

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра інформаційних технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор Міжнародного гуманітарного
університету д.ю.н., професор

Костянтин ГРОМОВЕНКО



Сергій 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЯКІСТЬ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 Електронні комунікації та радіотехніка
Назва освітньої програми	Комп'ютерні мережі та інтернет
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень

Одеса - 2025 рік

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри інформаційних технологій № 1 від 28 серпня 2025 року.

Розробники і викладачі	Контактний тел.	E-mail:
Доктор технічних наук, професор Приходько Сергій Борисович	+380993876131	sergiy.prykhodko@nuos.edu.ua

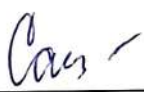
Завідувачка кафедри інформаційних технологій к.т.н., доцент

 Тетяна ГРИГОР'ЄВА

Гарант освітньої програми
к.т.н., доцент

 Денис РОЗЕНВАССЕР

Узгоджено
Начальник навчального відділу

 Лілія САЄНКО

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	
Кількість кредитів – 6 Загальна кількість годин – 180	Галузь – 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації» Спеціальність – 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»	вибіркова	
		Рік підготовки:	
		4-й	5-й
		Семестр	
		8-й	10-й
Мова навчання – українська	Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень	Лекції	
		40/12 год.	
		Практичні, семінарські	
		40/12 год.	
		Лабораторні	
		-	
		Самостійна робота та індивідуальні завдання	
		100/156 год.	
		Вид контролю:	
		залік	

Тестування виконує важливу роль в розробці якісного програмного забезпечення. Жорстка конкуренція на сучасному ринку програмного забезпечення призводить до необхідності максимально швидко поставляти програмні продукти на ринок. Проблема безперервної підтримки потрібного рівня якості і, в той же час, дотримання календарного плану призводить до створення нових стратегій тестування, нерозривно пов'язаних з процесом розробки.

Курс присвячено одному з найбільш важливих та нетривіальних аспектів в процесі створення складних програмних систем. Детально розглядається широкий спектр питань: від організації процесу тестування до тестування проекту та коду.

QA (Software Testing and Quality Assurance) або тестувальник - це фахівець із забезпечення якості програмного забезпечення. Без ретельного тестування неможливо досягти високої якості програмного продукту - ось чому QA-фахівці дуже затребувані в ІТ-компаніях. Програма курсу розроблена таким чином, що студент отримуватиме всі необхідні знання і практичні навички для початку своєї кар'єри тестувальника. Курс дозволить вивчити основи, які є «must have» для всіх тестувальників, незалежно від сфери тестування і продукту, який належить тестувати.

Метою викладання дисципліни «Якість та тестування програмного забезпечення» є ознайомлення студентів з існуючими способами контролю якості розробки програмного забезпечення з позицій тестування, навчання студентів сучасним методикам та

інструментальним засобам для організації та проведення тестування програмного забезпечення.

Курс забезпечує засвоєння основних понять та визначень в галузі тестування, критеріїв вибору тестів, огляд різновидів тестування, аналіз особливостей процесу й технології індустріального тестування, набуття навичок застосування сучасних інформаційних технологій для аналізу та тестування інформаційних систем, створення звітної тестової документації.

ПРЕРЕКВІЗИТИ. Даний курс засновується на знаннях з таких дисциплін як «Основи програмування», «Java-програмування», «Веб-технології та веб-дизайн».

ПОСТРЕКВІЗИТИ. Знання, що отримують здобувачі після вивчення курсу «Якість та тестування програмного забезпечення» стають у нагоді при виконанні кваліфікаційної роботи.

2. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ СФОРМУВАТИ ТА ДОСЯГНЕННЯ ПРОГРАМНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

У результаті вивчення цієї навчальної дисципліни здобувач має набути такі компетентності.

Інтегральна компетентність

ІК-1. Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі телекомунікацій та радіотехніки, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності

ЗК-1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК-2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК-7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями .

ЗК-8. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми .

Спеціальні (фахові) компетентності

ПК-3. Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації.

ПК-4. Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.

Програмні результати навчання

ПРН 3. Вміння застосовувати знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій, обчислювальної і мікропроцесорної техніки та програмування, програмних засобів для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності.

ПРН 4. Здатність брати участь у створенні прикладного програмного забезпечення для елементів (модулів, блоків, вузлів) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.

Знати:

- основні поняття якості програмного забезпечення;
- характеристики якості ПЗ;

- стандарти та нормативні документи у сфері якості та тестування ПЗ;
- життєвий цикл тестування;
- види, рівні та принципи тестування;
- метрики якості та тестування.

Вміти:

- формулювати та аналізувати вимоги до якості ПЗ відповідно до стандартів та технічного завдання;
- розробляти план тестування, стратегії тестування та набір тестових випадків;
- застосовувати техніки тест-дизайну для створення ефективних тестових сценаріїв та наборів даних;
- виконувати різні види та рівні тестування, документувати результати;
- проводити статичний аналіз коду та вимог;
- використовувати інструменти для автоматизації тестів;
- застосовувати принципи забезпечення якості на етапах розробки ПЗ.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Якість та верифікація програмного забезпечення

Тема 2. Моделі життєвого циклу розробки ПЗ.

Тема 3. Основи тестування програмного забезпечення. Класифікація тестів за об'єктом тестування: функціональне тестування, та тестування продуктивності.

Тема 4. Визначення Test Plan, призначення, рекомендації з написання Test Plan. Види тест планів. Критерії початку і закінчення тестування. Тест дизайн.

Тема 5. Функціональне тестування. Еквівалентну розбиття. Аналіз граничних значень. Метод всіх пар. Таблиці прийняття рішень.

Тема 6. Тестування методами «білого ящика». Метод покриття операторів. Метод покриття рішень. Метод покриття умов. Покриття рішень та умов. Метод комбінаторного покриття умов.

Тема 7. Тестування локалізації

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Усього	у тому числі				Усього	у тому числі			
		Лекц.	Прак.	Лаб.	Сам. роб.		Лекц.	Прак.	Лаб.	Сам. роб.
Тема 1. Якість та верифікація програмного забезпечення	26	6	6		14	26	2			24
Тема 2. Моделі життєвого циклу розробки ПЗ.	26	6	6		14	26	2	2		22
Тема 3. Основи тестування програмного забезпечення. Класифікація тестів за об'єктом	26	6	6		14	26	2	2		22

тестування: функціональне тестування, та тестування продуктивності.										
Тема 4. Визначення Test Plan, призначення, рекомендації з написання Test Plan. Види тест планів. Критерії початку і закінчення тестування. Тест дизайн.	26	6	6		14	26	2	2		22
Тема 5. Функціональне тестування. Еквівалентну розбиття. Аналіз граничних значень. Метод всіх пар. Таблиці прийняття рішень.	26	6	6		14	26	2	2		22
Тема 6. Тестування методами «білого ящика». Метод покриття операторів. Метод покриття рішень. Метод покриття умов. Покриття рішень та умов. Метод комбінаторного покриття умов.	26	6	6		14	26	2	2		22
Тема 7. Тестування локалізації	24	4	4		16	24		2		22
Загалом	180	40	40		100	180	12	12		156
ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ – Залік										

5. ПИТАННЯ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Якість та верифікація програмного забезпечення	6	
2	Моделі життєвого циклу розробки ПЗ.	6	2
3	Основи тестування програмного забезпечення.	6	2
4	Визначення Test Plan, призначення, рекомендації з написання Test Plan. Критерії початку і закінчення тестування. Тест дизайн.	6	2
5	Функціональне тестування. Еквівалентну розбиття. Аналіз граничних значень. Метод всіх пар. Таблиці прийняття рішень.	6	2
6	Тестування методами «білого ящика». Метод покриття операторів. Метод покриття рішень. Метод покриття умов. Покриття рішень та умов. Метод комбінаторного покриття умов.	6	2
7	Тестування локалізації	4	2
	Всього	40	12

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи студентів щодо вивчення дисципліни «Якість та тестування програмного забезпечення» включаються:

1. Вивчення лекційного матеріалу.
2. Робота з вивчення рекомендованої літератури.
3. Вивчення термінів і основних понять з тем навчальної дисципліни.
4. Підготовка до практичних занять і розробка ескізів документів з кожної практичної роботи.
5. Контрольна перевірка кожним студентом знань за питаннями для самодіагностики.
6. Підготовка доповіді для виступу на практичному занятті.
7. Підготовка до тестового контролю.
8. Підготовка до виконання контрольних робіт з модулів навчальної дисципліни.
9. Робота з опрацювання та вивчення рекомендованої літератури.
10. Систематизація вивченого матеріалу.

Тематика та питання до самостійної підготовки та індивідуальних завдань

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Тема 1. Основні поняття й визначення у галузі тестування програмних продуктів. Поняття якості програмного забезпечення. Складові якості програмного забезпечення: надійність, супровід, практичність, ефективність, мобільність, функціональність. Світові стандарти якості програмних продуктів. Метрики оцінки якості на рівні функціонального програмування.	14	24
2	Тема 2. Моделі життєвого циклу розробки ПЗ. Задачі валідації та верифікації. Ролі, обов'язки та етапи процедури верифікації. Огляд методів верифікації. Перелік звітної документації.	14	22
3	Тема 3. Основи тестування програмного забезпечення. Класифікація тестів за об'єктом тестування: функціональне тестування, та тестування продуктивності. Напрями тестування продуктивності: тестування навантаження, стрес-тестування, тестування стабільності, конфігураційне тестування. Критерії вибору тестів. Модульне та інтеграційне тестування. Склад групи тестування, права і обов'язки членів групи тестування.	14	22
4	Тема 4. Визначення Test Plan, призначення, рекомендації з написання Test Plan. Види тест планів. Критерії початку і закінчення тестування. Тест дизайн. Визначення, етапи, ролі. Тестовий випадок (Test Case): визначення, структура, види тестових випадків. Баг Репорт (Bug Report). Серйозність і пріоритет дефекту. Основне призначення систем відстеження дефектів. Різновиди систем багтрекінга.	14	22
5	Тема 5. Функціональне тестування. Еквівалентну розбиття. Аналіз граничних значень. Метод всіх пар. Таблиці прийняття рішень.	14	22
6	Тема 6. Тестування методами «білого ящика». Метод покриття операторів.	14	22

	Метод покриття рішень. Метод покриття умов. Покриття рішень та умов. Метод комбінаторного покриття умов.		
7	Тема 7. Тестування локалізації	16	22
	Усього годин	100	156

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Робоча програма навчальної дисципліни передбачає наступні види та методи контролю:

Види контролю	Складові оцінювання
поточний контроль , який здійснюється у ході: проведення практичних занять, виконання індивідуального завдання; проведення консультацій та відпрацювань.	100%
підсумковий контроль , який здійснюється у ході проведення заліку.	

Методи діагностики знань (контролю)	фронтальне опитування; доповідь, усне повідомлення, індивідуальне опитування, практичні завдання, залік
--	---

8. ОЦІНЮВАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ТА ФАХОВОЇ ПЕРДВИЩОЇ ОСВІТИ ЗА НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ У МІЖНАРОДНОМУ ГУМАНІТАРНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

(поточний контроль, підсумковий контроль, загальний результат оцінювання)

ЗАЛІК

<i>Поточний контроль</i>			
Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи на практичних (лабораторних) заняттях			
1.1. Підготовка до практичних (лабораторних) занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних (лабораторних) занять	60
Виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.2. Індивідуальне тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Розгляд відповідного матеріалу під час аудиторних занять або ІКР ¹ , перевірка конспектів навчальних текстів тощо	20
Виконання індивідуальних завдань, дослідна робота здобувача			

¹ Індивідуально-консультаційна робота викладача зі здобувачами

1.3. Інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо.	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Обговорення результатів проведеної роботи під час аудиторних занять, наукових конференцій та круглих столів.	20
Разом балів за поточний контроль			100
Загальний результат оцінювання			100

Поточний контроль знань здобувачів освіти при формі контролю **залік** (максимум 100 балів) оцінюється за шкалою («2», «3», «4», «5»), з обов'язковим переведенням балів за кожний вид роботи таким чином:

- за підготовку до аудиторних занять (максимум 60 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості практичних (лабораторних) занять, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 12;

- за виконання завдань для самостійного опрацювання (тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою) (максимум 20 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості програмного матеріалу, що виноситься на самостійне вивчення, для переведу зазначених балів середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 4;

- за інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовку наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо (максимум 20- балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості інших видів індивідуальних завдань, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 4.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗА ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ

- «2»- виставляється за неправильну відповідь (письмову роботу), яка не відповідає змісту теми та свідчить про нерозуміння її основних положень;

- «3» - виставляється за відповідь (письмову роботу), яка відповідає змісту теми, але є неповною і неточною у визначенні понять, свідчить про неповне розуміння основних положень навчального матеріалу, свідчить про те, що знання здобувача мають фрагментарний, поверховий характер;

- «4» - оцінюється правильна і обґрунтована відповідь (письмова робота), з якої видно, що здобувач знає й розуміє теоретичний матеріал в обсязі навчальної теми, володіє необхідними навичками, не допускає суттєвих помилок.

- «5» - оцінюється повна, правильна, ґрунтовна відповідь (письмова робота) на запитання теми, що передбачає логічність і послідовність викладу матеріалу, володіння термінологією, показує вміння повно й глибоко використовувати теоретичні знання в практичній площині.

9 КРИТЕРІЇ ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ (для екзамену / заліку)

Рівень знань оцінюється:

- «відмінно» / «зараховано» А - від 90 до 100 балів. Здобувач виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та

семінарських заняттях, під час яких давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат (есе) за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

- «добре» / «зараховано» В - від 82 до 89 балів. Здобувач володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях та семінарських заняттях, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат (есе) за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

- «добре» / «зараховано» С - від 74 до 81 балів. Здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи, реферату та активність у науково-дослідній роботі;

- «задовільно» / «зараховано» D - від 64 до 73 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи, рефератів (есе);

- «задовільно» / «зараховано» E - від 60 до 63 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, має неповний конспект з завданнями до самостійної роботи.

- «незадовільно з можливістю повторного складання» / «не зараховано» FX – від 35 до 59 балів. Здобувач володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

- «незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» / «не зараховано» F – від 1 до 34 балів. Здобувач не володіє навчальним матеріалом.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами

100-бальною шкалою	Шкала за ECTS	За національною шкалою	
		іспит	залік
90-100	A	Відмінно	зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно	не зараховано
1-34	F		

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. A. Abran, J W. Moore, Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. – 2004, - <http://www.computer.org/portal/web/swebok/html/contents>.
2. Myers G.J. The Art Of Software Testing. N.Y. John Wiley & Sons, Inc. 2004. – 254 p.

3. ДСТУ 2844-94. Програмні засоби ЕОМ. Забезпечення якості. Терміни та визначення.

4. ДСТУ 2850-94. Програмні засоби ЕОМ. Показники та методи оцінювання.

5. ISO 9126:2001, Software engineering -- Product quality

6. Катренко А.В., Пасічник В.В. Прийняття рішень: теорія та практика : підручник / за рец. Г.Г. Цегелика, С.А. Лупенка, Я.І. Соколовського, Я.І. Виклюка. Львів : «Новий Світ – 2000», 2020. 447 с. URL: https://ns2000.com.ua/wpcontent/uploads/2019/07/Pryyniattia_rishen-.pdf

7. Бородкіна І.Л., Бородкін Г.О. Інженерія програмного забезпечення: Посібник для студентів вищих навчальних закладів : навч. посіб. / за рец. О.В. Буиша, О.Є. Пакриша, О.М. Ткаченка. К.: «Центр навчальної літератури», 2020. 204 с. URL: <https://discovery.kpi.ua/Record/000614493/Similar>

8. Творошенко І.С. Технології прийняття рішень в інформаційних системах : навч. посіб. Харків: ХНУРЕ, 2021. 120 с. URL: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/852237f5-57f7-44c3-87c8-8641eb0463cd/content>

9. Ricci F. Recommender systems handbook [3rd ed.] / F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira. NY: Springer Science+Business Media, LLC, 2022. 1048 p. URL: <https://edyaaleh.files.wordpress.com/2016/02/recommendersystemshandbook.pdf>

Допоміжна

1. Berkovsky S., Cantador I., Tikk D. Collaborative recommendations: Algorithms, practical challenges and applications. World Scientific Publishing Co Pte Ltd, 2018. 736 p. URL: <https://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/11131#t=aboutBook>

2. Tarnowska K., Ras Z. W., Daniel L. Recommender system for improving customer loyalty. Cham : Springer International Publishing, 2020. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-13438-9>

3. Falk K. Practical Recommender Systems 1st Edition / K. Falk. NY: Manning Publications, 2019. 432 p. URL: <https://github.com/GeorgeQLe/Textbooks-and-Papers/blob/master/%5BML%5D%20Practical%20Recommender%20Systems.pdf>

4. Tripathy C., Pavlidis Y. Recommendation systems. XRDS: Crossroads, The ACM Magazine for Students. 2020. Vol. 26, no. 3. P. 54–56. URL: <https://doi.org/10.1145/3383396>

5. Методи зберігання даних рекомендаційної системи на основі зв'язних списків / V. Mikhav та ін. Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. 2021. Т. 4, № 66. С. 59-62. URL: <http://journals.nupp.edu.ua/sunz/article/view/2422>

6. Mongia S., Kumar T., Kaur S. Recommendation System and Big Data. Recommender Systems. Boca Raton, 2023. P. 51–67. URL: <https://doi.org/10.1201/9781003319122-4>

7. Applied recommender systems with Python / A. Kulkarni et al. Berkeley, CA : Apress, 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-8954-9>

Інформаційні ресурси

1. Introduction to recommender systems. Towardsdatascience.com. [Електронний ресурс]. URL: <https://towardsdatascience.com/introductionto-recommender-systems-6c66cf15ada>

2. Recommender systems in practice. Towardsdatascience.com. [Електронний ресурс]. URL: <https://towardsdatascience.com/recommendersystems-in-practice-cef9033bb23a>

3. Advanced recommender systems. Coursera. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.coursera.org/learn/advanced-recommender-systems>

4. Build a recommender system in Python. Coursera. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.coursera.org/projects/build-recommendersystem-python>

5. Introduction to recommender systems: Non-personalized and content-based. Coursera. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.coursera.org/learn/recommender-systems-introduction>
6. Recommender systems specialization. Coursera. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.coursera.org/specializations/recommendersystems>
7. Recommendation systems with TensorFlow on GCP. Coursera. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.coursera.org/learn/recommendation-models-gcp>