph.D) галузі знань – математика і статистика.

Розробник:

Гече Ф.Е., професор, доктор технічних наук, завідувач кафедри кібернетики і прикладної математики

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри інформаційних управляючих систем та технологій протокол № 1 від 31 серпня 2020 р.

Завідувач кафедри інформаційних управляючих систем та технологій

 доц. Міца О. В.

« 31 » 08 2020 р.

Схвалено методичною комісією факультету інформаційних технологій

Протокол № 1 від « 31 » серпня 2020 року

Голова методичної комісії факультету інформаційних технологій

 Матяшовська Б.О.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 3,5	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин — 105	1-й	1-й
Кількість модулів – 1	Семестр	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних — 2,6 самостійної роботи аспіранта — 4,7	1-й або 2-й	1-й або 2-й
Вид підсумкового контролю: залік	Лекції	
	22 год.	8 год.
Форма підсумкового контролю: письмова	Практичні(семінарські)	
	16 год.	6 год.
	Лабораторні	
	-	-
	Самостійна робота	
	68 год.	92 год.

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою навчальної дисципліни «Спектральний аналіз дискретних нейрофункцій» є теоретична та практична підготовка здобувачів до ефективного використання методів спектрального аналізу дискретних функцій для синтезу нейронних елементів над різними полями, а також для встановлення нових властивостей нейрофункцій.

Згідно вимог освітньої програми підготовки доктора філософії (PhD), здобувачі повинні знати: основні спектральні методи аналізу дискретних функцій та методи синтезу багатозначних нейронних елементів та нейромережових схем.

Здобувачі повинні вміти: застосувати спектральні методи та методи сучасної нейрокомп'ютерної технології для аналізу дискретних функцій.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню для здобувачів ступеня вищої освіти: доктор філософії / Doctor Philosophy (Ph.D) таких компетентностей:

1. загальні компетентності:

- **ЗК-1.** Креативність, здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- **ЗК-2.** Здатність проведення досліджень на відповідному рівні .
- **ЗК-3.** Здатність до адаптації та дії в новій ситуації, здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, розуміння предметної області та розуміння професії.
- **ЗК-4.** Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.
- **ЗК-5.** Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- **ЗК-10.** Здатність комунікації на фахову тематику з нефаківцями.

2. фахові компетентності:

- **ФК-1.** Здатність розробляти та вдосконалювати методи і засоби математичного та комп'ютерного моделювання, які призначені для дослідження та управління процесами та системами у різних галузях людської діяльності.
- **ФК-2.** Здатність визначати завдання дослідження в галузі інформаційних технологій
- **ФК-3.** Здатність вирізняти із накопичених спостережень відтворювані експериментальні факти
- **ФК-7.** Здатність до пошуку та аналізу науково- технічної, природничо-наукової та загальнонаукової інформації.
- **ФК-10.** Підготовка за результатами наукових досліджень звітів, статей, доповідей на наукових конференціях.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна «Спектральний аналіз дискретних нейрофункцій» не потребує передумов вивчення.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньо-наукової програми «Комп'ютерні науки», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН) .

Знання:

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі інформаційних технологій та суміжних галузей знань.	ПРН 1.1
Фундаментальні праці провідних зарубіжних вчених та наукових шкіл у галузі дослідження.	ПРН 1.2
Уміння формулювати мету власного наукового дослідження в контексті світового наукового процесу, усвідомлювати його актуальність і значення для розвитку інших галузей науки, суспільно-політичного, економічного життя.	ПРН 2.1
Уміння формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження.	ПРН 2.2
Уміння проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводять до отримання нових знань.	ПРН 2.3
Уміння формулювати наукову проблему з огляду на стан її наукової розробки та сучасні наукові тенденції.	ПРН 2.5
Уміння формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми.	ПРН 2.6
Уміння аналізувати наукові праці в галузі інформаційних технологій, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання.	ПРН 2.7
Уміння здійснювати моніторинг наукових джерел інформації відносно досліджуваної проблеми.	ПРН 2.8
Уміння визначати інформаційну цінність джерел шляхом порівняльного аналізу з іншими джерелами.	ПРН 2.9
Кваліфіковано відображати результати наукових досліджень у наукових статтях у фахових виданнях, вести конструктивний діалог з рецензентами та редакторами.	ПРН 3.2
Ініціювати наукові та інноваційні комплексні проекти в галузі	ПРН 4.1

інформаційних технологій, лідерство та автономність під час їх реалізації.	
Приймати обґрунтовані рішення, мотивувати людей та рухатися до спільної мети.	ПРН 4.4

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті аспірантами освіти після опанування навчальної дисципліни «Спектральний аналіз дискретних нейрофункцій»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі інформаційних технологій та суміжних галузей знань.	ПРН 1.1 ПРН 1.2 ПРН 2.1
Уміння формулювати мету власного наукового дослідження в контексті світового наукового процесу, усвідомлювати його актуальність і значення для розвитку інших галузей науки, суспільно-політичного, економічного життя.	ПРН 2.2 ПРН 2.3 ПРН 2.5 ПРН 2.6
Уміння формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження.	ПРН 2.7 ПРН 2.8
Уміння проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводять до отримання нових знань.	ПРН 2.9 ПРН 3.2
Уміння формулювати наукову проблему з огляду на стан її наукової розробки та сучасні наукові тенденції.	ПРН 4.1 ПРН 4.4
Уміння формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми.	
Уміння аналізувати наукові праці в галузі інформаційних технологій, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання.	
Уміння здійснювати моніторинг наукових джерел інформації відносно досліджуваної проблеми.	
Уміння визначати інформаційну цінність джерел шляхом порівняльного аналізу з іншими джерелами.	
Здатність кваліфіковано відображати результати наукових досліджень у наукових статтях у фахових виданнях, вести конструктивний діалог з рецензентами та редакторами.	
Здатність ініціювати наукові та інноваційні комплексні проекти в галузі інформаційних технологій, лідерство та автономність під час їх реалізації.	
Здатність приймати обґрунтовані рішення, мотивувати людей та рухатися до спільної мети.	

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- залік;
- виконання практичних робіт;
- виконання індивідуальних та групових завдань;
- презентація результатів виконаної індивідуальної роботи студента.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: виступ на семінарських заняттях, виконання практичних робіт, презентація та захист групових проєктів.

Модульне контрольне оцінювання: контрольна робота.

Контроль самостійної роботи: перевірка виконаних завдань на практичних заняттях, перевірка домашніх завдань.

Підсумковий семестровий контроль: залік.

Під час оцінювання індивідуальної роботи враховується самостійність, творчий підхід, правильність виконання завдань та максимальне залучення при цьому всіх доступних програмних ресурсів.

Основні форми та методи організації навчального процесу, під час викладання дисципліни «Спектральний аналіз дискретних нейрофункцій»:

- Словесні: лекція, бесіда, обговорення.
- Наочні: ілюстрація, демонстрація (з використанням фотоілюстрацій, таблиць та схем, електронних презентацій).
- Практичні: опитування на практичних заняттях; виконання практичних завдань; виконання індивідуальних завдань; контрольні роботи.
- Інтерактивні методи навчання.

Викладач використовує наступні групи методик контролю знань аспірантів, які вивчають дисципліну «Спектральний аналіз дискретних нейрофункцій»:

1. Методи усного контролю: відповідь здобувача на окреме питання теми практичного заняття; запитально-відповідна бесіда під час роз'яснення проблемного питання на практичному занятті.
2. Методи практичного контролю: перевірка правильності виконання практичних завдань, іспит, який включає у себе практичні завдання.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль)

Поточне тестування та самостійна робота							Модульна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	50	100
6	8	8	8	6	8	6		

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття	15	30
Виконання індивідуальних завдань	7	10
Виконання та презентація групових завдань	2	10
Модульна контрольна робота	1	50
Разом		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи.

Модульна контрольна робота проводиться у формі практичних завдань, які виконуються в аудиторії. Варіант модульної контрольної роботи складається з двох блоків.

Перший блок складається з теоретичних питань (25 балів).

Другий блок присвячений розв'язанню задач (25 балів).

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Відповідно до *«Положення про порядок та методику проведення семестрових (курсів) екзаменів і заліків в Ужгородському національному університеті»* (затверджено Наказом Ректора ДВНЗ «УжНУ» № 698/01-17 від 08.05.2015 р.), знання здобувачів оцінюється як з теоретичної, так і з практичної підготовки за такими критеріями:

оцінку «відмінно» (90-100 балів, А) заслуговує здобувач, який:

- всебічно і глибоко володіє навчально-програмовим матеріалом;
- вміє самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, використовує набуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях;
- засвоїв основну і ознайомлений з додатковою літературою, яка рекомендована програмою;
- засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни та усвідомлює їх значення для професії, яку він набуває;
- вільно висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища і факти, виявляючи особистісну позицію;
- самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, виявив творчі здібності і використовує їх при вивченні навчально-програмового матеріалу, проявив нахил до наукової роботи.

оцінку «добре» (82-89 балів, В) – заслуговує здобувач, який:

- повністю опанував і вільно (самостійно) володіє навчально-програмовим матеріалом, в тому числі застосовує його на практиці, має системні знання в достатньому обсязі відповідно до навчально-програмового матеріалу, аргументовано використовує їх у різних ситуаціях;
- має здатність до самостійного пошуку інформації, а також до аналізу, постановки і розв'язування проблем професійного спрямування;
- під час відповіді допустив деякі неточності, які самостійно виправив, добирас переконливі аргументи на підтвердження вивченого матеріалу;

оцінку «добре» (74-81 бал, С) заслуговує здобувач, який:

- в цілому навчальну програму засвоїв, але відповідає на екзамені з певною кількістю помилок;
- вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому самостійно застосовувати на практиці, контролювати власну діяльність;
- опанував навчально-програмовий матеріал, успішно виконав завдання, передбачені програмою, засвоїв основну літературу, яка рекомендована програмою;

оцінку «задовільно» (64-73 бали, D) – заслуговує здобувач, який:

- знає основний навчально-програмовий матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії;
- виконує завдання непогано, але зі значною кількістю помилок;
- ознайомлений з основною літературою, яка рекомендована програмою;
- допускає на заняттях чи екзамені помилки при виконанні завдань, але під керівництвом викладача знаходить шляхи їх усунення.

оцінку «задовільно» (60-63 бали, E) – заслуговує здобувач, який:

- володіє основним навчально-програмовим матеріалом в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії, а виконання завдань задовольняє мінімальні критерії. Знання мають репродуктивний характер.

оцінка «незадовільно» (35-59 балів, FX) – виставляється здобувачу, який:

виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

оцінка «незадовільно» (35 балів, F) – виставляється здобувачу, який:

- володіє навчальним матеріалом тільки на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів або не володіє зовсім;
- допускає грубі помилки при виконанні завдань, передбачених програмою;
- не може продовжувати навчання і не готовий до професійної діяльності після закінчення університету без повторного вивчення даної дисципліни.

При виставленні оцінки враховуються результати навчальної роботи здобувача протягом семестру.

Таблиця відповідності оцінок за різними шкалами

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		Диференційована	Недиференційована
90 – 100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	незараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Критерії реалізованості булевих функцій одним нейронним елементом з пороговою функцією активації.

Тема 2. Інваріантні операції над булевими нейрофункціями. Про розклад булевих нейрофункцій за аргументами.

Тема 3. Синтез нейронних елементів за допомогою їх характеристичних векторів.

Тема 4. Синтез нейронних елементів методом апроксимації.

Тема 5. Ітераційні методи синтезу нейронних елементів.

Тема 6. Скінченне поле Галуа.

Тема 7. Характери скінченних груп над полем комплексних чисел та над полем Галуа. Теорема про лінійну незалежність характерів.

Тема 8. Критерії реалізованості дискретних функцій одним багатозначним нейронним елементом над полем Галуа.

Тема 9. Спектральний метод синтезу багатозначних нейронних елементів над полем Галуа.

Тема 10. Інваріантні операції над дискретними нейрофункціями над полем Галуа.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Семестр 1												
Тема 1. Критерії реалізованості булевих функцій одним нейронним елементом з пороговою функцією активації. Теореми Чоу.	10	2	2			7	10	2	2			9
Тема 2. Інваріантні операції над булевими нейрофункціями. Про розклад булевих нейрофункцій за аргументами.	10	2	2			7	10	2	2			9
Тема 3. Синтез нейронних елементів за допомогою їх характеристичних векторів.	10	2	2			7	10	2				9
Тема 4. Синтез нейронних елементів методом апроксимації.	10	2	2			7	10	2	2			9
Тема 5. Ітераційні методи синтезу нейронних елементів.	10	2	1			7	10					9
Тема 6. Скінченне поле Галуа.	11	2	1			7	11					9
Тема 7. Характеристичні циклічні і абелеві групи над полем комплексних чисел та над полем Галуа. Теорема про лінійну незалежність характерів.	11	2	1			7	11					9
Тема 8. Критерії реалізованості дискретних функцій одним багатозначним нейронним елементом над полем	11	2	1			7	11					9
Тема 9. Спектральний метод синтезу багатозначних нейронних елементів над полем Галуа.	11	3	2			6	11					10

Тема 10. Інваріантні операції над дискретними нейрофункціями над полем Галуа.	11	3	2			6	11					10
Усього годин	105	22	16			68	105	8	6			92

6.3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Скінченне поле Галуа.	2	2
2	Характери циклічних і абелевих груп над полем комплексних чисел та над полем Галуа. Теорема про лінійну незалежність характерів.	2	2
3	Критерії реалізованості булевих функцій одним нейронним елементом з пороговою функцією активації.	2	
4	Синтез нейронних елементів за допомогою характеристичних векторів.	2	2
5	Синтез нейронних елементів методом апроксимації.	1	
6	Ітераційний метод синтезу нейронних елементів	1	
7	Інваріантні операції над булевими нейрофункціями. Про розклад булевих нейрофункцій за аргументами.	1	
8	Спектр дискретних функцій над полем Галуа.	1	
9	Критерії реалізованості дискретних функцій одним багатозначним нейронним елементом над полем Галуа.	2	
10	Інваріантні операції над дискретними нейрофункціями.	2	
Усього		16	6

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Характери скінченних груп над полем комплексних чисел та над полем Галуа. Теорема про лінійну незалежність характерів.	10	13
2	Критерії реалізованості булевих функцій одним нейронним елементом з пороговою функцією активації.	10	13
3	Методи синтезу нейронних елементів	10	13
4	Інваріантні операції над булевими нейрофункціями. Про розклад булевих нейрофункцій за аргументами.	10	13
5	Спектр дискретних функцій над полем Галуа.	10	13
6	Критерії реалізованості дискретних функцій одним багатозначним нейронним елементом над полем Галуа.	9	13
7	Інваріантні операції над дискретними нейрофункціями.	9	13

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: комп'ютер, інтерактивна дошка, проектор, мобільний телефон.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Базові джерела:

1. Омату, С. Нейроуправление и его приложения / С. Омату, М. Халид, Р. Юсоф.- М.: ИПРЖ, 2000.-272с.
2. Комарцова, Л.Г. Нейрокомпьютеры / Л.Г. Комарцова, А.В. Максимов.-М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000.-318с.
3. Комашинский, В.И. Нейронные сети и их применение в системе управления и связи / В.И. Комашинский, Д.А. Смирнов. М. : Горячая линия-Телеком, 2002.-96с.
4. Дертоузос, м. Пороговая логика / М. Дертоузос.-М. : Мир, 1967.-342с.
5. Гече, Ф. Аналіз дискретних функцій та синтез логічних схем у нейробазисі / Ф. Гече. - Ужгород: В-во В. Падяка, 210.-210с.
6. Кертис, Ч. Теория представлений конечных групп и ассоциативных алгебр / Ч. Кертис, И. Райнер. – М. : Наука, 1969. – 667 с.
7. Берлекемп, Э. Алгебраическая теория кодирования / Э. Берлекемп. – М. : Мир, 1971. – 477 с.
8. Галушкин А.Н. Теория нейронных сетей / А.Н. Галушкин. – М.: ИПРРЖР, 2000. – 325с.
9. Амосов Н. М. Нейрокомпьютеры и интеллектуальные роботы / Н. М. Амосов, Т. М. Байдык, А. Д. Гольцев и др. – К.: Наукова Думка, 1991. – 420с.
10. Байдык Т.Н. Нейронные сети и задачи искусственного интеллекта / Т. Н. Байдык. – К.: Наукова Думка, 2001. – 375с.
11. Aizenberg I. Complex-Valued Neural Networks with Multi-Valued Neurons / I. Aizenberg.– Berlin/Heidelberg: Springer, 2011. – 264 p.
12. Aizenberg I. A Modified Learning Algorithm for the Multilayer Neural Network with Multi-Valued Neuron Based on the Complex OR Decomposition / I. Aizenberg, A. Luchano, S. Manetti // Soft Computing. – 2012.– Vol. 16.– № 4. – P. 563-575.
13. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – 2-е изд. – М.: Вильямс-Телеком, 2006. – 1104 с.

**Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «___» _____ 20___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «___» _____ 20___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)