

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра оптоелектроніки та інформаційних технологій

Затверджено

На засіданні кафедри оптоелектроніки та
інформаційних технологій
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 6 від 29.08 2023 р.)

Завідувач кафедри:


Олег КУШНІР

Силабус з навчальної дисципліни
“Нейромережі та нечіткі нейромережі”,
що викладається в межах ОПП “Комп'ютерні науки”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 122 – Комп'ютерні науки

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Нейромережі та нечіткі нейромережі
Адреса викладання дисципліни	Корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Драгоманова 50, м. Львів, 79005, вул. Ген. Тарнавського 107, м. Львів, 79011
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій Кафедра оптоелектроніки та інформаційних технологій
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – інформаційні технології 122 – Комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Свелеба С.А., доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри оптоелектроніки та інформаційних технологій
Контактна інформація викладачів	serhiy.sveleba@lnu.edu.ua, https://electronics.lnu.edu.ua/employee/sveleba-serhij-andrijovych
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю): ауд. 213, корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, вул. Ген. Тарнавського 107, м. Львів. Також можливі он-лайн консультації через MS Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка курсу	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thread.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна “Нейромережі та нечіткі нейромережі” є вибірковою навчальною дисципліною з спеціальності 122 – Комп'ютерні науки для освітньої програми “Комп'ютерні науки”, яка викладається в 6-му семестрі в обсязі 5.5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Інформація про дисципліну	В курсі розглядаються базові поняття класифікація базових нейроархітектур по типу алгоритмів навчання та архітектури зв'язків, математичні моделі нейрона, типи функцій активації та їх властивості, вибір функцій активації для різноманітних задач розпізнавання та класифікації, навчання з учителем, навчаючі пари, принципи вибору навчаючих пар та їх вплив на процес навчання, можливості одношарових перцептронів, можливості багатошарових перцептронів для аналізу даних, вибір функції активації, двохшарові перцептрони, проблема функції заперечуючого АБО (XOR), подолання обмеження лінійної роздільності, градієнтне навчання багатошарових нейронів, метод зворотного (back-propagation) розповсюдження помилки, стохастичні методи навчання нейромереж, генетичні алгоритми навчання, адаптивна оптимізація архітектури мережі

<p>Мета та цілі дисципліни</p>	<p><i>Метою</i> оволодіти основними принципами використання нейромережевого підходу для вирішення задач класифікації, розпізнавання об'єктів та принципами побудови нейромереж різної структури для аналізу та обробки різноманітної інформації.</p> <p><i>Цілі:</i> набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень в питаннях застосування нейромережних технологій в рамках дисертаційного дослідження, відповідно до науково-освітньої кваліфікації «Доктор філософії». Зокрема, розвивати: здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології проектування нейронних мереж, проектувати архітектуру штучної нейронної мережі для вирішення конкретної прикладної задачі, виконувати підготовку даних для навчання, реалізувати процес навчання штучної нейронної мережі, здійснювати тестування нейронних мереж та проводити аналіз отриманих результатів.</p>
<p>Література для вивчення дисципліни</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Любунь З. М. Основи теорії нейромереж: Текст лекцій. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007.-142 с. 2. Могильний С. Б. Машинне навчання з використанням мікрокомп'ютерів: навч.-метод. посіб. / за ред. О. В. Лісового та ін. – К., 2019. – 226 с. Machine Nav4ann Mogilniy.pdf (man.gov.ua). 3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Штучні нейронні мережі. Ю.І. Дорофеев. – Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – 40 с. 4. Мандзій В.М. Розробка нової модифікації нейромережі Гопфілда для некорельованих зображень. ISSN 0474-8662. Відбір і обробка інформ.2004. Вип. 21(97). 100-105с. 5. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни “Технології розробки алгоритмів” для студентів денної та заочної форми навчання спеціальностей 6.050102 та 123 “Комп’ютерна інженерія”, 6.170103 та 125 “Кібербезпека” / уклад. Гермак В.С.; Кропивницький: ЦНТУ – 2018.– 81 с. 6. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Інженерія прикладних інтелектуально-орієнтованих програмних продуктів” для студентів спеціальностей 121 “Інженерія програмного забезпечення” та 122 “Комп’ютерні науки та інформаційні технології” (всіх форм навчання) / В.М. Льовкін. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2016. – 80 с. 7. Руденко, О. Г. Штучні нейронні мережі / О. Г. Руденко, Є. В. Бодяньський. – Харків : Компанія СМІТ, 2006. – 404 с. 8. Субботін С. О. Нейронні мережі : теорія та практика: навч. по-сіб. / С. О. Субботін. – Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. – 184 с. 9. Mykel J. Kochenderfer, Tim A. Wheeler Algorithms for Optimization/ Mykel J. Kochenderfer, Tim A. Wheeler – The MIT Press.-2019.- 520p.
<p>Обсяг курсу</p>	<p>165 години аудиторних занять. З них 32 години лекцій, 32 години лабораторних робіт та 101 година самостійної роботи</p>

Очікувані результати навчання	<p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен <i>Знати</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Переваги та проблеми при використанні нейромереж при обробці інформації; • Особливості використання нейромережевого підходу для вирішення різноманітних задач опрацювання інформації. <p><i>Вміти</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • створювати емулятори та проводити аналіз роботи простих нейромереж; • мати навички експлуатації програм емуляції нейромережевих структур обробки інформації.
Ключові слова	нейрон, масиви, функцій активації, одношаровий псевдотрон, багатошаровий псевдотрон, навчання без вчителя, нейромережі із зворотніми зв'язками. навчання з підкріпленням, згортка в нейромерах.
Формат курсу	Очний
Теми	<p>Тема 1. Людський мозок та штучні нейронні мережі.</p> <p>Тема 2. Загальні принципи роботи і навчання нейрокомп'ютерів.</p> <p>Тема 3. Математичні моделі нейрона.</p> <p>Тема 4. Навчання з учителем. Можливості одношарових псевдотронів.</p> <p>Тема 5. Можливості багатошарових псевдотронів.</p> <p>Тема 6. Градієнтне навчання багатошарових нейронів.</p> <p>Тема 7. Стохастичні навчання багатошарових нейронів.</p> <p>Тема 8. Прототипи задач.</p> <p>Тема 9. Мережі зустрічного поширення.</p> <p>Тема 10. Нейромережі із зворотніми зв'язками.</p> <p>Тема 11. Інші парадигми нейромереж.</p> <p>Тема 12. Навчання з підкріпленням.</p> <p>Тема 13. Згортка в нейромерах.</p> <p>Тема 14. Нейромережа і емуляція абстрактних класів.</p>
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру
Пререквізити	<p>Для вивчення даного курсу студентам потрібні базові знання з курсів:</p> <ul style="list-style-type: none"> - дискретна математика; - теорія алгоритмів; - алгоритмізація і програмування.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Інформаційні методи (лекція, бесіда, ілюстрація, демонстрація); дедуктивні методи на основі узагальнень; евристичні методи (проблемна лекція); інтерактивні методи).
Необхідне обладнання	<p>Для проведення лекційних занять:</p> <ul style="list-style-type: none"> • монітор TFT 23"; • системний блок (процесор Intel i5-6500, 8GB оперативної пам'яті, HDD 256GB); • мультимедійне обладнання (проектор, проекційний екран, дошка

	<p>настінна, звуковий підсилювач та аудіосистема);</p> <ul style="list-style-type: none"> • комутатор мережевий для доступу до мережі Internet. <p>Для проведення лабораторних занять:</p> <ul style="list-style-type: none"> • комп'ютерна лабораторія з 12-14 робочими місцями; • монітори TFT 23"; • системні блоки (процесор Intel i5-6500, 8GB оперативної пам'яті, HDD 256GB); • мультимедійне обладнання (проектор, проєкційний екран, дошка настінна, звуковий підсилювач та аудіосистема); • комутатор мережевий для доступу до мережі Internet. <p>Необхідне програмне забезпечення:</p> <ul style="list-style-type: none"> • операційна система Microsoft Windows; • операційна система macOS • середовище розробки на мові програмування Python: PyCharm, Visual Studio Code (VSCode), Notepad++; • бібліотеки Python (numpy версія 1.23.5, matplotlib версії 3.7.1, scipy версія 1.7.3; • пакет програмного забезпечення Python 3.4-3.12;
<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Змістовий модуль 1: до 20 балів за виконання модульного завдання – написання есе за обраною тематикою з переліку. • Змістовий модуль 2: до 20 балів за виконання модульного завдання – написання есе за обраною тематикою з переліку. • Виконання лабораторних робіт: до 60 балів. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Змістовий модуль – самостійна робота студента оформлена у вигляді есе – робота друкованим текстом, рекомендованим обсягом до 10 сторінок (шрифт Times New Roman, 14). Есе включає в себе детальний розгляд обраної індивідуальної теми, приведення прикладів та лістингів коду програм, огляду технологій, літератури. Код програм повинен бути обов'язково прокоментований та пояснений, необхідно також продемонструвати його роботу у разі, якщо в якості прикладу наводяться не окремі елементи технології, а суцільна програма. Есе також повинно містити посилання на літературні джерела/інтернет ресурси, що були використані під час його написання. Фінальна версія есе здається студентом у електронному форматі .pdf викладачу для оцінки. Темі для змістових модулів див. у розділі Питання до модульного контролю.</p> <p>Академічна добросесність: Очікується, що роботи студентів будуть оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування та втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недобросесності. Виявлення ознак академічної недобросесності в написанні завдань є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Жодні форми порушення академічної добросесності не толеруються.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі</p>

студенти відвідають усі лекції та лабораторні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів робіт, передбачених курсом.

Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.

Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані при поточному контролі та бали за виконання лабораторних робіт. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.

Оцінювання лабораторних робіт (12 лабораторних робіт, максимальна кількість балів: 60) відбувається шляхом оцінки роботи студента під час проведення лабораторної роботи в аудиторії (0-3 балів за одну роботу) та захисту звіту по виконаній лабораторній роботі (0-2 балів за одну роботу).

Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:

5 – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання;

4 – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал та принципи написаного ним коду програми, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання (або з несуттєвими недоліками);

3 – студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, вагається та надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує неточно, або з помірними недоліками;

2 – студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, студент в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, код програми функціонує з суттєвими недоліками;

1 - студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, код програми не функціонує належним чином;

0 - студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, написаний ним код програми не відповідає темі/не функціонує взагалі.

Оцінювання змістових модулів (2 змістових модулі, 20 балів за кожний) — за результатами написаних студентом есе, тестів, програм, тощо.

Бали оцінювання змістових модулів нараховуються за наступним співвідношенням:

20 - 16 - розглянута тема відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно, містить аналіз і систематизацію, аргументовані висновки. Засвідчено глибоке володіння матеріалом. Наведені приклади коду повністю робочі та відповідають темі. Можуть бути присутні несуттєві помилки та невідповідності;

16 - 12 - відтворюється значна частина розглянутої теми. Виявлено знання і

	<p>розуміння основних положень навчальної дисципліни, проте присутні неточності та/або невідповідності основній темі. Наведені приклади коду частково робочі, проте в загальному відповідають темі;</p> <p>12 - 8 - відстежується загальне розуміння розглянутої теми. Виявлені множинні неточності та невідповідності, пояснення наведеного коду відсутні, код функціонує із значними неточностями (або відсутні приклади запуску коду на виконання взагалі);</p> <p>8 - 4 – студент погано розуміє розглянуту тему. Виявлені суттєві неточності та невідповідності. Наведені приклади коду з суттєвими недоліками, або не відповідають темі;</p> <p>4 – 0 – студент взагалі не розуміє розглянуту тему. Тему не розкрито, кількість викладеного матеріалу не відповідає загальним нормам обраного виду роботи. Наведений код не робочий, або відсутній як такий.</p> <p>Критерії оцінювання результатів неформальної освіти: Нарахування балів відбувається за написання студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, участь у діяльності наукових гуртків, участь у наукових семінарах та круглих столах, конкурсах, участь у заходах неформальної освіти за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Prometheus тощо), курсах на провідних ІТ компаніях за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни.</p>
--	--

<p>Питання до модульного контролю</p>	<p>Фізіологічні основи функціонування мозку. Біологічний нейрон як основа мозку, властивості нейрона. Людський мозок як пристрій обробки та збереження інформації. Штучний нейрон. Математичні моделі нейрона. Нейронні мережі основні поняття. Поняття про нейрокомпютери та нейроемулатори. Області використання нейромереж.. Загальні принципи роботи і навчання нейрокомпютерів: коннекціонізм, локальність, паралелізм, навчання на основі даних, універсальність навчальних алгоритмів. Класифікація базових нейроархітектур по типу алгоритмів навчання та архітектури зв'язків. Навчання з учителем. Персептрони, можливості одношарових персептронів. Вибір функції активації. Двошарові персептрони. Проблема функції заперечуючого АБО (XOR). Подолання обмеження лінійної роздільності Градієнтне навчання багатошарових нейронів. Метод зворотного (back-propagation) розповсюдження помилки. Приклади алгоритмів розрахунку змін ваг мережі на основі градієнтів похибки (одно та двошаровий персептрон. Проблема перенавчання мережі. Валідація навчання. Стохастичні методи навчання нейромереж. Навчання без вчителя. Пониження розмірності даних. Навчання без вчителя. Кластеризація даних. Правило навчання Хеба. Правило навчання Ойа. Кластеризація і квантування. Алгоритм Кохонена. Мережі зустрічного поширення. Навчання шару Кохенена. Навчання Шару Гросберга. Вибір початкових ваг. Стиснення даних. Нейромережі із зворотнім зв'язком. Нейромережа Хопфілда з точки зору теоретичної фізики: спінові стекла, Властивості асоціативної пам'яті побудованої на основі нейромережі Гопфілда у випадку некорельованих зображень. Властивості нейромережі Хопфілда при різних алгоритмах навчання. Завадостійкість мережі Хопфілда.</p>
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

**Схема курсу “ Нейромережі та нечіткі нейромережі ”
для студентів спеціальності 122 – Комп’ютерні науки**

Тиж .	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)* *лекція, самостійна, дискусія, групова робота)	Література.** * Ресурси вінтернеті	Завдання, год	Термін виконання
1	Людський мозок та штучні нейронні мережі. Біологічний нейрон та особливості його функціонування. Людський мозок як пристрій обробки та збереження інформації. Філософські проблеми створення штучного інтелекту. Області використання нейромереж. Використання нейромережевих програмних продуктів для вирішення проблем обробки зображень.	Лекція	[1], [2], [3],[8], [9], https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня
1	Вступне заняття. Робота в програмному середовищі.	Лабораторна робота		2	кінець поточного тижня
2	Загальні принципи роботи і навчання нейрокомп’ютерів. Загальні принципи роботи і навчання нейрокомп’ютерів: коннекціонізм, локальність, паралелізм, навчання на основі даних, універсальність навчаючих алгоритмів. Класифікація базових нейроархітектур по типу алгоритмів навчання та архітектури зв’язків.	Лекція	[1], [3], [9], https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня
2	<i>Лаб.1.</i> Реалізація логічних функцій за допомогою однеї нейронної мережі.	Лабораторна робота	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня
3	Математичні моделі нейрона. Математичні моделі нейрона. Типи функцій активації та їх властивості. Вибір функцій активації для різноманітних задач розпізнавання та класифікації.	Лекція	[1], [2], [9] https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня

			4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf		
3	<i>Лаб.2.</i> Вирішення задачі класифікації за допомогою однеї нейронної мережі.	Лабораторна робота	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня
4	Навчання з учителем. Можливості одношарових перцептронів. Навчання з учителем. Навчаючі пари. Принципи вибору навчаючих пар та їх вплив на процес навчання. Можливості одношарових перцептронів. Приклади задач.	Лекція	[1], [2], [9] https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня
4	<i>Лаб.3.</i> Дослідження залежності ефективності навчання нейромережі від зміни параметрів.	Лабораторна робота	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня
5	Можливості багатошарових перцептронів. Можливості багатошарових перцептронів для аналізу даних. Вибір функції активації. Двошарові перцептрони. Проблема функції заперечуючого АБО (XOR). Подолання обмеження лінійної роздільності	Лекція	[1], [2], [3] https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня
5	<i>Лаб.4.</i> Класифікація вхідного потоку даних, що складається з двох множин випадкових двохвимірних векторів із гаусівським законом розподілу.	Лабораторна робота	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-	2	кінець поточного тижня

			9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf		
6	Градiєнтне навчання багат шарових нейронiв. Градiєнтне навчання багат шарових нейронiв. Метод зворотного (back-propagation) розповсюдження помилки. Приклади алгоритмiв розрахунку змiн ваг мережi на основi градiєнтiв похибки.	Лекцiя	[1], [2], [3] https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кiнець поточного тижня
6	Модуль 1.	Модуль	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кiнець поточного тижня
7	Стохастичнi навчання багат шарових нейронiв. Стохастичнi методи навчання нейромереж. Генетичнi алгоритми навчання. Проблема перенавчання мережi. Адаптивна оптимiзацiя архiтектури мережi. Валiдацiя навчання.	Лекцiя	[1], [2], [3], [5] https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кiнець поточного тижня
7	<i>Лаб.5.</i> Класифiкацiя вхiдного потоку даних на задане число класiв	Лабораторнa робота	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кiнець поточного тижня
8	Прототипи задач. Навчання без вчителя. Прототипи задач: пониження розмiрностi даних. Кластеризацiя потоку даних. Нейрон – iндикатор. Правило навчання Хеба. Правило навчання Ойа. Кластеризацiя i квантування. Алгоритм Кохонена. Мережi радiального базису. Гiбридне навчання	Лекцiя	[1], [2], [6], [9] https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кiнець поточного тижня

			cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf		
8	Лаб.6. Апроксимація функціональних залежностей за допомогою з пошаровою структурою нейромереж.	Лабораторна робота	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня
9	Мережі зустрічного поширення. Мережі зустрічного поширення. Навчання шару Кохенена. Навчання Шару Гросберга. Вибір початкових ваг. Стиснення даних. Приклади задач.	Лекція	[1], [2], [3], [10] https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	4	Кінець поточного тижня
9	Лаб.7. Апроксимація функціональних залежностей за допомогою нейронної мережі з радіально-базисними функціями (РБФ).	Лабораторна робота	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня
10	Нейромережі із зворотніми зв'язками. Нейромережі із зворотніми зв'язками. Асоціативна пам'ять на основі мережі Гопфілда. Властивості нейромережі Гопфілда при різних алгоритмах навчання. Завадостійкість нейромережі Гопфілда	Лекція	[1], [2], [3] https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	4	кінець поточного тижня

10	Лаб.8. Ознайомлення з візуальним середовищем програмування. Перцептрон. Навчання перцептрона. Вирішення проблеми класифікації векторів	Лабораторна робота	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня
11	Інші парадигми нейромереж. Інші парадигми нейромереж. Перспективи подальшого розвитку нейромережевого підходу до вирішення задач науки і техніки.	Лекція	[1], [2], [3] https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня
11	Лаб.9. Моделювання лінійних мереж. Рішення завдання спостереження за нестационарних сигналом.	Лабораторна робота	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня
12	Навчання з підкріпленням. Основи навчання з підкріпленням, навчання з підкріпленням і навчання з учителем, реальні приклади навчання з підкріпленням, будівельні блоки навчання з підкріпленням, створення програмного середовища, створення агента навчання.	Лекція	[1], [2], [4], [8] https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня
12	Модуль 2	Модуль	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня

13	Згортка в нейромерах. Архітектура згорткової нейронної мережі, гібридні архітектури нейронних мереж, шаблон архітектури згорткової нейронної мережі, шари згортки, параметри та гіперпараметри мережі, максимальні та усереднені шари підвибірки, техніка dropout, техніка batch-normalization, класифікатор, Softmax.		[3], [6], [7], [8] https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня
13	<i>Лаб.10.</i> Створення нейронної мережі з прямої передачею інформації. Алгоритми навчання нейронних мереж.	Лабораторна робота	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня
14	Нейромережа і емуляція абстрактних класів. Встановлення мета класу, створення абстрактного класу, створення передавальних функцій.		[3], [5], [7], [9] https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня
	<i>Лаб.11.</i> Дослідження самоорганізуючих шарів Кохонена	Лабораторна робота	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня
15	<i>Лаб.12.</i> Створення нейронної мережі з допомогою емулятора абстрактних класів.	Лабораторна робота	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajQD9bBXgL-jB8RhJah684Kb5DTjo6ZPWshTQDNno0ok1%40thead.tacv2/conversations?groupId=d27bcf82-f07d-4fea-9b0f-cb2e134ccd39&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf	2	кінець поточного тижня