

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Факультет електроніки та комп'ютерних технологій**  
**Кафедра системного проектування**

**Затверджено**

На засіданні кафедри системного проектування факультету електроніки та комп'ютерних технологій Львівського національного університету імені Івана Франка  
(протокол № 1 від 28.08 2023 р.)

Завідувач кафедри:



Роман ШУВАР

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**“Системи та моделі машинного навчання”,**  
**що викладається в межах ОПП “Комп'ютерні науки”**  
**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з**  
**спеціальності 122 – Комп'ютерні науки**

Львів 2023 р.

<b>Назва дисципліни</b>	Системи та моделі машинного навчання
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	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
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій Кафедра системного проектування
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	12 – Інформаційні технології 122 – Комп'ютерні науки
<b>Викладачі дисципліни</b>	Каськун Олег Данилович, асистент кафедри системного проектування
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:oleh.kaskun@lnu.edu.ua">oleh.kaskun@lnu.edu.ua</a> , <a href="https://electronics.lnu.edu.ua/employee/kaskun-o-d/">https://electronics.lnu.edu.ua/employee/kaskun-o-d/</a>
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю): ауд. 205, корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, вул. Драгоманова 50, м. Львів. Також можливі онлайн консультації через платформу BigBlueButton в системі Moodle. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
<b>Сторінка курсу</b>	
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна “Системи та моделі машинного навчання” є вибірковою дисципліною з спеціальності 122 – Комп'ютерні науки для освітньої програми “Комп'ютерні науки”, яка викладається в 7-му семестрі в обсязі 5-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Навчальна дисципліна створена для забезпечення учасників необхідними знаннями, які є важливими для освоєння концепцій та методів в галузі систем та моделей машинного навчання. Метою є формування навичок роботи з сучасними системами машинного навчання, включаючи розуміння принципів побудови та оптимізації моделей. Дисципліна охоплює як теоретичні аспекти, так і практичні вміння в галузі розв'язання завдань машинного навчання, використовуючи інструменти та підходи, що є актуальними в сучасному науковому та прикладному середовищі.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	<i>Мета:</i> надання студентам глибокого розуміння теоретичних та практичних аспектів систем та моделей машинного навчання. Студенти отримають навички розробки, впровадження та оптимізації алгоритмів машинного навчання у різноманітних сферах, зокрема в обробці даних, розпізнаванні образів, прогнозуванні та прийнятті рішень. Курс також спрямований на розвиток критичного мислення стосовно вибору та налаштування моделей, а також ефективного використання інструментів для роботи з великими обсягами даних. На завершення курсу студенти повинні бути здатні самостійно вирішувати завдання з області машинного навчання та виявляти креативність у вирішенні проблем з використанням

	<p>сучасних методів та технологій.</p> <p><i>Цілі:</i> навчити методам обробки та аналізу даних для підготовки вхідних даних для моделей машинного навчання. Розвинути навички розробки, тренування, оптимізації та валідації моделей машинного навчання для різних типів завдань та для досягнення оптимальної продуктивності та точності. Сформувати вміння впроваджувати навчені моделі в реальні системи та додатки.</p> <p>Навчити студента критичного мислення стосовно вибору та конфігурації моделей для різних задач.</p>
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A.Ng, <i>Machine Learning Yearning</i>, 2018. [Online] Available: <a href="https://github.com/ajaymache/machine-learning-yearning">https://github.com/ajaymache/machine-learning-yearning</a></li> <li>2. A. C. Muller and S. Guido, <i>Introduction to Machine Learning with Python, First Edition</i>. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc., 2016, ISBN: 978-1-449-36941-5.</li> <li>3. F. Chollet, <i>Deep Learning with Python, Second edition</i>. Shelter Island, NY, USA: Manning Publications Co., 2021, ISBN: 978-1-61729-686-4.</li> <li>4. A. Géron, <i>Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, Third edition</i>. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc., 2023, ISBN: 978-1-098-12597-4.</li> <li>5. K. P. Murphy, <i>Probabilistic Machine Learning: An Introduction</i>. Cambridge, MA, USA: The MIT Press, 2022. ISBN: 978-0-262-36930-5. Available: <a href="https://probml.github.io/pml-book/book1.html">https://probml.github.io/pml-book/book1.html</a></li> <li>6. J. VanderPlas, <i>Python Data Science Handbook, Second Edition</i>. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc., 2023. ISBN: 978-1-098-12122-8.</li> <li>7. R. J. Hyndman and G. Athanasopoulos, <i>Forecasting: Principles and Practice, 3rd Edition</i>. Melbourne, AU: OTexts, 2021. ISBN: 978-0-987-50713-6. Available: <a href="https://otexts.com/fpp3/">https://otexts.com/fpp3/</a></li> <li>8. K. P. Murphy, <i>Machine Learning: A Probabilistic Perspective</i>. Cambridge, MA, USA: The MIT Press, 2012. ISBN: 978-0-262-01802-9. Available: <a href="https://probml.github.io/pml-book/book0.html">https://probml.github.io/pml-book/book0.html</a></li> <li>9. K. P. Murphy, <i>Probabilistic Machine Learning: Advanced Topics</i>. Cambridge, MA, USA: The MIT Press, 2023. ISBN: 978-0-262-04843-9. Available: <a href="https://probml.github.io/pml-book/book2.html">https://probml.github.io/pml-book/book2.html</a></li> <li>10. X. Zhu, "Semi-Supervised Learning Literature Survey," Department of Computer Sciences, University of Wisconsin-Madison, WI, USA, Tech. Rep. TR 1530, Jul. 19, 2008. [Online]. Available: <a href="https://pages.cs.wisc.edu/~jerryzhu/research/ssl/semireview.html">https://pages.cs.wisc.edu/~jerryzhu/research/ssl/semireview.html</a></li> </ol>
<b>Обсяг курсу</b>	Загальний обсяг: 150 годин. Аудиторних занять: 96 год., з них 48 год. лекційних та 48 годин лабораторних робіт. Самостійної роботи: 54 год.
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>У результаті вивчення даного курсу студент буде:</p> <p><b>знати:</b> основні положення, що лежать в основі систем та моделей машинного навчання; концепції сучасного програмування; призначення та особливості застосування основних методів машинного навчання; різновиди систем та моделей машинного навчання.</p> <p><b>вміти:</b> розробляти та тренувати різноманітні моделі машинного навчання для різних завдань, таких як класифікація, регресія та кластеризація;</p>

	аналізувати дані перед їхнім використанням у моделях машинного навчання; оптимізувати та валідувати моделі для досягнення оптимальної продуктивності та точності; виявляти та розв'язувати проблеми в галузі машинного навчання, застосовуючи творчий підхід.
<b>Ключові слова</b>	Машинне навчання, системи машинного навчання, моделі, тренування моделей, класифікація, оптимізація, нейронні мережі, аналіз даних, інтелектуальні системи, розпізнавання образів, навчання з вчителем, навчання без вчителя, напівавтоматичне навчання, метод машинного навчання, модель машинного навчання
<b>Формат курсу</b>	Очний
<b>Теми</b>	Див. <b>Схема курсу</b>
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік у кінці семестру
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення даного курсу студентам потрібні базові знання з курсів: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Вища математика;</li> <li>- Прикладна статистика та ймовірнісні процеси;</li> <li>- Дискретна математика;</li> <li>- Методи обчислень;</li> <li>- Основи програмування;</li> <li>- Алгоритми і структури даних;</li> <li>- Засоби інженерії даних.</li> </ul>
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Інформаційні методи (лекції, презентації, лабораторні роботи, написання рефератів, виконання індивідуальних завдань, робота у групі, командна робота, обговорення, консультації для поглибленого розуміння тем, бесіда, ілюстрація, демонстрація), дедуктивні методи на основі узагальнень, евристичні методи (проблемна лекція), інтерактивні методи (дискусія).
<b>Необхідне обладнання</b>	Для проведення лекційних занять: комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i7 (4 ядра / 8 потоків), 16 ГБ оперативної пам'яті, 50 ГБ вільного місця на диску, відеокарта Nvidia GEFORCE GTX 1050 Ti 2048 MB), мультимедійне обладнання (в т.ч. проектор), доступ до мережі Інтернет, Moodle, BigBlueButton.  Для проведення лабораторних занять: комп'ютери відповідно до кількості студентів (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i7 (4 ядра / 8 потоків), 16 ГБ оперативної пам'яті, 50 ГБ вільного місця на диску, відеокарта Nvidia GEFORCE GTX 1050 Ti 2048 MB), комп'ютерний клас, GPU-сервер з підтримкою NVIDIA CUDA (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i7 (4 ядра / 8 потоків), 32 ГБ оперативної пам'яті, 100 ГБ вільного місця на диску, відеокарта Nvidia GEFORCE GTX 1080 Ti 2048 MB), Moodle, BigBlueButton.  Необхідне програмне забезпечення: Python 3.9+, NumPy, pandas, matplotlib, scikit-learn, Keras, skforecast, sktime, вільне інтегроване середовище розробки для Python: Jupyter Notebook, Google Colab, PyCharm IDE Community Edition.
<b>Критерії оцінювання (ок-</b>	Оцінювання проводиться упродовж семестру за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт з наступним

ремо для кожного виду навчальної діяльності)

співвідношенням:

- лабораторні роботи: 80% семестрової оцінки; максимальна кількість балів - 80.

Індивідуальний проект може бути виконаний як альтернатива лабораторним роботам та передбачає розробку комплексного проекту, який охоплює тематику курсу повною мірою, або детально розглядає окрему проблему чи задачу, та передбачає поглиблене самостійне вивчення матеріалу. Індивідуальний проект оцінюється на основі представлення результатів роботи та проміжних (чорнових) звітів кожного місяця навчального семестру або на основі представлення кінцевих результатів роботи в кінці семестру.

- контрольні заміри (1 модуль): 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів - 20.

Модульне завдання здається впродовж 14-го тижня у формі есе, написаного на основі аналізу наукової статті з машинного навчання згідно індивідуального завдання об'ємом 8-10 сторінок друкованого тексту стандартного формату А4.

Підсумкова максимальна кількість за курс – 100 балів.

---

**Академічна доброчесність:** Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

**Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів визначених для виконання усіх 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 на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного 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.

Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.

---

**Оцінювання лабораторних робіт** (8 лабораторних робіт, максимальна кількість балів: 80) відбувається шляхом оцінки роботи студента шляхом

демонстрації виконаної роботи (0-5 балів за одну роботу), та здачі та захисту звіту по виконаній лабораторній роботі (0-5 балів за одну роботу). Кожна лабораторна робота оцінюється по 10 балів.

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 модульного завдання** (1 модуль, максимальна кількість балів: 20) відбувається шляхом написання студентом есе на основі аналізу наукової статті з машинного навчання згідно індивідуального завдання об'ємом 8-10 сторінок друкованого тексту стандартного формату А4.

Бали оцінювання модульного завдання нараховуються за наступним співвідношенням:

20-17 – розглянута тема відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно, які містять аналіз і систематизацію, аргументовані висновки. Засвідчено глибоке володіння матеріалом. Наведені приклади коду повністю робочі та відповідають темі. Можуть бути присутні несуттєві помилки та невідповідності;

17-13 – відтворюється значна частина розглянутої теми. Виявлено знання і розуміння основних положень навчальної дисципліни, проте присутні неточності та/або невідповідності основній темі. Наведені приклади коду частково робочі, проте в загальному відповідають темі;

13-10 – 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);

10-5 – студент погано розуміє розглянуту тему. Виявлені суттєві неточності та невідповідності. Наведені приклади коду з суттєвими недоліками, або не відповідають темі;

5-0 – 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><b>Критерії отримання додаткових балів:</b>  Нарахування додаткових балів відбувається за написання тез доповідей, наукових статей, участь у діяльності наукового гуртка, 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, Udemu, 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>
<b>Питання до модульного контролю</b>	Перелік питань та завдань для проведення підсумкової оцінки знань певних тем до контрольних робіт розміщені на веб-сторінці курсу.
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

**Схема курсу “Системи та моделі машинного навчання”  
для студентів спеціальності 122 – Комп’ютерні науки**

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття) **лекція, самостійна, дискусія, групова робота)	Література. *** Ресурси в інтернеті	Завдання, год	Термін виконання
1	Системи та моделі машинного навчання. Основні поняття та задачі. Частина 1.	Лекція	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня
1	Вступне заняття. Налаштування середовища та необхідного програмного забезпечення.	Лабораторна робота	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня
2	Системи та моделі машинного навчання. Основні поняття та задачі. Частина 2.	Лекція	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня
2	Лабораторна робота №1. Заняття 1. Знайомство з основами роботи з бібліотеками машинного навчання (scikit-learn, TensorFlow).	Лабораторна робота	Сайт курсу	3	кінець 6-го тижня
3	Огляд алгоритмів та їх застосування. Вивчення основ та критеріїв вибору алгоритмів для конкретних задач.	Лекція	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня
3	Лабораторна робота №1. Заняття 2. Знайомство з основами роботи з бібліотеками машинного навчання (scikit-learn, TensorFlow).	Лабораторна робота	Сайт курсу	3	кінець 6-го тижня
4	Класифікаційні та регресійні моделі, їхні характеристики та можливості.	Лекція	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня
4	Лабораторна робота №2. Заняття 1. Прогнозування даних за допомогою методів регресійного аналізу	Лабораторна робота	Сайт курсу	3	кінець 8-го тижня
5	Напівавтоматичне навчання та його	Лекція		3	кінець

	застосування		Сайт курсу		поточного тижня
5	Лабораторна робота №2. Заняття 2. Прогнозування даних за допомогою методів регресійного аналізу	Лабораторна робота	Сайт курсу	3	кінець 8-го тижня
6	Кластерний аналіз даних	Лекція	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня
6	Лабораторна робота №3. Заняття 1. Класифікація даних за допомогою методів машинного навчання	Лабораторна робота	Сайт курсу	3	кінець 10-го тижня
7	Прогнозування даних	Лекція	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня
7	Лабораторна робота №3. Заняття 2. Класифікація даних за допомогою методів машинного навчання	Лабораторна робота	Сайт курсу	3	кінець 10-го тижня
8	Градентний спуск та його застосування в машинному навчанні	Лекція	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня
8	Лабораторна робота №4. Використання методів напівавтоматичного навчання для класифікації даних	Лабораторна робота	Сайт курсу	3	кінець 12-го тижня
9	Глибинне навчання, нейронні мережі, їх структура, функції та використання в задачах машинного навчання.	Лекція	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня
9	Лабораторна робота №5. Кластеризація даних за допомогою методів машинного навчання	Лабораторна робота	Сайт курсу	3	кінець 12-го тижня
10	Техніки покращення точності моделей машинного навчання.	Лекція	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня
10	Лабораторна робота №6. Прогнозування даних за допомогою методів машинного навчання	Лабораторна робота	Сайт курсу	3	кінець 14-го тижня
11	Оптимізація моделей та важливості правильного налаштування параметрів для досягнення оптимальних результатів.	Лекція	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня
11	Лабораторна робота №7. Заняття 1. Покращення точності класифікатора зображень на основі згорткової нейронної мережі	Лабораторна робота	Сайт курсу	3	кінець 14-го тижня
12	Важливість валідації моделей та методів оцінки їхньої ефективності на різних етапах розробки.	Лекція	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня
12	Лабораторна робота №7. Заняття 2. Покращення точності класифікатора зображень на основі згорткової нейронної мережі	Лабораторна робота	Сайт курсу	3	кінець 16-го тижня
13	Застосування машинного навчання у задачах розпізнавання образів та важливих аспектів цього напрямку.	Лекція	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня
13	Лабораторна робота №8. Заняття 1. Реалізація системи розпізнавання образів за допомогою моделей машинного навчання.	Лабораторна робота	Сайт курсу	3	кінець 16-го тижня
14	Практичні аспекти впровадження моделей машинного навчання в реальних системах та бізнес-середовищі.	Лекція	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня



14	Лабораторна робота №8. Заняття 2. Реалізація системи розпізнавання образів за допомогою моделей машинного навчання..	Лабораторна робота	Сайт курсу	3	кінець 16-го тижня
15	Модульне заняття	Лекція	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня
15	Захисне лабораторне заняття	Лабораторна робота	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня
16	Залікове заняття	Лекція	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня
16	Захисне лабораторне заняття	Лабораторна робота	Сайт курсу	3	кінець поточного тижня