

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

Система забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти
• *сертифікована на відповідність ДСТУ ISO 9001:2015 / ISO 9001:2015*

Кафедра цифрової економіки та системного аналізу

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

(пос'яг. від 2021 р.)

Ректор



А.А. Мазаракі

**ПРОЕКТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ /
DESIGNING OF RECOMMENDER SYSTEMS**

**ПРОГРАМА /
COURSE SUMMARY**

Київ 2021

**Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу КНТЕУ
заборонено**

Автор: Кулаженко В. В., к.е.н., доцент кафедри цифрової економіки та системного аналізу

Програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри цифрової економіки та системного аналізу мов 06.04.2021 р., протокол № 9.

Рецензенти: Роскладка А. А., гарант ОПП «Інформаційні технології та бізнес-аналітика (Data Science)», доктор економічних наук, проф. кафедри цифрової економіки та системного аналізу
Лога М. В., інженер-розробник

ПРОЕКТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ / DESIGNING OF RECOMMENDER SYSTEMS

ПРОГРАМА / COURSE SUMMARY

ВСТУП

Програма дисципліни «Проектування рекомендаційних систем» призначена для підготовки здобувачів вищої освіти ОС магістр КНТЕУ денної форми навчання галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 124 «Системний аналіз» спеціалізації «Інформаційні технології та бізнес-аналітика (Data Science)».

Програму підготовлено відповідно до Стандарту вищої освіти КНТЕУ із зазначеної спеціальності та відповідної освітньо-професійної програми підготовки магістрів КНТЕУ.

Програма складається з таких розділів:

1. Мета, завдання та предмет дисципліни.
2. Передумови вивчення дисципліни як вибіркової компоненти освітньої програми
3. Результати вивчення дисципліни.
4. Зміст дисципліни.
5. Список рекомендованих джерел.

1. МЕТА, ЗАВДАННЯ ТА ПРЕДМЕТ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення дисципліни «Проектування рекомендаційних систем» є формування у студентів необхідного рівня теоретичних та практичних знань для задоволення сучасних потреб роботодавців у сфері проектування та розробки рекомендаційних систем.

Завданням вивчення дисципліни «Проектування рекомендаційних систем» є надання студентам знань і навичок використання сучасних засобів машинного навчання на базі Python для проектування автоматизованих систем з аналізу поведінки користувачів та розробки рекомендацій для них.

Предметом вивчення дисципліни є інструментальні засоби зі збору, обробки та аналізу даних про користувацькі вподобання.

2. ПЕРЕДУМОВИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ ЯК ВИБІРКОВОЇ КОМПОНЕНТИ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

знання:

- сучасних методик аналізу даних;
- основних інструментальних засобів аналізу даних;
- алгоритму проектування типових систем мовою Python.

вміння:

- збирати, зберігати та оброблювати інформацію;
- визначати ефективні методи аналізу даних для вирішення конкретних практичних задач;
- проектувати та розробляти інформаційні системи, використовуючи мову програмування Python.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Проектування рекомендаційних систем», як обов'язкова компонента освітньої програми, забезпечує оволодіння студентами загальними та фаховими компетентностями і досягнення ними програмних результатів навчання за відповідною освітньо-професійною програмою:

Інформаційні технології та бізнес-аналітика (Data Science) (ОС магістр)

Номер в освітній програмі	Зміст компетентності	Номер теми, що розкриває зміст компетентності
<i>Загальні компетентності за освітньою програмою</i>		
1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.	2-10
3	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел	2, 3, 5, 6, 8-10
5	Здатність розробляти проекти та управляти ними	1, 3, 5, 6, 8, 10
<i>Фахові компетентності за освітньою програмою</i>		
2	Здатність проектувати архітектуру інформаційних систем	1, 3, 5, 6, 8, 10
3	Здатність розробляти системи підтримки прийняття рішень та рекомендаційні системи	1, 3, 5, 6, 8, 10
5	Здатність моделювати, прогнозувати та проектувати складні системи і процеси на основі методів та інструментальних засобів системного аналізу	2, 4, 5
6	Здатність застосовувати теорію і методи Data Science для здійснення інтелектуального аналізу даних з метою виявлення нових властивостей та генерації нових знань про складні системи	2, 4, 5
11	<i>Здатність ефективно використовувати теорію і методи Data Science</i>	2, 4, 5, 6
12	<i>Здатність до здійснення процедур дослідження, аналізу, систематизації та обробки великих даних</i>	2, 3, 4, 5, 6, 8, 10
13	<i>Здатність розробляти і впроваджувати моделі задач інтелектуального аналізу даних засобами комп'ютерного моделювання</i>	1, 3, 5, 6, 8, 10

Номер в освітній програмі	Зміст компетентності	Номер теми, що розкриває зміст компетентності
<i>Програмні результати навчання за освітньою програмою</i>		
3	Застосовувати методи розкриття невизначеностей в задачах системного аналізу, розкривати ситуаційні невизначеності та невизначеності в задачах взаємодії, протидії та конфлікту стратегій, знаходити компроміс при розкритті концептуальної невизначеності	5, 6, 9
4	Розробляти та застосовувати методи, алгоритми та інструменти прогнозування розвитку складних систем і процесів різної природи	2, 4, 6, 9, 10
5	Використовувати міри оцінювання ризиків та застосовувати їх при аналізі багатофакторних ризиків в складних системах	3, 7, 10
6	Застосовувати методи машинного навчання та інтелектуального аналізу даних, математичний апарат нечіткої логіки, теорії ігор та розподіленого штучного інтелекту для розв'язання складних задач системного аналізу	2, 4, 5
9	Розробляти та застосовувати моделі, методи та алгоритми прийняття рішень в умовах конфлікту, нечіткої інформації, невизначеності та ризиків	2, 3, 4, 5, 8, 9, 10
13	<i>Здійснювати інтелектуальний аналіз та обробку великих даних засобами комп'ютерного моделювання</i>	2, 4, 5, 6, 9, 10

4. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Вступ до рекомендаційних систем

Сутність рекомендаційних систем (РС). Функції РС. Джерела інформації та знань, необхідних для роботи РС. Інструментальні засоби аналізу та синтезу даних. Техніки РС.

Огляд існуючих програмних рішень РС. Типова архітектура РС.

РС як системний елемент у прийнятті рішень в умовах невизначеності. Роль РС у розробці стратегій управління в умовах невизначеності та внутрішніх конфліктів.

Взаємодія РС та людських вподобань. РС як мультидисциплінарна галузь.

Основи роботи з РС мовою Python. Змінні, цикли, логічні конструкції, колекція і робота з ними. Бібліотеки Pandas та Matplotlib.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 2, 3, 4, 5.

Додатковий: 9, 11, 15, 16, 17.

Інтернет-ресурси: 22, 24, 26, 27, 28, 29, 32, 33.

Тема 2. Методи Data Mining у рекомендаційних системах

Сутність технології Data Mining у РС. Його мета, задачі та предмет.

Обробка інформації у РС. Міри подібності. Відбір спроб. Зменшення розмірності. Видалення шуму. Особливості роботи з великими даними. Методики прогнозування розвитку складних РС.

Класифікація РС. Метод найближчих сусідів. Дерево рішень. Класифікатори РС, що базуються на правилах. Басівські класифікатори. Штучні нейронні мережі. Векторні машини підтримки. Класифікатори, що еволюціонують.

Кластерний аналіз. Метод k-means. Використання інших інструментальних засобів системного аналізу.

Асоціативні правила Data Mining у РС. Генерація нових знань.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 2, 4, 5.

Додатковий: 6, 7, 8, 13, 15, 16, 17, 18, 20.

Інтернет-ресурси: 22, 24, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33.

Тема 3. Рекомендаційні системи на основі вмісту повідомлень

Прості РС на основі вмісту повідомлень. Високорівнева архітектура РС на основі вмісту повідомлень. Переваги та недоліки фільтрів вмісту повідомлень. Методи вивчення користувацького профілю. Особливості пошуку, оброблення та аналізу інформації, отриманої з користувацьких повідомлень.

Тренди та особливості досліджень. Роль контенту у РС, згенерованого користувачами, у РС. Надмірна спеціалізація засобів. Перенавчання РС.

Дослідження, аналіз та систематизація даних у РС з використанням засобів магінного навчання та інтелектуального аналізу даних.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 2, 3, 4, 5.

Додатковий: 6, 7, 8, 9, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Інтернет-ресурси: 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33.

Тема 4. Метод найближчих сусідів у рекомендаційних системах

Постанова проблеми. Огляд підходів РС, здатних до її вирішення. Переваги методу найближчих сусідів.

РС, засновані на методу найближчих сусідів. Прогнозування рейтингу за користувацькими оцінками. Класифікація за користувацькими оцінками. Порівняння регресії та класифікації. РС, засновані на об'єктній оцінці.

Нормалізація рейтингу. Визначення подібності за ваговою оцінкою. Вибір сусідів.

Складні техніки роботи РС за методом найближчих сусідів. Методи зменшення розмірності. Методи, засновані на графах.

Застосування інструментальних засобів Data Science для моделювання РС за методом найближчих сусідів.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 2, 4, 5.

Додатковий: 7, 8, 9, 13, 16, 16, 17, 18, 20, 21.

Інтернет-ресурси: 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33.

Тема 5. Колаборативна фільтрація

Підготовка даних. Базові прогнозування. Неявні відгуки.

Моделі факторизації матриць. SVD. SVD++. Факторна модель з урахуванням часу. Порівняння.

Міри подібності. Інтерполяція на основі подібності. Інтерполяція за врівноваженою вагою.

Глобальна модель РС при поєднанні колаборативної фільтрації та методу найближчих сусідів. Факторизована модель при поєднанні колаборативної фільтрації та методу найближчих сусідів. Часова динаміка.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 2, 4, 5.

Додатковий: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17.

Інтернет-ресурси: 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33.

Тема 6. Контекстно-орієнтовані рекомендаційні системи

Контекст у РС. Сутність контексту. Моделювання контекстної інформації у РС. Одержання контекстної інформації.

Парадигми роботи з контекстом у РС. Попередня контекстуальна фільтрація. Контексна пост-фільтрація. Моделювання контексту.

Комбінування підходів. Алгоритми як приклади комбінованих методів попередньої фільтрації контексту. Дослідження прикладів комбінованих методів пост-фільтрації контексту. Проектування та управління контекстно-орієнтованих РС,

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 2, 4, 5.

Додатковий: 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 21.

Інтернет-ресурси: 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33.

Тема 7. Оцінювання рекомендаційних систем

Експертне оцінювання РС. Оцінювання користувачами. Онлайн оцінювання. Методика створення рекомендацій на основі оцінок.

Основні властивості оцінюваних РС: користувацькі налаштування; точність прогнозування; область покриття; рівень конфіденційності; рівень довіри; рівень новизни; рівень випадковості; рівень різноманітності; рівень ризику; рівень надійності; адаптивність; масштабованість.

Прогнозування розвитку РС на основі інтелектуального аналізу отриманих даних про оцінки користувачів..

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 2, 4, 5.

Додатковий: 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22.

Інтернет-ресурси: 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32.

Тема 8. Рекомендаційні системи, засновані на критиці

Переваги РС, заснованих на критиці. Проблеми представництва та пошуку РС, заснованих на критиці. Підходи до репрезентації критики. виправлення помилок у РС, заснованих на критиці.

РС, що використовують декілька платформ. Масштабування альтернативних платформ для критики. Системи прямого користувацького доступу. Системи з обмеженням користувацького доступу.

Системи з підтримкою пояснень. Довіра та прозорість. Візуалізація, адаптивність та розподілена динамічність. Ресурси та методологія дослідження. Критерії оцінки.

Проектування та управління РС, заснованих на критиці. РС як елемент системи підтримки прийняття рішень.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 2, 3, 4, 5.

Додатковий: 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 21.

Інтернет-ресурси: 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32.

Тема 9. Агрегація переваг у рекомендаційних системах

Типи агрегації у РС. Агрегація переваг у РС з колаборативними фільтрами. Агрегація ознак у РС, заснованих на контексті та корисності. Розробка профілю для РС, заснованих на контексті та корисності. Гібридні РС засновані на розрахунку ваг.

Огляд функцій агрегування. Значення та властивості. Агреговані сім'ї.

Проектування агрегаційних функцій. Збір та обробка інформації. Бажані властивості, семантика та інтерпретація. Складність функцій поведінки. Визначення ваг та параметрів.

Складні процедури агрегації у РС. Агрегація у РС з використанням великих даних.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 2, 3, 4, 5.

Додатковий: 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 18, 20, 21.

Інтернет-ресурси: 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33.

Тема 10. Багатокритеріальні рекомендаційні системи

Рекомендації як частина багатокритеріальної системи прийняття рішень. Аналіз об'єкту рішень. Класифікація критеріїв. Модель глобальних уподобань. Процеси підтримки рішень.

Рейтингування багатокритеріальних рекомендацій. Традиційні проблеми однокритеріальних рекомендацій. Розширення традиційних РС для включення багатокритеріальних рейтингів. Особливості архітектури багатокритеріальних РС.

Дослідження алгоритмів багатокритеріальних рейтингових РС. Засоби інтелектуального аналізу багатокритеріальних рейтингових РС. Методи оцінки ризиків багатокритеріальних РС. Співвідношення багатофакторності критеріїв та ризиків у РС. Реалізація багатокритеріальних рейтингових РС через прогнозування.

Використання засобів Data Science для комп'ютерного моделювання багатокритеріальних РС.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 2, 4, 5.

Додатковий: 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 17, 19, 20, 21.

Інтернет-ресурси: 22, 23, 24, 26, 28, 29, 31, 32, 33.

5. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основний

1. Falk K. Practical Recommender Systems 1st Edition / K. Falk. NY: Manning Publications, 2019. – 432 p.
2. Lu J. Recommender Systems: Advanced Developments (Intelligent Information Systems Book 6) / J. Lu, Q. Zhang, G. Zhang. S.: World Scientific, 2020. – 362 p.
3. Nima D. Recommender Systems in Fashion and Retail (Lecture Notes in Electrical Engineering, 734) 1st ed. / Nima D., J. Shatha, H. J. C. Pampin, R. Shirvany. B.: Springer, 2021. – 165 p.
4. Moriera G. Deep Learning for News Recommender Systems: Designing neural architectures to tackle the challenges of news recommendation / G. Moteira, A. Cunha. R.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2020. – 188 p.
5. Schrage M. Recommendation Engines (The MIT Press Essential Knowledge series) / M. Schrage. M.: The MIT Press, 2020. – 296 p.

Додатковий

6. Berkovsky Sh. Collaborative Recommendations: Algorithms, Practical Challenges and Applications / Sh. Berkovsky, A. Catandor, D. Tikk. S.: World Scientific, 2019. – 736 p.
7. Kane F. Building Recommender Systems with Machine Learning and AI: Help people discover new products and content with deep learning, neural networks, and machine learning recommendations / F. Kane. F.: Sundog Education, 2018. – 512 p.
8. Singh P. Machine Learning with PySpark: With Natural Language Processing and Recommender Systems / P. Singh. NY: Apress, 2018. – 241 p.
9. Tarnowska K. Recommender System for Improving Customer Loyalty (Studies in Big Data, 55) 1st ed. / K. Tarnowska, W. R. Zbigniew, D. Lynn. B.: Springer, 2019. – 142 p.
10. Viswanathan U. K. Optimization of User Based Collaborative Filtering / U. K. Viswanathan. – R.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 68 p.
11. Zbigniew W. R. Recommender Systems for Medicine and Music (Studies in Computational Intelligence Book 946) 1st ed. / W. R. Zbigniew, A. Wieczorkowska, Sh. Tsumoto. B.: Springer, 2021. – 360 p.

* курсивом виділено джерела, що знаходяться в бібліотеці КНТЕУ

12. Zhang Y. IDoctor: personalized and professionalized medical recommendations, Wireless Communications and Mobile Computing based on hybrid matrix factorization / Y. Zhang, M. Chen, D. Huang, D. Wu, and Y. Li // *Future Generation Computer Systems*, vol. 66, 2017. – pp. 30–35.

13. Zhang Y. Temporal-Topic Based Recommender for Social Network Services” / Z. Tu. Zhang, Q. Wang // *Mobile Networks and Applications*, vol. 22, 2017. – pp. 1182–1191.

14. Chalyi S. Доповнення вхідних даних рекомендаційної системи в ситуації циклічного холодного старту з використанням темпоральних обмежень типу «next» / S. Chalyi, V. Leshchynskyi, I. Leshchynska // *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*. – Полтава: ПНТУ, 2019. – Т. 4 (56). – С. 105-109. – doi:<https://doi.org/10.26906/SUNZ.2019.4.105>.

15. Мелешко Є. В. Дослідження методів побудови рекомендаційних систем в мережі Інтернет / Є. В. Мелешко, С. Г. Семенов, В. Д. Хох // *Збірник наукових праць "Системи управління, навігації та зв'язку"*. Випуск 1(47). – Полтава: ПНТУ ім. Ю. Кондратюка. – 2018. – С. 131-136.

16. Мелешко Є. В. Методи оцінки якості роботи рекомендаційних систем / Є. В. Мелешко // *Системи управління, навігації та зв'язку*. – Полтава: ПНТУ, 2018. – Вип. 5 (51). – С. 92-97.

17. Мелешко Є. В. Проблеми сучасних рекомендаційних систем та методи їх рішення / Є. В. Мелешко // *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*. – Полтава: ПНТУ, 2018. – Т. 4 (50). – С. 120-124.

18. Улічев О. С. Програмне моделювання поширення інформаційно-психологічних впливів у віртуальних соціальних мережах / О.С. Улічев, Є. В. Мелешко // *Сучасні інформаційні системи*. – 2018. – Т. 2, № 2. – С. 35-39.

19. Чалий С.Ф. Моделювання контексту в рекомендаційних системах / С. Ф. Чалий, В.О. Лещинський, І.О. Лещинська // *Науковий журнал «Проблеми інформаційних технологій»*, 2018, №. 1(023). – С. 21-26.

20. Шингалов Д. В. Математична модель рекомендаційної системи з врахуванням емоційного забарвлення коментарів у якості контексту / Д. В. Шингалов, Є. В. Мелешко, Р. И. Минайленко, В. А. Резніченко // *Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*. – 2018, вип. 31. – стор. 181-185.

21. Шингалов Д.В. Методи автоматичного аналізу тональності контенту у соціальних мережах для виявлення інформаційно-психологічних впливів / Д. В. Шингалов, Є. В. Мелешко, Р. М. Минайленко, В. А. Резніченко // *Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка*

в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – 2017. – Вип. 30. – С. 196-202.

Інтернет-ресурси

22. Introduction to recommender systems [Електронний ресурс]. URL: <https://towardsdatascience.com/introduction-to-recommender-systems-6c66cf15ada> (Дата звернення: 16.04.2021)

23. Kumari, T., Punam, B. A Comprehensive Study of Shilling Attacks in Recommender Systems [Електронний ресурс] / T. Kumari, B. A. Punam // IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 14, Issue 4, 2017. – URL: <https://www.ijcsi.org/papers/IJCSI-14-4-44-50.pdf> (Дата звернення: 16.04.2021)

24. Recommender Systems in Practice [Електронний ресурс]. URL: <https://towardsdatascience.com/recommender-systems-in-practice-cef9033bb23a> (Дата звернення: 16.04.2021)

25. Zhou, W. Shilling attack detection for recommender systems based on credibility of group users and rating time series [Електронний ресурс] / W. Zhou, J. Wen, Q. Qu, J. Zeng, T. Cheng // PLoS ONE 13(5), 2018. URL: https://www.researchgate.net/publication/325057704_Shilling_attack_detection_for_recommender_systems_based_on_credibility_of_group_users_and_rating_time_series (Дата звернення: 16.04.2021)

26. Coursera: Advanced Recommender Systems [Електронний ресурс]. URL: <https://www.coursera.org/learn/advanced-recommender-systems> (Дата звернення: 16.04.2021)

27. Coursera: Build a Recommender System in Python [Електронний ресурс]. URL: <https://www.coursera.org/projects/build-recommender-system-python> (Дата звернення: 16.04.2021)

28. Coursera: Introduction to Recommender Systems: Non-Personalized and Content-Based [Електронний ресурс]. URL: <https://www.coursera.org/learn/recommender-systems-introduction> (Дата звернення: 16.04.2021)

29. Coursera: Recommender Systems Specialization [Електронний ресурс]. URL: <https://www.coursera.org/specializations/recommender-systems> (Дата звернення: 16.04.2021)

30. Coursera: Music Recommender System Using PySpark [Електронний ресурс]. URL: <https://www.coursera.org/projects/musics-recommender-system-using-pyspark> (Дата звернення: 16.04.2021)

31. Coursera: Recommender Systems: Evaluation and Metrics [Електронний ресурс]. URL: <https://www.coursera.org/learn/recommender-metrics> (Дата звернення: 16.04.2021)

32. Coursera: Recommendation Systems with TensorFlow on GCP [Електронний ресурс]. URL: <https://www.coursera.org/learn/recommendation-models-gcp> (Дата звернення: 16.04.2021)

33. Офіційний сайт Python [Електронний ресурс] URL: <https://www.python.org> (Дата звернення: 16.04.2021)

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

програми дисципліни «Проектування рекомендаційних систем»

Гарант	Погоджено	Програми	Погоджено	
«Інформаційні технології та бізнес-аналітика (Data Science)»	освітньої	та	Інженер-розробник,	ТОВ
		«Whaleapp»		
_____	А.А. Роскладка	_____	М. В. Лога	
« _____ »	_____	2021р.	« _____ »	_____
				2021р.