

**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 29.08.2023 р.)

Завідувач кафедри: Тарас БАНАХ

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**“ Основи розробки рекомендаційних систем ”,**  
**що викладається в межах ОПП “ Статистичний аналіз даних ”**  
**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з**  
**спеціальності 112 - Статистика**

Львів 2023 р.

<b>Назва дисципліни</b>	Основи розробки рекомендаційних систем
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1, 79000
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Механіко-математичний факультет Кафедра алгебри, топології та основ математики
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	11 - Математика та статистика 112 - Статистика
<b>Викладачі дисципліни</b>	Саган А. В., кандидат фізико-математичних наук, доцент 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> , <a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/sahan-a-v">https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/sahan-a-v</a> ;
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю). Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 374. м. Львів, вул. Університетська, 1
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/osroz-112-bak23">https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/osroz-112-bak23</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна “ Основи розробки рекомендаційних систем” є дисципліною вільного вибору студента з спеціальності 112 – Статистика для освітньої програми “Статистичний аналіз даних”, яка викладається в 7-му семестрі в обсязі 4-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Курс розроблено для ознайомлення студентів з основними поняттями та методами сучасної побудови рекомендаційних систем за допомогою алгоритмів машинного навчання.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	<i>Мета:</i> формування у майбутніх спеціалістів повноцінних теоретичних знань та практичних навичок по застосуванню алгоритмів машинного навчання для побудови рекомендаційних систем використовуючи різноманітні набори даних. <i>Цілі:</i> викласти основні теоретичні положення рекомендаційного аналізу та базові методи побудови рекомендаційних систем, сформувані вміння побудови повного циклу рекомендаційних моделей, які можна було б використовувати в побудові рекомендацій на відкритих.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	1) Falk K. <i>Practical Recommender Systems</i> . Manning Publications Co., 2019. 2) Kumari J., Sharma S., Yadav P. <i>Movie Recommendation System Using Convolution Neural Network: Elevating Movie Recommendation through Advanced Clustering with Convolutional Neural Networks</i> . LAP LAMBERT Academic Publishing, 2023. 3) Mohanty S. N., <i>Recommender System with Machine Learning and Artificial Intelligence</i> . Wiley-Scrivener., 2020. 4) Seaver N., <i>Computing Taste: Algorithms and the Makers of Music Recommendation</i> . University of Chicago Press., 2022. 5) Schrage M., <i>Recommendation Engines</i> . The MIT Press., 2020. 6) Berkovsky S., Cantador I., Tikk D. <i>Collaborative recommendations:</i>

	<p><i>algorithms, practical challenges and applications</i>. World Scientific Publishing Co., 2019.</p> <p>7) Viswanathan U. K. <i>Optimization of User Based Collaborative Filtering</i>. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019.</p> <p>8) Moriera G. <i>Deep Learning for News Recommender Systems: Designing neural architectures to tackle the challenges of news recommendation</i>. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2020.</p>
<b>Обсяг курсу</b>	Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекційних та 32 год. практичних занять. Самостійної роботи: 56 год.
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>У результаті вивчення даного курсу студент буде:</p> <p><b>знати:</b> архітектуру рекомендаційних систем, основні класи рекомендаційних систем, основні рекомендаційні моделі та алгоритми, основні методи оцінки та роз'яснення рекомендацій, основи методи проектування та розробки рекомендаційних систем;</p> <p><b>вміти:</b> розробляти, аналізувати та оцінювати рекомендаційні моделі та алгоритми, проектувати та розробляти спеціалізовані рекомендаційні системи різних типів, використовувати для побудови рекомендаційних систем інструменти Python.</p>
<b>Ключові слова</b>	Архітектура рекомендаційних систем, методи оцінки, рекомендаційні моделі, Python.
<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>	<p>Для вивчення даного курсу студенти потрібні базові знання з:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Математичний аналіз.</li> <li>- Дискретна математика.</li> <li>- Дискретні моделі статистики</li> <li>- Інформатика та програмування (Python).</li> </ul>
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Інформаційні методи (лекція, бесіда, ілюстрація, демонстрація); дедуктивні методи на основі узагальнень; евристичні методи (проблемна лекція); інтерактивні методи (дискусія)
<b>Необхідне обладнання</b>	<p>Для проведення лекційних занять: комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i5, 8ГБ оперативної пам'яті), доступ до мережі Internet, засоби мультимедіа (в т.ч. проектор).</p> <p>Для проведення практичних/лабораторних занять: комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i5, 8ГБ оперативної пам'яті), доступ до мережі Internet.</p> <p>Необхідне програмне забезпечення включає в себе ОС Windows 10, програмні додатки (MS Teams, Jupyter Notebook з вбудованим компілятором мови програмування Python).</p>
<b>Критерії оцінювання (ок-</b>	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:

ремо для кожного виду навчальної діяльності)

- Змістовий модуль 1: 8% семестрової оцінки за активну роботу на заняттях, 30% семестрової оцінки за виконання практичних аудиторних і домашніх завдань, 10% семестрової оцінки за колоквиум, максимальна кількість балів 48.

- Змістовий модуль 2: 7% семестрової оцінки за активну роботу на заняттях, 30% семестрової оцінки за виконання практичних аудиторних і домашніх завдань, максимальна кількість балів 37.

- Контрольне тестування: 15% семестрової оцінки, максимальна кількість балів 15.

Підсумкова максимальна кількість балів 100.

**Академічна доброчесність:** 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.

Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.

**Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні/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 підсумкового тестування. При цьому обов'язково 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.

**Оцінювання практичних робіт** відбувається шляхом оцінки роботи студента під час проведення практичної роботи в аудиторії та захисту написаної студентом вдома практичної роботи.

Бали оцінювання аудиторного виконання практичних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:

100% – 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;

80% – 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;

60% – 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 з помірними недоліками;

40% – студент допускає значну кількість помилок в розумінні розглянутого матеріалу та написаного ним коду програми, вагається та

надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує з значними недоліками;  
20% – студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, студент в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, код програми не функціонує належним чином;  
0 - студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, написаний ним код програми не відповідає темі/не функціонує взагалі.

Бали оцінювання домашнього завершення виконання практичних робіт та наданого звіту нараховуються за наступним співвідношенням:

100% – звіт цілком і повністю відображає індивідуальне завдання студента, містить правильні висновки, ілюстрований (за потреби) відповідними графіками і таблицями які правильно відображають суть виконаного завдання, студент має повне розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання;

80% – звіт в достатній мірі відображає індивідуальне завдання студента, містить допустимі висновки, ілюстрований (за потреби) відповідними графіками і таблицями які частково відображають суть виконаного завдання, студент достатньо розуміє принципи написаного ним коду програми, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання;

60% – звіт містить загальні формулювання завдання, висновки нечіткі, необхідні ілюстрації чи таблиці відсутні, студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та представлений код програми, надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує з помірними недоліками;

40% – звіт містить приблизні формулювання завдання, висновки нечіткі і з неточностями, необхідні ілюстрації чи таблиці відсутні, студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та представлений код програми, надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує з помірними недоліками;

20% – звіт не містить формулювання завдання, висновки необґрунтовані чи неповні, необхідні ілюстрації чи таблиці відсутні, студент погано розуміє розглянутий матеріал та представлений код програми, студент в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, код програми не функціонує належним чином;

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

**Оцінювання контрольного тестування** (завдання з тематики кожного змістового модуля) відбувається шляхом оцінки письмових відповідей студента на поставлені запитання.

Відсотки нарахування балів оцінювання відповіді на кожне запитання нараховуються за наступним співвідношенням:

75-100% – тема відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно;

50-75% – відтворюється значна частина розглянутої теми, проте присутні неточності та/або невідповідності;

25-50% – виявлено множинні неточності та невідповідності, пояснення

	<p>відсутні чи частково помилкові; 0-25% – тему майже не розкрито, кількість викладеного матеріалу не відповідає загальним нормам обраного виду роботи.</p> <p><b>Критерії оцінювання результатів неформальної освіти:</b> Нарахування балів відбувається за публікацію студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, за участь студента у діяльності наукових гуртків, семінарів, круглих столів, конкурсів, участь у заходах неформальної освіти, за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Prometheus тощо), курсах провідних ІТ компаній за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни</p>
<b>Питання для контрольного тестування</b>	Архітектуру рекомендаційних систем; класи рекомендаційних систем; рекомендаційні моделі та алгоритми; методи оцінки рекомендацій; методи проектування та розробки рекомендаційних систем.
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

**Схема курсу “ Основи розробки рекомендаційних систем ”  
для студентів спеціальності 112 - Статистика**

Тижні	Лекційний курс		Практичні заняття		К-сть год СР	Літе- ратура
	Назва теми	К-сть год	Назва теми	К-сть год		
1	2	3	4	5	6	7
1	Основні завдання та призначення рекомендаційних систем	2	Налаштування середовища розробки та основи роботи в ньому	2	3	[1]-[6]
2	Рекомендаційні моделі на основі колаборативної фільтрації. Приклади	2	Рекомендаційна система на основі колаборативної фільтрації	2	4	[1]-[8]
3	Рекомендації на основі сусідства. Рекомендації на основі моделей. Приклади	2	Рекомендаційна система на основі сусідства в Python	2	3	[1]-[6]
4	Рекомендаційні моделі на основі аналізу контенту. Методи аналізу профілів користувачів	2	Рекомендаційна система на основі аналізу контенту в Python	2	4	[1]-[6]
5	Рекомендаційні моделі на основі знань	2	Рекомендаційна система на основі знань про користувача в Python	2	3	[1]-[8]
6	Рекомендаційні моделі на основі знань про продукти	2	Рекомендаційна система з використанням матричної факторизації в Python	2	4	[1]-[6]
7	Рекомендації на основі прецедентів	2	Рекомендаційна система на основі інформації про контент в Python	2	3	[1]-[6]
8	Теоретичний колоквіум	2	Побудова рекомендаційної системи на основі відкритих даних про книги.	2	4	[1]-[6]
9	Гібридні рекомендаційні моделі. Зважені рекомендації	2	Рекомендаційна система на гібридних моделях в Python	2	3	[1]-[6]
10	Рекомендації на основі переключень. Каскадні рекомендації	2	Побудова каскадних рекомендацій в Python	2	4	[1]-[6]
11	Оцінювання рекомендаційних систем	2	Нейромережеві моделі рекомендацій в Python	2	3	[1]-[6]
12	Експериментальні методи оцінювання	2	Застосування методу багаторукового бандита для задачі рекомендацій	2	4	[1]-[6]
13	Методи формування та оцінки рекомендацій для	2	Офлайн оцінювання рекомендацій в Python	2	3	[1]-[8]

	груп користувачів					
14	Багатокритеріальні рекомендаційні системи. Методи формування та оцінки багатокритеріальних рекомендацій	2	Реалізація багатокритеріальної рекомендації в Python	2	4	[1]-[6]
15	Крос-доменні рекомендаційні системи. Методи формування крос-доменних рекомендацій	2	Реалізація крос-доменної рекомендації в Python	2	3	[1]-[6]
16	Підсумковий колоквіум. Підсумкове заняття	2	Побудова рекомендаційної системи на основі відкритих даних про перегляди товарів на Amazon та її оцінка	2	4	[1]-[6]
	<b>Разом</b>	<b>32</b>		<b>32</b>	<b>56</b>	
	Викладач: <b>Саган А.В.</b>		Викладач: <b>Саган А.В.</b>			