



# СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ ГІБРИДНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>122 Комп'ютерні науки</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерні науки</i>
Статус дисципліни	<i>вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>І курс, 2-й семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин / 5 кредитів ЄКТС (лекції – 36 год., лабораторні заняття – 36 год., СРС – 78 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен, МКР, РГР</i>
2	<i><a href="https://schedule.kpi.ua/">https://schedule.kpi.ua/</a> 2 год лекційних та 2 год лабораторних робіт на тиждень</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції та семінари проводять: докт. техн. наук, професор, професор кафедри ШІ, Чумаченко Олена Іллівна, <a href="mailto:eliranvik@gmail.com">eliranvik@gmail.com</a></i>
Розміщення курсу	<i>Платформа дистанційного навчання "Сікорський"</i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Метою дисципліни є вивчення методів, алгоритмів структурно-параметричного синтезу гібридних нейронних мереж та їх застосування в системах класифікації, апроксимації, прийняття рішень, прогнозування, управління в економіці, фінансовій та соціальній сфері

У процесі навчання магістрант має оволодіти такими компетентностями:

ФК 1 Усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук.

*ФК 6 Здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук.*

*ФК 17 Здатність вибрати адекватні методи і технології обчислювального інтелекту та машинного навчання, включаючи методи глибокого навчання, еволюційного моделювання, генетичні алгоритми, та використовувати їх для вирішення задач прогнозування, керування, прийняття рішень, класифікації та інтелектуального аналізу даних в умовах невизначеності та неповної інформації.*

*По завершенню курсу магістр має набути такі програмні результати навчання:*

*ПРН 1 Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань.*

*ПРН 2 Мати спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур.*

*ПРН 16 Виконувати дослідження у сфері комп'ютерних наук.*

*ПРН 19 Аналізувати сучасний стан і світові тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій.*

*ПРН 26 Застосовувати технології обчислювального інтелекту та інтелектуального аналізу даних, зокрема, нейронні мережі, нечіткі нейронні мережі, нейронні мережі глибокого навчання, методи машинного навчання для проектування та адаптації інтелектуальних систем прийняття рішень в різних предметних сферах.*

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

Курс “Структурно-параметричний синтез гібридних нейронних мереж” є одним із завершальних курсів професійної підготовки магістрів спеціальності Комп'ютерні науки.

Цей курс підсумовує раніше прочитані спеціальні дисципліни в напрямку теорії та систем прийняття рішень і дає систематизоване детальне викладання основ теорії, методів та засобів побудови систем обчислювального інтелекту та їх застосування в системах прийняття рішень в економіці, бізнесі та фінансовій сфері.

Матеріали курсу широко використовуються для написання магістерської дисертації.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Освітній компонент охоплює теми, подані нижче.

### **Розділ 1. Гібридні нейронні мережі та принципи їх побудови**

### **Розділ 2. Побудова гібридних нейронних мереж на основі використання нейронів різних типів**

### **Розділ 3. Побудова гібридних нейронних мереж на основі використання нейронних мереж різних типів**

### **Розділ 4. Структурно-параметричний синтез ансамблю модулів гібридних нейронних мереж**

## Розділ 5. Гібридні нейронні мережі глибокого навчання

### 4. Навчальні матеріали та ресурси

#### 1. Базова

1. Michael Z. Zgurovsky, Victor M. Sineglazov, Olena I. Chumachenko Artificial Intelligence Systems Based on Hybrid Neural Networks 520 p .Springer (НТБ ім. Г.І. Денисенка)
2. Синєглазов В.М., Чумаченко О.І. Інтелектуальне управління дорожнім рухом. К.: Освіта України, 2013. – 194 с. (НТБ ім. Г.І. Денисенка)
3. M. Zgurovsky, Yu. Zaychenko. Fundamentals of computational intelligence - System approach. Springer. 2016. - 275 p. (НТБ ім. Г.І. Денисенка)
4. Zgurovsky M. , Zaychenko Yu. Big Data: Conceptual Analysis and Applications. Springer Nature Switzerland AG. 2019. -275 p. (НТБ ім. Г.І. Денисенка)

#### 2. Допоміжна

1. Синєглазов В.М., Чумаченко О. І., Горбатюк В. С. Інтелектуальні методи прогнозування. К.: Освіта України, 2013. – 236 с. (за запитом викладачу)
2. Yuri Zaychenko . Problem Of Fuzzy Portfolio Optimization Under Uncertainty And Its Solution With Application Of Forecasting Methods . Scholar Press. - 2015. - 54 p. (доступ за запитом НТБ ім. Г.І. Денисенка)
3. Системи і методи підтримки прийняття рішень [Електронний ресурс] : підручник для здобувачів ступеня магістра за спеціальністю 124 Системний аналіз / П. І. Бідюк, О. Л. Тимощук, А. Є. Коваленко, Л. О. Коршевнік ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,13 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського 2022. – 610 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48418>

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

#### Лекції

Найменування теми	Лекції
Тема 1.1. Необхідність створення гібридних нейронних мереж	Лекція 1
1.1.1 Штучний інтелект та його можливості	
1.1.2 Два підходи до створення гібридних нейронних мереж	
1.1.3 Особливості навчання гібридних нейронних мереж	
Тема 1.2. Класифікація штучних нейронних мереж	
Тема 1.3. Класифікація штучних нейронів	
Тема 1.4. Огляд топологій гібридних нейронних мереж	
Загальна постановка задачі	Лекція 2
Тема 1.5. Критерії оцінювання ефективності нейронних мереж	
Тема 2.1. Загальна постановка задачі побудови гібридних нейронних мереж на основі використання нейронів різних типів	
Тема 2.2. Принципи побудови штучного нейрону sign_pieewise та особливості його використання	Лекція 3
Тема 2.3. Методологія побудови гібридних нейронних мереж на основі використання нейронів різних типів	Лекція 4
Тема 2.4. Приклади побудови гібридних нейронних мереж на основі використання нейронів різних типів	Лекція 5

Тема 3.1. Методологія побудова гібридних нейронних мереж на основі використання нейронних мереж різних типів	Лекція 6
Тема 3.2 Оптимальний вибір топології базової штучної нейронної мережі	Лекція 7
Тема 3.3. Субоптимальна модифікація базової нейронної мережі. Використання алгоритму багатокритеріальної оптимізації для субоптимальної модифікації базової нейронної мережі. Адаптивного алгоритму об'єднання та нарощування	Лекція 8
Тема 3.4. Метод структурно-параметричного синтезу модуля гібридних нейронних мереж	Лекція 9
3.4.1 Визначення структури модуля гібридних нейронних мереж	
3.4.2. Метод навчання модуля нейронних мереж	
3.4.3. Модуль на основі мережі Кохонена і базової нейронної мережі	
3.4.4. Модуль на основі базової і МГУА-нейронних мереж	
Тема 4.1. Огляд методів побудови ансамблів штучних нейронних мереж	Лекція 10
Тема 4.2. Послідовне, паралельне, з'єднання модулів. Послідовно-паралельна структура ансамблю модулів нейронних мереж	Лекція 11
Тема 4.3. Побудова архітектури ансамблів модулів нейронних мереж	Лекція 12
Тема 4.4. Алгоритм спрощення	Лекція 13
Тема 5.1. Глибоке навчання як засіб підвищення ефективності нейронних мереж	Лекція 14
Тема 5.2. Метод визначення структури нейронної мережі глибокого навчання	Лекція 15
Тема 5.3 Комбінований алгоритм визначення структури нейронної мережі глибокого навчання.	Лекція 16
Тема 5.4. Особливості розрахунку оптимальних структур глибоких нейронних мереж	Лекція 17
Тема 5.5. Приклад розрахунку оптимальної структури мережі глибокої довіри	Лекція 18

### Лабораторні роботи

№ п/п	Найменування лабораторних робіт	Кількість годин
Пр. №1	Структурно-параметричний синтез гібридних нейронних мереж на основі використання нейронів різних типів	4
Пр. №2	Структурно-параметричний синтез гібридних нейронних мереж на основі використання нейронних мереж різних типів	6
Пр. №3	Структурно-параметричний синтез модуля гібридних нейронних мереж	4
Пр. №4	Структурно-параметричний синтез модуля гібридних нейронних мереж на основі мережі Кохонена і базової нейронної мережі	4
Пр. №5	Структурно-параметричний синтез модуля гібридних нейронних мереж на основі базової і МГУА-нейронних мереж	6
Пр. №6	Структурно-параметричний синтез ансамблю модулів гібридних нейронних мереж	6

## Дидактичні методи

### На лекційних

заняттях Лекція, пояснення, мозковий штурм, проблемні завдання.

### На

### лабораторних

заняттях Завдання до виконання. опитування та тестування студентів

## 6. Самостійна робота магістранта

*Дисципліна охоплює такі складники самостійної роботи студента з підготування до аудиторних занять на теоретичні і практичні теми, а саме підготування до поточних опитувань, підготування до лабораторних робіт.*

*Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій і фіксувати основні результати практичних занять.*

*Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання прийомів і алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота, що дозволяє перетворити отримані знання в об'єкт власної діяльності. Самостійна робота включає в себе огляд та читання літератури (10 год), виконання звітів з лабораторних робіт та підготовку до їх захисту(10год), підготовку до лекцій(9 год) підготовку до МКР ( 4 год), написання РГР (15 год), підготовку до іспиту ( 30 год).*

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

**Відвідування занять.** Відсутність на аудиторному занятті не передбачає нарахування штрафних балів, оскільки фінальний рейтинговий бал студента формується виключно на основі оцінювання результатів навчання. Разом з тим, обговорення результатів виконання тематичних завдань, а також презентація / публічний виступ та участь у обговореннях та доповнення на семінарах оцінюватимуться під час аудиторних занять.

Для активної участі у роботі семінару студент готується за рекомендованою викладачем до певного семінарського заняття літературою. Участь у роботі семінару також передбачає підготування доповідей та співдоповідей у межах усіх занять.

**Пропущені контрольні заходи оцінювання.** Кожен студент має право відпрацювати пропущені з поважної причини (лікарняний, мобільність тощо) заняття за рахунок самостійної роботи. Детальніше за посиланням: <https://kpi.ua/files/n3277.pdf>.

**Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання.** Студент може підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право аргументовано оскаржити результати контрольних заходів, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного.

**Календарний контроль** проводиться з метою підвищення якості навчання студентів та моніторингу виконання студентом вимог силабусу.

<b>Критерій</b>		<b>Перший календарний контроль</b>	<b>Другий календарний контроль</b>
Термін календарного контролю		Тиждень 8	Тиждень 14
Умови отримання позитивної оцінки	Поточний рейтинг	≥ 10 балів	≥ 30 балів

**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>.

**Інклюзивне навчання.** Засвоєння знань та умінь в ході вивчення дисципліни «Сталий інноваційний розвиток» може бути доступним для більшості осіб з особливими освітніми потребами, окрім здобувачів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

**Навчання іноземною мовою.** У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до англомовних джерел.

Підготування до семінарських занять та контрольних заходів здійснюється під час самостійної роботи студентів з можливістю консультування з викладачем у визначений час консультацій або за допомогою електронного листування (електронна пошта, месенджери).

**Рекомендовані методи навчання:** проектний метод, імітаційні вправи, презентація та опитування студентів

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

Поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий), лабораторні роботи.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Рейтингова система оцінювання включає всі види тестування: МКР, активність на лабораторних заняттях та якість захисту лабораторних робіт, виконання РГР. Кожний студент отримує свій підсумковий рейтинг з дисципліни.

Рейтинг студента з кредитного модуля у сьомому семестрі складається з балів, які він отримує за:

- написання модульної контрольної роботи;
- робота на лабораторних заняттях та захист лабораторних робіт;
- відвідування лекцій та написання конспекту під час лекцій;
- виконання РГР;
- відповіді на екзамені.

**Система рейтингових (вагових) балів та критеріїв оцінювання:**

<b>Метод оцінювання</b>	<b>Кількість</b>	<b>Мінімальна оцінка в балах</b>	<b>Максимальна оцінка в балах</b>
-------------------------	------------------	----------------------------------	-----------------------------------

<b>Лабораторні роботи</b>	7	14	28
<b>Модульна контрольна робота</b>	1	0	20
<b>РГР</b>	1	6	12
<b>Стартовий рейтинг</b>		<b>20</b>	<b>60</b>
<b>Іспит</b>	1		<b>40</b>
<b>Підсумковий рейтинг</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

**Сума стартових балів та балів за екзамен/ залік переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:**

100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

не зарахована ...  
або

стартовий рейтинг  
менше 20 балів

Не допущено

Модульна контрольна робота:

МКР модуль 1

1. В чому полягає необхідність створення гібридних нейронних мереж?
2. Визначити різницю між двома підходами до створення гібридних нейронних мереж
3. Навести ознаки різних класів штучних нейронних мереж
4. Визначити принципи побудови різних типів штучних нейронів
5. Визначити функціонал гібридних нейронних мереж різних топологій
6. До якого класу задач відноситься задача структурно-параметричного синтезу гібридних нейронних мереж
7. В чому полягають особливості штучного нейрону  $\text{sign\_piecewise}$
8. В чому полягає методологія побудови гібридних нейронних мереж на основі використання нейронів різних типів
9. Обґрунтувати необхідність побудови гібридних нейронних мереж на основі використання нейронних мереж різних типів
10. Сформулюйте постановку задачі оптимального вибору топології базової нейронної мережі
11. Багатокритеріальний генетичний алгоритм. Оператори генетичного алгоритма
12. Принцип Парето
13. Адаптивний алгоритм об'єднання та нарощування

МКР модуль 2

1. Визначення структури модуля гібридних нейронних мереж
2. Метод навчання модуля нейронних мереж

3. Модуль на основі мережі Кохонена і базової нейронної мережі
4. Огляд топологій гібридних нейронних мереж
5. Методи побудови ансамблів штучних нейронних мереж
6. Послідовне, паралельне, з'єднання модулів. Послідовно-паралельна структура ансамблю модулів нейронних мереж
7. Принцип побудови архітектури ансамблів модулів штучних нейронних мереж
8. Обґрунтувати необхідність використання критеріїв точності та різноманіття при побудові архітектури ансамблів модулів нейронних мереж
9. Алгоритм визначення рейтингу модулів нейронних мереж при побудові ансамблів
10. Алгоритм спрощення
11. Глибоке навчання як засіб підвищення ефективності нейронних мереж
12. Метод визначення структури нейронної мережі глибокого навчання
13. Комбінований алгоритм визначення структури нейронної мережі глибокого навчання.
14. Особливості розрахунку оптимальних структур глибоких нейронних мереж

Теми РГР:

1. Структурно-параметричний синтез побудови гібридних нейронних мереж на основі використання нейронів різних типів
2. Структурно-параметричний синтез гібридних нейронних мереж на основі використання нейронних мереж різних типів
3. Структурно-параметричний синтез ансамблів штучних нейронних мереж
4. Структурно-параметричний синтез гібридних нейронних мереж глибокого навчання

#### **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

Можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою. Виставлення оцінки за деякі контрольні заходи можливе шляхом перенесення результатів проходження вказаних та інших онлайн-курсів згідно Положення про порядок визнання результатів навчання, набутих студентами КПІ ім. Ігоря Сікорського у неформальній / інформальній освіті (<https://osvita.kpi.ua/node/179>).

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** д.т.н., професор, Чумаченко Олена Іллівна; к.т.н., доцент, Джигирей Ірина Миколаївна

**Ухвалено** кафедрою штучного інтелекту (протокол № 14 від 24.05.2023)

**Погоджено** Методичною комісією ННІПСА (протокол № 4 від 16.06.2023)