

**Одеська національна академія зв'язку ім. О. С. Попова**  
**Кафедра «Інформаційних технологій»**

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Назва курсу</b>        | <b>Машинне навчання</b>   |
| <b>Викладачі</b>          | д. т. н., проф. Романюк Вадим Васильович  |
| <b>Контактний телефон</b> | 705-04-42   |
| <b>E-mail:</b>            | vadim.romaniuk@onat.edu.ua  |
| <b>Консультації</b>       | Семестр 1.1: ауд. 252, Пт. 15.00-16.20; Семестр 1.2: ауд. 243, Пт. 15.00-16.20; |

### **1. Анотація до курсу**

Навчальна дисципліна «Машинне навчання» призначена підготовці студентів другого ступеня вищої освіти за спеціальністю 121 *Інженерія програмного забезпечення*.

Теорія навчання машин перебуває на стику прикладної статистики, чисельних методів оптимізації, моделювання систем, і за останні 20 років оформилася в самостійну інженерну дисципліну. Даний курс вводить в основні завдання теорії навчання: класифікація, кластеризація, регресія, зниження розмірності. Для вирішення цих завдань студенти вивчають методи, як класичні, так і нові, створені за останні 10–15 років. Курс балансує між глибоким розумінням математичних основ та прикладним інженерним застосуванням методів машинного навчання.

Усі методи викладаються за єдиною схемою:

- базові ідеї й евристики;
- формалізація методів та математична теорія;
- опис алгоритму у вигляді слабо формалізованого псевдокоду;
- аналіз переваг, недоліків і меж застосування;
- шляхи усунення недоліків;
- порівняння з іншими методами;
- розв'язок прикладних завдань.

### **2. Мета та цілі курсу**

Метою викладання навчальної дисципліни «Машинне навчання» є підготовка магістрів до ефективного застосування методів машинного навчання та оволодіння практичними навичками вирішення прикладних завдань інтелектуального аналізу даних.

Цілі курсу:

- оволодіння основними поняттями навчання машин;
- набуття фахових навичок формалізації задачі прийняття рішень та вибору відповідного методу рішення залежно від початкових даних;
- набуття практичних навичок побудови основних моделей машинного навчання;
- ознайомлення з сучасними програмними засобами розробки інтелектуальних систем;
- набуття практичних навичок по візуалізації даних та презентації отриманих результатів моделювання інтелектуальних систем.

### 3. Формат курсу

Навчальний курс «Машинне навчання» реалізується, як цикл лекційних і практичних занять, які знайомлять студентів із теоретичними основами та алгоритмами машинного навчання, їх можливими практичними реалізаціями й застосуванням в процесі вирішення реальних завдань. У рамках даного курсу студенти повинні отримати навички та компетенції для вирішення прикладних задач класифікації, кластеризації та прогнозування.

Під час навчання студенти магістратури відвідують лекційні та семінарські заняття, виконують практичні та лабораторні роботи з використанням комп'ютерного обладнання і програмного забезпечення. Студенти мають змогу отримувати індивідуальні консультації. Навчальний курс включає самостійну роботу студентів, що може бути забезпечена наявною обчислювальною технікою в комп'ютерних аудиторіях навчального закладу та використанням електронної бази даних кафедри.

### 4. Результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни «Машинне навчання» передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей:

#### загальних:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність спілкуватися іноземною мовою як усно, так і письмово;
- здатність проведення теоретичних та прикладних досліджень на відповідному рівні;
- здатність мотивувати людей та рухатися до спільної мети, працювати в команді співробітників;
- здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності);
- здатність удосконалювати свої навички на основі аналізу попереднього досвіду.
- здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- здатність управляти своїм часом та розуміти важливість дедлайнів.

#### фахових:

- здатність аналізувати предметні області, формувати, аналізувати та моделювати вимоги до програмного забезпечення;
- здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати проектні завдання, знаходити раціональні методи й підходи до їх розв'язання;
- здатність проектувати програмне забезпечення, включаючи проведення моделювання його архітектури, поведінки та процесів функціонування окремих підсистем і модулів;
- здатність розвивати і реалізовувати нові конкурентоспроможні ідеї в інженерії програмного забезпечення;
- здатність оцінювати ступінь обґрунтованості застосування специфікацій, стандартів, правил і рекомендацій в професійній галузі та дотримуватися їх при реалізації процесів життєвого циклу програмного забезпечення;
- здатність розробляти і координувати процеси, фази та ітерації життєвого циклу програмних систем на основі застосування відповідних моделей, методів та технологій розробки програмного забезпечення;

- здатність використовувати методи машинного навчання та роботи з big data, засоби штучного інтелекту для дослідження та аналізу процесів життєвого циклу програмного забезпечення;
- здатність аналізувати вимоги, розробляти та тестувати хмарні застосування, реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподілених обчислень, обирати відповідні архітектури та проектні шаблони проектування та інтеграції таких застосувань;
- здатність використовувати знання сучасних комп'ютерних та інформаційних технологій та інструментів інженерних і наукових досліджень, розрахунків, обробки та аналізу даних, моделювання та оптимізації.

Результати навчання даної дисципліни деталізують такі **програмні результати навчання**:

- знати і системно застосовувати методи аналізу та моделювання прикладної області, виявлення інформаційних потреб і збору вихідних даних для проектування програмного забезпечення;
- оцінювати і вибирати методи і моделі розробки, впровадження, експлуатації програмних засобів та управління ними на всіх етапах життєвого циклу;
- аналізувати, оцінювати і вибирати методи, сучасні програмно-апаратні інструментальні та обчислювальні засоби, технології, алгоритмічні та програмні рішення для ефективного виконання конкретних виробничих задач з програмної інженерії;
- обґрунтовано вибирати парадигми і мови програмування для вирішення прикладних завдань; застосовувати на практиці системні та спеціалізовані засоби, компонентні технології (платформи) та інтегровані середовища розробки програмного забезпечення;
- набувати нові наукові і професійні знання, вдосконалювати навички, прогнозувати розвиток програмних систем та інформаційних технологій;
- формулювати, експериментально підтверджувати, обґрунтовувати і застосовувати на практиці в процесі розробки програмного забезпечення конкурентоспроможні ідеї, методи, технології вирішення професійних, науково-технічних завдань в умовах невизначеності;
- здобувати необхідну інформацію з іншомовної літератури, аналізувати та вибирати необхідні для вирішення фахових наукових і прикладних задач інформаційно-довідкові та науково-технічні ресурси і джерела знань з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки, здійснювати різні види комунікації під час спілкування;
- проектувати та створювати програмні системи зберігання та обробки великих масивів даних, розробляти високонавантаженні системи обробки даних, використовувати методи штучного інтелекту та машинного навчання у вирішенні практичних завдань;
- організовувати командну роботу, управляти проектами, підбирати команду проекту, ефективно працювати в групі, визначати та розподіляти завдання з метою вирішення різноманітних дослідницьких та практичних завдань;
- знати і застосовувати на практиці архітектури та стандарти розподілених обчислень, концепції та технології паралельної обробки інформації при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення.

### 5. Обсяг курсу

| Вид заняття | лекції | практичні заняття | лабораторні заняття | самостійна робота |
|-------------|--------|-------------------|---------------------|-------------------|
| К-сть годин | 34     | 34                | 48                  | 154               |

### 6. Ознаки курсу

| Рік викладання | Семестр  | Спеціальність                      | Курс, (рік навчання) | Нормативний\вибірковий |
|----------------|----------|------------------------------------|----------------------|------------------------|
| 2020-2021      | 1.1, 1.2 | Інженерія програмного забезпечення | 1                    | н                      |

### 7. Технічне й програмне забезпечення /обладнання

Студенти отримують практичні навички програмної реалізації шаблонів, основних принципів та алгоритмів аналізу даних та автоматизованого прийняття рішень. Для виконання лабораторних робіт студенти мають змогу використовувати сучасне відкрите програмне забезпечення Anaconda, Jupyter Notebook, Visual Studio, Spyder, Google Colab, GitHub Desktop.

Методичне забезпечення курсу: презентації та конспект лекцій, комплекс навчально-методичного забезпечення дисципліни, нормативні документи.

### 8. Політики курсу

З метою успішного проходження курсу та складання контрольних заходів студенти зобов'язані:

- не запізнюватися на заняття;
- не пропускати аудиторні заняття (у разі хвороби потрібно надати викладачу довідку або її ксерокопію);
- в рамках самостійної роботи опрацьовувати весь лекційний матеріал та інформаційні ресурси;
- конструктивно підтримувати зворотній зв'язок з викладачем на всіх етапах проходження курсу (особливо під час виконання курсової роботи);
- своєчасно і самостійно виконувати всі передбачені програмою лабораторні та практичні завдання;
- не користуватися мобільним телефоном під час аудиторних занять;
- брати очну участь у контрольних заходах;
- будь-яке відтворення результатів чужої праці, в тому числі використання завантажених з Інтернету матеріалів, як власних результатів, кваліфікується, як порушення норм і правил академічної доброчесності, та передбачає притягнення до відповідальності у порядку, визначеному чинним законодавством.

У разі відсутності заборгованостей та написанні модульних контрольних робіт на позитивну оцінку, студент допускається до іспиту.

### 9. Схема курсу

| Тиж. / год.                     | Тема, план, короткі тези   | Форма діяльності (заняття) / Формат      | Матеріали  | Завдання ( в тому числі тематика лабораторної роботи), год  | Вага оцінки | Термін виконання |
|---------------------------------|--|--|--|---|-------------|------------------|
| Сем. 1.1<br>56<br>акад.<br>год. | <b>Модуль 1. Інтелектуальний аналіз даних</b>  |  |  |   |             |                  |
| Тиж. 1-8<br>32<br>акад.<br>год. | <b>Змістовий модуль 1. Методи класифікації та регресії</b><br><i>Тема 1.</i> Первинний аналіз даних з Pandas. Основні поняття і визначення. Приклади задач. Ознаки, вектори ознак. Об'єкти, класи. Класифікація. Класифікатор. Навчання, види навчання “з вчителем” і “без вчителя”. | Лекція, практичне заняття;<br><i>F2F</i> | Інтерактивні нотбуки, нотатки лекційних матеріалів | Ознайомитися з лекційними матеріалами;<br>Первинний аналіз даних з Pandas.<br><i>4 год</i>                        | 4           | 2 тиж.           |
|                                 |  | Лабораторна робота                       |  | ЛР1. Налаштування робочого середовища Pandas.<br>ЛР2. Аналіз даних по доходу населення UCI Adult.<br><i>4 год</i> | 6           | 2 тиж.           |
|                                 | <i>Тема 2.</i> Візуальний аналіз даних з Python. Лінійні методи класифікації. Розбір прикладів і рішення задач за темами: лінійна модель класифікації, метод стохастичного градієнта.  | Лекція, практичне заняття;<br><i>F2F</i> | Інтерактивні нотбуки, нотатки лекційних матеріалів | Ознайомитися з лекційними матеріалами;<br>Візуальний аналіз даних з Seaborn і Matplotlib.<br><i>4 год</i>         | 4           | 2 тиж.           |

| Тиж. / год. | Тема, план, короткі тези  | Форма діяльності (заняття) / Формат | Матеріали  | Завдання ( в тому числі тематика лабораторної роботи), год  | Вага оцінки | Термін виконання |
|-------------|---|-------------------------------------|--|---|-------------|------------------|
|             |   | Лабораторна робота                  |  | ЛР3. Налаштування бібліотек візуалізації даних.<br>ЛР4. Візуальний аналіз даних про публікації на Хабрахабр.<br>4 год   | 6           | 2 тиж.           |
|             | Тема 3. Класифікація, дерева рішень і метод найближчих сусідів. Метричні методи класифікації. Метод найближчих сусідів і його узагальнення. Підбір числа k за критерієм змінного контролю. Узагальнений метричний класифікатор, поняття відступу. Метод потенційних функцій, градієнтний алгоритм. Відбір еталонів і оптимізація метрики. | Лекція, практичне заняття;<br>F2F   | Інтерактивні нотбуки, нотатки лекційних матеріалів | Ознайомитися з лекційними матеріалами;<br>Класифікація. дерева рішень.<br>4 год   | 4           | 2 тиж.           |
|             |   | Лабораторна робота                  |  | ЛР5. Функції для розрахунку ентропії і приросту інформації.<br>ЛР6. Дерева рішень на наборі даних Adult сховища UCI.<br>Робота над завданнями курсової роботи.<br>4 год | 6           | 2 тиж.           |
|             | Тема 4. Лінійні моделі класифікації і регресії. Метод опорних векторів. Основи методу опорних векторів. Випадок лінійно розділеної вибірки. Випадок лінійно нерозділеної вибірки. Розбір прикладів і рішення задач.   | Лекція, практичне заняття;<br>F2F   | Інтерактивні нотбуки, нотатки лекційних матеріалів | Ознайомитися з лекційними матеріалами;<br>Логістична регресія.<br>4 год   | 4           | 2 тиж.           |

| Тиж. / год.                   | Тема, план, короткі тези   | Форма діяльності (заняття) / Формат      | Матеріали  | Завдання ( в тому числі тематика лабораторної роботи), год  | Вага оцінки | Термін виконання |
|-------------------------------|--|--|--|---|-------------|------------------|
|                               |  | Лабораторна робота                       |  | ЛР7. Побудова прогнозу на основі лінійних регресійних моделей.<br>ЛР8. Прогнозування популярності статей на TechMedia за допомогою лінійних регресій.<br>Робота над завданнями курсової роботи.<br><i>4 год</i> | 6           | 2 тиж.           |
| Тиж. 9-14<br>24<br>акад. год. | <b>Змістовний модуль 2. Методи кластеризації та відбір ознак</b><br><i>Тема 5. Композиції: беггінг, випадковий ліс.</i><br>Структура дерев рішень. Алгоритм побудови дерева рішень. Навчання дерева рішень. Алгоритм Random Forest. Програмна реалізація дерева рішень. Обробка пропусків. Переваги та недоліки вирішальних дерев. | Лекція, практичне заняття;<br><i>F2F</i> | Інтерактивні нотбуки, нотатки лекційних матеріалів | Ознайомитися з лекційними матеріалами;<br>Класифікація з використанням випадкового лісу.<br><i>4 год</i>  | 4           | 2 тиж.           |
|                               |  | Лабораторна робота                       |  | ЛР9. Логістична регресія в задачі кредитного скорингу.<br>ЛР10. Випадковий ліс в задачі кредитного скорингу.<br>Робота над завданнями курсової роботи.<br><i>4 год</i>  | 6           | 2 тиж.           |

| Тиж. / год. | Тема, план, короткі тези   | Форма діяльності (заняття) / Формат   | Матеріали  | Завдання ( в тому числі тематика лабораторної роботи), год  | Вага оцінки | Термін виконання |
|-------------|--|---------------------------------------|--|---|-------------|------------------|
|             | Тема 6. Побудова і відбір ознак. Методи відновлення регресії. Метод найменших квадратів. Непараметрична регресія: ядерне згладжування. Лінійна регресія. Метод головних компонент. | Лекція, практичне заняття; <i>F2F</i> | Інтерактивні нотбуки, нотатки лекційних матеріалів | Ознайомитися з лекційними матеріалами; Регресія, регуляризація.   | 4           | 2 тиж.           |
|             |  | Лабораторна робота                    |  | ЛР11. Лінійна регресія в завданні по визначенню якості вина.<br>ЛР12. Lasso і RF-регресія в завданні по визначенню якості вина.<br>Підготовка пояснювальної записки до курсової роботи.<br><i>4 год</i> | 6           | 2 тиж.           |
|             | Тема 7. Навчання без вчителя: PCA і кластеризація. Вибір ознак і підготовка даних. Вплив вибору набору ознак на результати класифікації. Попередня обробка даних.                  | Лекція, практичне заняття; <i>F2F</i> | Інтерактивні нотбуки, нотатки лекційних матеріалів | Ознайомитися з лекційними матеріалами; Навчання без вчителя.<br><i>4 год</i>  | 4           | 2 тиж.           |
|             |  | Лабораторна робота                    |  | ЛР13. Навчання без вчителя: метод головних компонент.<br>ЛР14. Навчання без вчителя: кластеризація.<br>Підготовка презентації до курсової роботи.<br><i>4 год</i>                                       | 6           | 2 тиж.           |



| Тиж. / год.                      | Тема, план, короткі тези   | Форма діяльності (заняття) / Формат      | Матеріали  | Завдання ( в тому числі тематика лабораторної роботи), год                             | Вага оцінки | Термін виконання |
|----------------------------------|--|--|--|--|-------------|------------------|
| Сем. 1.2<br>60<br>акад.<br>год.  | <b>Модуль 2. Наука даних</b>   |  |  |  |             |                  |
| Тиж. 1-10<br>30<br>акад.<br>год. | <b>Змістовий модуль 3. Контекстно-залежна класифікація.</b><br><i>Тема 8. Стохастичний градієнтний спуск. Навчання на гігабайтах з Vowpal Wabbit. Онлайн-навчання. Контекстно-залежна класифікація. Алгоритм Вітербо. Приховані марківські моделі.</i> | Лекція, практичне заняття;<br><i>F2F</i> | Інтерактивні нотбуки, нотатки лекційних матеріалів | Ознайомитися з лекційними матеріалами; Стохастичний градієнтний спуск.<br><i>4 год</i> | 3           | 2 тиж.           |
|                                  |  | Лабораторна робота                       |  | ЛР15. Реалізація алгоритмів онлайн-навчання.<br><i>2 год</i>                           | 3           | 1 тиж.           |
|                                  | <i>Тема 9. Аналіз часових рядів. Експоненціальне згладжування. Модель Хольта-Вінтерса. Крос-валідація на часових рядах. Лінійні та нелінійні моделі на часових рядах. Вилучення ознак. Алгоритм XGBoost.</i>   | Лекція, практичне заняття;<br><i>F2F</i> | Інтерактивні нотбуки, нотатки лекційних матеріалів | Ознайомитися з лекційними матеріалами; Аналіз часових рядів з Python.<br><i>4 год</i>  | 3           | 2 тиж.           |
|                                  |  | Лабораторна робота                       |  | ЛР16. Аналіз часових рядів з допомогою Python.<br><i>2 год</i>                         | 3           | 1 тиж.           |

| Тиж. / год. | Тема, план, короткі тези  | Форма діяльності (заняття) / Формат      | Матеріали  | Завдання ( в тому числі тематика лабораторної роботи), год                                | Вага оцінки | Термін виконання |
|-------------|---|--|--|---|-------------|------------------|
|             | Тема 10. Градієнтний бустинг. Функціональний градієнтний бустинг. Функції втрат класифікації. Функції втрат регресії.   | Лекція, практичне заняття;<br><i>F2F</i> | Інтерактивні нотбуки, нотатки лекційних матеріалів | Ознайомитися з лекційними матеріалами; Градієнтний бустинг.<br><i>4 год</i>               | 3           | 2 тиж.           |
|             |   | Лабораторна робота                       |  | ЛР17. Прогнозування затримок вільотів.<br><i>2 год</i>                                    | 3           | 1 тиж.           |
|             | Тема 11. Багатошарові нейронні мережі. Біологічний нейрон. Персептрон. Функції активації. Проблема повноти. Повнота двошарових мереж в просторі булевих функцій. Теореми Колмогорова, Стоуна, Горбаня (без доведення).  | Лекція, практичне заняття;<br><i>F2F</i> | Інтерактивні нотбуки, нотатки лекційних матеріалів | Ознайомитися з лекційними матеріалами; Двошаровий персептрон.<br><i>4 год</i>             | 3           | 2 тиж.           |
|             |   | Лабораторна робота                       |  | ЛР18. Моделювання двошарового персептрона.<br><i>2 год</i>                                | 3           | 1 тиж.           |
|             | Тема 12. Алгоритм зворотного поширення. Навчання в якості градієнтного спуску. Локальні мінімуми функції помилки. Кроки алгоритму зворотного поширення. Метод пошарового налаштування мережі. Підбір структури мережі: методи поступового ускладнення мережі, оптимальне проріджування нейронних мереж. | Лекція, практичне заняття;<br><i>F2F</i> | Інтерактивні нотбуки, нотатки лекційних матеріалів | Ознайомитися з лекційними матеріалами; Локальні мінімуми функції помилки.<br><i>4 год</i> | 3           | 2 тиж.           |

| Тиж. / год.   | Тема, план, короткі тези   | Форма діяльності (заняття) / Формат      | Матеріали  | Завдання ( в тому числі тематика лабораторної роботи), год                     | Вага оцінки | Термін виконання |
|---|--|--|--|--|-------------|------------------|
|   |  | Лабораторна робота                       |  | ЛР19. Пошук локальних мінімумів функції помилки.<br>2 год                      | 3           | 1 тиж.           |
| <b>Тиж. 11-30</b><br><b>30</b><br><b>акад.</b><br><b>год.</b> | <b>Змістовний модуль 4. Глибинне навчання.</b><br><i>Тема 13.</i> Основи згорткових нейронних мереж. Глибокі згорткові моделі: практичні застосування. Виявлення об'єктів. Задачі класифікації та сегментації. | Лекція, практичне заняття;<br><i>F2F</i> | Інтерактивні нотбуки, нотатки лекційних матеріалів | Ознайомитися з лекційними матеріалами;<br>Згорткові нейронні мережі.<br>4 год  | 3           | 2 тиж.           |
|   |  | Лабораторна робота                       |  | ЛР20. Згорткові нейронні мережі для розпізнавання об'єктів.<br>2 год           | 3           | 1 тиж.           |
|   | <i>Тема 14.</i> Рекурентні нейронні мережі. Довга короткострокова пам'ять (LSTM). Нейронна мережа Хопфілда. Керований рекурентний блок. Нейронний компресор історії даних.                                     | Лекція, практичне заняття;<br><i>F2F</i> | Інтерактивні нотбуки, нотатки лекційних матеріалів | Ознайомитися з лекційними матеріалами;<br>Рекурентні нейронні мережі.<br>4 год | 3           | 2 тиж.           |
|   |  | Лабораторна робота                       |  | ЛР21. Рекурентні нейронні мережі для синтезу розмовної мови.<br>2 год          | 3           | 1 тиж.           |
|   | <i>Тема 15.</i> Глибинне навчання з підкріпленням. Середовище та агент. Система підкріплення та її види.   | Лекція, практичне заняття;               | Інтерактивні нотбуки,                              | Ознайомитися з лекційними матеріалами;   | 3           | 2 тиж.           |

| Тиж. / год. | Тема, план, короткі тези  | Форма діяльності (заняття) / Формат      | Матеріали  | Завдання ( в тому числі тематика лабораторної роботи), год                                      | Вага оцінки | Термін виконання |
|-------------|---|--|--|---|-------------|------------------|
|             |   | <i>F2F</i>                               | нотатки лекційних матеріалів                       | Глибинне навчання з підкріпленням.<br><i>4 год</i>  |             |                  |
|             |   | Лабораторна робота                       |  | ЛР22. Глибинне навчання з підкріпленням для керування агентами.<br><i>2 год</i>                 | 3           | 1 тиж.           |
|             | <i>Тема 16.</i> Генеративно-змагальні мережі. Генеративна модель. Дискримінаційна модель. Антагоністична гра.     | Лекція, практичне заняття;<br><i>F2F</i> | Інтерактивні нотбуки, нотатки лекційних матеріалів | Ознайомитися з лекційними матеріалами; Генеративно-змагальні мережі.<br><i>4 год</i>            | 3           | 2 тиж.           |
|             |   | Лабораторна робота                       |  | ЛР23. Генеративно-змагальні мережі для генерації зображень.<br><i>2 год</i>                     | 3           | 1 тиж.           |
|             | <i>Тема 17.</i> Поліпшення глибинних нейронних мереж: підлаштування гіперпараметрів, регуляризація і оптимізація. | Лекція, практичне заняття;<br><i>F2F</i> | Інтерактивні нотбуки, нотатки лекційних матеріалів | Ознайомитися з лекційними матеріалами; Тюнінг гіперпараметрів нейронної мережі.<br><i>4 год</i> | 3           | 2 тиж.           |

| Тиж. / год. | Тема, план, короткі тези | Форма діяльності (заняття) / Формат | Матеріали | Завдання ( в тому числі тематика лабораторної роботи), год                            | Вага оцінки | Термін виконання |
|-------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------|---|-------------|------------------|
|             |                          | Лабораторна робота                  |           | ЛР24. Реалізація тюнінгу гіперпараметрів згорткової нейронної мережі.<br><i>2 год</i> | 3           | 1 тиж.           |

**10. Система оцінювання та вимоги  
Розподіл балів, які отримують студенти**

| Поточне тестування та самостійна робота |  |     |       |                      | Контрольні завдання та підсумковий екзамен | Сума |     |               |      |
|---|--|-----|-------|----------------------|--|------|-----|---------------|------|
| Семестр 1.1                             | Змістовний модуль № 1                      |     |       |                      |  | 30   | 100 |               |      |
|   | T1   | T2  | T3    | T4                   |  |      |     |               |      |
|   | 10   | 10  | 10    | 10                   |  |      |     |               |      |
|   | Змістовний модуль № 2                      |     |       |                      |  |      |     |               |      |
|   | T5   | T6  | T7    |                      |  |      |     |               |      |
|   | 10   | 10  | 10    |                      |  |      |     |               |      |
|   | <b>Виконання та захист курсової роботи</b> |     |       |                      |  |      |     |               |      |
|   | Пояснювальна записка                       |     |       | Ілюстративна частина |  |      |     | Захист роботи | Сума |
| до 40                                   |  |     | до 20 |                      | до 40                                      | 100  |     |               |      |
| Семестр 1.2                             | Змістовний модуль № 3                      |     |       |                      |  | 40   | 100 |               |      |
|   | T8   | T9  | T10   | T11                  | T12  |      |     |               |      |
|   | 6  | 6   | 6     | 6                    | 6  |      |     |               |      |
|   | Змістовний модуль № 4                      |     |       |                      |  |      |     |               |      |
|   | T13  | T14 | T15   | T16                  | T17  |      |     |               |      |
|   | 6  | 6   | 6     | 6                    | 6  |      |     |               |      |

**Шкала оцінювання: національна та ECTS**

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою                              |   |
|--|-------------|--|---|
|  |             | для екзамену, курсового проекту (роботи), практики         | для заліку  |
| 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             | не зараховано з можливістю повторного складання             |
| 0-34   | F           | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

## 11. Рекомендована література

### *Базова*

1. Géron A. Hands-on machine learning with Scikit-learn and TensorFlow. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc., 2017. 751 p.
2. Simeone O. A brief introduction to machine learning for engineers. London: King's College London, 2017. 201 p.
3. Tagliaferri L., Morales M., Birbeck E., Wan A. Python machine learning projects. New York City: DigitalOcean, 2019. 135 p.
4. Коэльо Л. П., Ричарт В. Построение систем машинного обучения на языке Python. 2-е издание/ пер. с англ. Слинкин А. А. Москва: ДМК Пресс, 2016. 302 с.
5. Маккинли У. Python и анализ данных / пер. с англ. Слипкин А. А. Москва: ДМК Пресс, 2015. 482 с.
6. Николенко С., Кадурич А., Архангельская Е. Глубокое обучение. СПб: Питер, 2018. 480 с.
7. Рашка С. Python и машинное обучение / пер. с англ. А. В. Логунова, Москва: ДМК Пресс, 2017. 418 с.
8. Рашид Т. Создаем нейронную сеть: пер. с англ. СПб: ООО "Альфа-книга", 2017. 272 с.
9. Хенрик Б., Джозеф Р., Марк Ф. Машинное обучение. СПб: Питер, 2017. 336 с.
10. Шарден Б., Массарон Л., Боскетти А. Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python. Москва: ДМК Пресс, 2018. 358 с.

### *Додаткова*

1. Deisenroth M. P., Faisal A. A., Ong C. S. Mathematics for machine learning. Cambridge: Cambridge University Press, 2019. 411 p.
2. Romanuke V. V. Two-layer perceptron for classifying flat scaled-turned-shifted objects by additional feature distortions in training. *Journal of Uncertain Systems*. 2015. Vol. 9, No. 4. P. 286–305. <https://doi.org/10.20535/1810-0546.2017.6.110724>
3. Romanuke V. V. Optimal training parameters and hidden layer neurons number of two-layer perceptron for generalized scaled objects classification problem. *Information Technology and Management Science*. 2015. Vol. 18. P. 42–48. <https://doi.org/10.1515/itms-2015-0007>
4. Romanuke V. V. Training data expansion and boosting of convolutional neural networks for reducing the MNIST dataset error rate. *Research Bulletin of NTUU "Kyiv Polytechnic Institute"*. 2016. No. 6. P. 29–34. <https://doi.org/10.20535/1810-0546.2016.6.84115>
5. Romanuke V. V. An infinitely scalable dataset of single-polygon grayscale images as a fast test platform for semantic image segmentation. *KPI Science News*. 2019. No. 1. P. 24–34. <https://doi.org/10.20535/kpi-sn.2019.1.157259>
6. Алексеева Т. В., Амириди Ю. В., Дик В. В. Информационные аналитические системы. Москва: МФПУ «Синергия», 2013. 384 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=451186>
7. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 3-е изд. Москва: Издательский дом «Вильямс», 2013. 1408 с.
8. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / пер. с англ. А. А. Слинкина. Москва: ДМК Пресс, 2015. 400 с.

## 12. Інформаційні ресурси

1. Schmidt, M. 80 lectures on machine learning. *Mark Schmidt, University of British Columbia*. 11.01.2016 Web. 15.08.2020 Retrieved from: <https://www.cs.ubc.ca/~schmidtm/Courses/LecturesOnML/>
2. Библиотека программиста. Учебный план освоения глубокого обучения и нейросетей за 6 недель [Электронный ресурс] // <https://proglib.io/>. 2018. URL: <https://proglib.io/p/deep-learning-in-6-weeks>. Дата звернення: 31.08.2020
3. Блеканов И. С. Введение в науку о данных [Электронный ресурс] // <https://www.coursera.org/>. 2017. URL: <https://www.coursera.org/learn/vvedeniye-v-nauku-o-dannykh#instructors>. Дата звернення: 30.08.2020
4. Воронцов К. В. Машинное обучение (курс лекций, К. В. Воронцов) [Электронный ресурс] // [MachineLearning.ru](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%). 2018. URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%> Дата звернення: 01.09.2020
5. Петрів О., Чернятевич А., Шкорінова О. Машинне навчання [Електронний ресурс] // <https://prometheus.org.ua/>. 2017. URL: [https://courses.prometheus.org.ua/courses/IRF/ML101/2016\\_T3/about](https://courses.prometheus.org.ua/courses/IRF/ML101/2016_T3/about). Дата звернення: 23.08.2020
6. ПЗ-5.1.01 – Машинне навчання. Модуль 1 [Електронний ресурс] // Google Classroom. 2020. URL: <https://classroom.google.com/u/0/c/NDA0MTUyNzg4ODNa>. Дата звернення: 01.09.2020
7. ПЗ-5.2.01 – Машинне навчання. Модуль 2 [Електронний ресурс] // Google Classroom. 2020. URL: <https://classroom.google.com/u/0/c/NDA0MTUyNzg4ODNa>. Дата звернення: 02.09.2020