

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Механіко-математичний факультет**  
**Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь**



**Затверджено**  
на засіданні кафедри алгебри,  
топології та основ математики  
механіко-математичного факультету  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
(протокол № 1 від 29.08.2022 р.)

Завідувач кафедри: проф. Банах Т. О.

**Силабус з навчальної дисципліни**

**“ Виробнича практика”,**

що викладається в межах ОПП “Комп’ютерна алгебра,

криптологія та теорія ігор”,

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів із спеціальностей

111 – Математика

<b>Назва дисципліни</b>	<b>Виробнича практика</b>
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	м. Львів, вул. Університетська 1
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Механіко-математичного факультет Кафедра алгебри, топології та основ математики
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	Галузь знань: 11 Математика і статистика Спеціальність: 111 Математика;
<b>Викладачі дисципліни</b>	<b>Саган Андрій Вікторович</b> , кандидат фізико-математичних наук, асистент кафедри алгебри, топології та основ математики
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:andrii.sahan@lnu.edu.ua">andrii.sahan@lnu.edu.ua</a>
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультацію з теоретичної чи практичної частини курсу можна отримати на нараді MS Teams і групі курсу в Telegram у будь-який зручний для студентів та викладача час, а також очно в день проведення лекцій чи практичних занять за попередньою домовленістю.
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/sahan-a-v">https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/sahan-a-v</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна “Виробнича практика” є нормативною дисципліною зі спеціальності 111 Математика для освітньої програми “Комп’ютерна алгебра, криптологія та теорія ігор”. Вона викладається у 8-ому семестрах в обсязі 6 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Виробнича практика для студентів-математиків 4-го курсу присвячена знайомству з технологіями машинного навчання. Дисципліна обіймає проблематику вивчення сучасного стану технологій машинного навчання, що використовуються для формалізації та обробки даних в технологіях функціонування систем, вивчення сучасних програмних засобів машинної обробки даних, технологій їх проектування, реалізації, налагодження і дослідження. Машинне навчання застосовують в ряді обчислювальних задач, в яких розробка та програмування явних алгоритмів з доброю продуктивністю є складною або нездійсненною задачею.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	<b>Мета:</b> формування у майбутніх фахівців знань та вмінь застосування сучасних методів та засобів розробки, дослідження та використання сучасних технологій обробки даних для вирішення задач класифікації, регресійного аналізу, прогнозування та ухвалення рішень. <b>Цілі:</b> викласти основні положення технологій машинного навчання, ознайомити з новими методами та підходами розв’язування задач машинного навчання, створення повноцінного проекту застосовуючи моделі машинного навчання.

<p><b>Література для вивчення дисципліни</b></p>	<p>1. <i>Abhishek Thakur</i>. Approaching (Almost) Any Machine Learning Problem // O'Reilly Media, 2020 .</p> <p>2. <i>Aurelien Geron</i>. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow // O'Reilly Media; 2<sup>nd</sup> edition, 2019.</p> <p>3. <i>P. Bruce, A. Bruce, P. Gedeck</i>. Practical Statistics for Data Scientists // O'Reilly Media; 2<sup>nd</sup> edition, 2020.</p>
<p><b>Обсяг курсу</b></p>	<p><b>Загальний обсяг:</b> 180 годин. Аудиторних занять: 96 год., з них 48 год. лекцій та 48 годин практичних занять. Самостійна робота: 60 год. Кредитів: 6.</p> <p><b>1-ий тиждень:</b> Загальний обсяг: 48 годин. Аудиторних занять: 24 год., з них 14 год. лекцій та 10 годин практичних занять. Самостійна робота: 16 год.</p> <p><b>2-ий тиждень:</b> Загальний обсяг: 48 годин. Аудиторних занять: 24 год., з них 14 год. лекцій та 10 годин практичних занять. Самостійна робота: 16 год.</p> <p><b>3-ий тиждень:</b> Загальний обсяг: 48 годин. Аудиторних занять: 24 год., з них 14 год. лекцій та 10 годин практичних занять. Самостійна робота: 16 год.</p> <p><b>4-ий тиждень:</b> Загальний обсяг: 36 годин. Аудиторних занять: 22 год., з них 12 год. лекцій та 10 годин практичних занять. Самостійна робота: 12 год.</p>
<p><b>Очікувані результати навчання</b></p>	<p><u>В результаті вивчення даного курсу студент повинен</u></p> <p><b>знати:</b> теоретичні основи базових технологій машинного навчання; методів, алгоритмів роботи, засобів реалізації та технологій налагодження систем обробки даних з використанням технологій обчислювального інтелекту; сучасних програмних засобів реалізації технологій машинного навчання; <b>вміти:</b> обґрунтовано вибирати конкретні технології та алгоритми машинного навчання при розв'язанні відповідних практичних задач; здійснювати підготовку та первинну обробку даних для побудови моделей систем методами машинного навчання; вирішувати задачі автоматизації підтримки рішень, розпізнавання образів, діагностики, класифікації, оптимізації та аналізу даних методами машинного навчання; використовувати сучасні програмні засоби для реалізації технологій машинного навчання.</p> <p>Після успішного завершення курсу студент має набути такі <b>загальні компетентності (ЗК)</b> та <b>спеціальні (фахові) компетентності (СК):</b></p> <p>ЗК-1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;</p> <p>ЗК-2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;</p> <p>ЗК-3 Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності;</p> <p>ЗК-6 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;</p> <p>ЗК-8 Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел;</p> <p>ЗК-10 Здатність працювати в команді;</p> <p>СК-5 Здатність до кількісного мислення;</p> <p>СК-6 Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем;</p> <p>СК-7 Здатність застосовувати чисельні методи для дослідження</p>

	<p>математичних моделей;</p> <p>СК-8 Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів;</p> <p>СК-9 Здатність застосовувати спеціалізовані мови програмування та пакети прикладних програм;</p> <p>СК-10 Здатність використовувати обчислювальні інструменти для чисельних і символічних розрахунків;</p> <p>і здобути такі програмні <b>результати навчання (РН)</b>:</p> <p>РН-5 Мати навички використання спеціалізованих програмних засобів комп'ютерної та прикладної математики і використовувати інтернет-ресурси;</p> <p>РН-6 Знати методи математичного моделювання природничих та/або соціальних процесів;</p> <p>РН-7 Пояснювати математичні концепції мовою, зрозумілою для нефахівців у галузі математики;</p> <p>РН-10 Розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями;</p> <p>РН-12 Відшукувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації;</p> <p>РН-19 Знати теоретичні основи і застосовувати методи математичної фізики для моделювання реальних фізичних, біологічних, екологічних, соціально- економічних та інших процесів і явищ;</p> <p>РН-20 Розв'язувати основні математичні задачі аналізу даних; застосовувати базові загальні математичні моделі для специфічних ситуацій, мати навички управління інформацією, і застосування комп'ютерних засобів статистичного аналізу даних;</p> <p>РН-21 Розв'язувати типові задачі математичного аналізу, алгебри, диференціальних та інтегральних рівнянь, оптимізації за допомогою чисельних методів.</p>
<b>Ключові слова</b>	Машинне навчання, задічі класифікації, регресійні задачі, кластеризація, візуалізація, метод градієнтного спуску, ембедінг.
<b>Формат курсу</b>	Лекції та практичні заняття, проектні роботи і консультації.
<b>Теми</b>	Див. <b>Схема курсу</b>

<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік в 8-ому семестрі.
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення даного курсу студенти повинні мати базові знання з: <ul style="list-style-type: none"> <li>- лінійної алгебри та аналітичної геометрії,</li> <li>- математичного аналізу,</li> <li>- основ програмування.</li> </ul>
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Проведення лекцій і практичних занять.
<b>Необхідне обладнання</b>	Комп'ютер із необхідним програмним забезпеченням, доступ до Internet мережі.
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.  Бали нараховуються так:  проектна робота: 40; самостійні роботи -- 10; всього – 50 за роботу в семестрі.  <b>Залік – 50. Всього – 100.</b>  <b>Остаточна кількість балів</b>, які отримує студент на заліку: загальна кількість балів, набраних за семестр і на заліку.</p> <p><i>Примітка: Самостійні роботи студенти виконують після проведених практичних занять для перевірки засвоєння ними матеріалу.  Написанням самостійних робіт також є контролем за відвідуванням занять, оскільки навіть за незначний результат самостійної роботи виставляється якась частина максимальної кількості балів за цю роботу і це фіксується в журналі.</i></p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> Очікується, що роботи студентів будуть оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування та втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в написанні завдань є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><b>Відвідання занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні 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.</p> <p><b>Література.</b> 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.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали, набрані при поточному контролі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково</p>

	<p>враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного 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.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<b>Питання до заліку</b>	<p>Що таке Data Science? Перелічіть різницю між навчанням з учителем і навчанням без вчителя. Що таке лінійна регресія? Поясніть алгоритм машинного навчання SVM. Перерахуйте етапи побудови дерева рішень. Що таке проблеми градієнта, що вибухає і затухає? Як працює ROC-крива? Поясніть глибоке навчання. Чи є відмінності між глибоким навчанням та машинним навчанням? Чому Tensorflow є пріоритетним у вивченні машинного навчання? Що таке рекурентні нейронні мережі (RNN)? Що таке навчання із підкріпленням?</p> <p><i>Додаткові завдання розміщені на сторінці курсу.</i></p>
<b>Опитування</b>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

### Схема курсу “Виробнича практика”

№	Лекції		Практичні заняття		СР К-ть год Л-ра
	Назва теми	К- сть год	Назва теми	К- сть год	
<b>1-ий тиждень</b>					
1	<p><b>Вступ</b> Введення в машинне навчання. Що таке машинне навчання. Для чого використовується машинне навчання Типи систем МН. <b>Тема 1.</b> Навчання з вчителем и без вчителя. Навчання з підкріпленням. Основні проблеми МН. Недостатній розмір даних. Нерепрезентативні данні. Данні поганої якості, Несуттєві признаки. Перенавчання та недонавчання даних.</p>	4	Передобробка даних в Pandas.	3	5 [1-3]
2	<p><b>Тема 2.</b> Повний проект МН. Робота з реальними даними. Вияснення картини Формулювання завдання Вибір критерію якості роботи. Перевірка допусків, Отримання даних. Загрузка даних Швидкий погляд на структуру даних. Створення досліджуваного набору. Візуалізація даних. Пошук звязків, Експерименти з комбінуванням атрибутів. Підготовка даних для алгоритмів МН.</p>	5	Важливість Ознак.	3	5 [1-3]
3	<p><b>Тема 3.</b> Очистка даних. Обробка атрибутів. Масштабування признаків. Спеціальні трансформатори та конвеєрна трансформація. Вибір і навчання моделі. Навчання і оцінка за допомогою навчального набору даних. Точне налаштування моделі Решітковий пошук. Рандомізований пошук. Ансамблеві методи. Аналіз кращих моделей. Оцінка моделі Оцінка з допомогою досліджуваного набору. Запуск, дослідження і супровід системи.</p>	5	Нормалізація Ознак.	4	6 [1-3]
<b>2-ий тиждень</b>					
4	<p><b>Тема 4.</b> Задачі класифікації. Навчання двійкового класифікатора. Показники роботи Використання перехресної перевірки. Матриця</p>	5	Вибір числа сусідів, вибір метрики.	3	6

	неточностей. Точність і повнота. Крива ROC. Класифікація з багатьма класами. Багатозначна класифікація. Багатовходова класифікація.				[1-3]
5	<b>Тема 5.</b> Навчання моделей. Лінійна регресія. Рівняння регресії. Обчислювальна складність. Градієнтний спуск. Стохастичний градієнтний спуск. Пакетний градієнтний спуск. Міні пакетний ГС. Поліноміальна регресія. Регуляризовані лінійні моделі. Гребенева регресія. Лассо-регресія. Еластична мережа. Логістична регресія Оцінка ймовірностей. Межі рішень. Багатозмінна логістична регресія.	5	Побудова лінійної і логістичної регресії.	4	5 [1-3]
6	<b>Тема 6.</b> Методи опорних векторів. Лінійна класифікація SVM. Класифікація з м'яким зазором. Нелінійна класифікація SVM. Поліноміальне ядро. Признаки близькості. Гауссве ядро RBF. Обчислювальна складність. Регресія SVM. Функції рішень і прогнози. Квадратичне програмування. Параметрично-редукційні методи SVM. Динамічні методи SVM.	4	Опорні Об'єкти, Аналіз текстів.	3	5 [1-3]
<b>3-ий тиждень</b>					
7	<b>Тема 7.</b> Дерева прийняття рішень. Навчання і візуалізація ДПР. Прогнози. Оцінювання ймовірності класів. Алгоритм навчання CART. Обчислювальна складність. Гіперпараметри регуляризації. Регресія. Нестійкість.	4	Розмір випадкового лісу, метод найшвидшого бустінгу над вирішальними деревами.	3	5 [1-3]
8	<b>Тема 8.</b> Ансамблеве навчання і випадковий ліс дерев.. Класифікатори з вибором. Бестінг і вставка. Оцінка на невикористовуваних прикладах. Методи випадкових ділянок і випадкових підпросторів. Випадкові ліси дерев. Особливо випадкові дерева. Значимість ознак. Бустінг. Градієнтний бустінг. Стеклінг.	5	Побудова ансамблевого підгоду на основі градієнтного бустину і випадкового лісу.	3	5 [1-3]
9	<b>Тема 9.</b> «Прокляття розмірності». Основні підходи до зниження розмірності. Проекція. Навчання на основі різноманіть. Алгоритм PCA. Інкрементний аналіз головних компонентів. Рандомізований аналіз головних компонентів. Ядерний	5	Побудова моделі по зменшенні розмірності. Використання підходу «Борутта».	4	6 [1-3]



	аналіз головних компонентів. Вибір ядра і налаштування гіперпараметрів. Інші методи зниження розмірності.				
<b>4-ий тиждень</b>					
10	<p><b>Тема 10.</b> Основи штучних нейронних мереж. Природний і штучний нейрони. Базовий процесорний елемент і його різновиди. Перцептрон. Багатошаровий перцептрон. Правила навчання перцептрона. Поняття глибокої нейромережі. Налаштування гіперпараметрів нейромережі. Кількість прихованих шарів. Кількість нейронів в шарі. Функції активації. Правила навчання нейромереж. Алгоритм зворотного поширення помилки.</p> <p>Навчання глибоких нейромереж. Проблема зникнення і вибухового росту градієнтів. Ініціалізація Касавьє і Хе. Функції активації, що не обмежуються. Пакетна нормалізація. Обмеження градієнтів. Повторне використання навчених мереж. Заморожування низькорівневих шарів. Кешування заморожених шарів Підналаштування або заміна шарів верхніх рівнів. Зоопарк моделей. Попереднє навчання без вчителя. Попереднє навчання на допоміжній задачі.</p> <p>Швидкі оптимізатори. Прискорений алгоритм Нестерова. Оптимізація Адам. Планування швидкості навчання. Методи запобігання перенавчанню. Рання зупинка. Регуляризація по похибці. Відключення. Регуляризація на основі мах-норми..</p>	5	Побудова і підбір оптимальних параметрів для перцептрона.	5	5 [1-3]
11	<p><b>Тема 11.</b> Когнітрон и неокогнітрон. Згортаючий шар. Фільтри. Накладання множини карт ознак. Об'єднуючий шар. Архітектури згортаючих мереж. LeNet5, AlexNet, GoodLeNet, ResNet.</p>	4	Побудова першої згортночної моделі на основі CIFAR даних.	3	4 [1-3]
12	<p><b>Тема 12.</b> Базові рекурентні нейромережі. Хопфілда, Елмана, Навчання рекурентних нейромереж. Навчання класифікатора. Навчання прогнозування часових рядів.</p>	3	Захист проєктів.	2	3 [1-3]

	Глибокі рекурентні мережі. Розподілення глибокої рекурентної нейромережі між множиною графічних процесорів. Використання відключення. Проблеми навчання.				
--	--	--	--	--	--

*Примітка: В [1] викладений повністю весь теоретичний матеріал по даному курсу, а --- в [2] --- матеріали до всіх практичних занять.*