

Кафедра искусственного интеллекта
Факультет информационных технологий и анализа больших данных

Документ подписан усиленной неквалифицированной электронной подписью.

Организация: «ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

Сертификат: utmay4OJlzH24NFBLLqqwbCmZJ2G8Np+I

Утверждено: Проректор по учебной и методической работе, Е.А. Каменева

Дата: 29.05.2026 г.

К.А. Маковейчук

Рекомендательные системы и коллаборативная фильтрация

Рабочая программа дисциплины

для студентов, обучающихся по направлению подготовки

09.03.04 - Программная инженерия,

Образовательная программа «Инженер-разработчик программного обеспечения»

Профиль:

«Инженер-разработчик программного обеспечения»

Рекомендовано

*Факультет информационных технологий и анализа больших данных
(протокол № 08 от 19.05.2026 г.)*

Одобрено

*Кафедра искусственного интеллекта
(протокол № 4 от 06.05.2026 г.)*



Содержание

1. Наименование дисциплины	3
2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине	3
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	6
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся	6
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий	7
5.1. Содержание дисциплины	7
5.2. Учебно – тематический план	9
5.3. Содержание семинаров, практических занятий	11
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	13
6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы	13
6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю	16
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	17
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	6
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	7
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	30
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)	33
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	33



1. Наименование дисциплины

Рекомендательные системы и коллаборативная фильтрация

2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
ОПК-6	Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического использования, применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов	Разрабатывает алгоритмы решения простых информационных задач и выражает их на языке программирования	Знать: основные алгоритмические подходы в рекомендательных системах; принципы реализации коллаборативной, контентной и гибридной фильтрации; способы представления данных в рекомендательных системах; библиотеки и инструменты разработки рекомендательных моделей (Python, Surprise, LightFM, implicit и др.); особенности реализации рекомендательных алгоритмов. Уметь: разрабатывать алгоритмы формирования рекомендаций; реализовывать рекомендательные модели на языке Python; использовать библиотеки построения рекомендательных систем; выбирать алгоритмы рекомендаций для прикладных задач.
		Анализирует алгоритмы в части производительности, оптимальности, вырабатывает рекомендации для оптимизации алгоритмов программ	Знать: подходы к оценке качества рекомендательных систем; показатели эффективности алгоритмов рекомендаций; ограничения различных моделей рекомендаций; методы сравнения рекомендательных алгоритмов. Уметь: анализировать качество рекомендательных моделей; сравнивать алгоритмы по метрикам качества; выяв-



Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
			лять ограничения моделей; формулировать рекомендации по улучшению качества рекомендаций.
		Проводит ручное и автоматизированное тестирование программных продуктов по методам черного и белого ящика, составляет набор тестовых случаев	Знать: методы тестирования программных продуктов; способы проверки корректности рекомендательных моделей; подходы к тестированию программной реализации алгоритмов рекомендаций; принципы формирования тестовых наборов данных. Уметь: разрабатывать тестовые сценарии; выполнять тестирование рекомендательных программ; анализировать корректность работы алгоритмов; сопоставлять результаты работы моделей с тестовыми данными.
ПКП-1	Способность описывать, анализировать и проектировать интерфейс программных модулей с учетом требований к ним	Демонстрирует знания основных понятий интерфейсов программных модулей, понятие внешней и внутренней среды, читает и понимает готовую программную документацию в части описания интерфейсов	Знать: основные понятия интерфейсов программных модулей; принципы взаимодействия программных компонентов; понятия внешнего и внутреннего интерфейса; способы описания интерфейсов программных систем; структуру документации программных компонентов. Уметь: анализировать документацию программных компонентов; интерпретировать описание интерфейсов; определять входные и выходные параметры программных модулей; описывать взаимодействие программных компонентов.
		Понимает достоинства и недостатки различных архитектурных решений в области проектирования интер-	Знать: основные архитектурные подходы к проектированию программных модулей; способы интеграции рекомендательных компонентов; преимущества и ограничения



Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
		фейсов программных модулей, может критически анализировать существующие решения	различных архитектурных решений; принципы модульности и повторного использования программного кода. Уметь: анализировать архитектурные решения; сравнивать варианты интеграции рекомендательных компонентов; выявлять преимущества и ограничения существующих решений; обосновывать выбор архитектуры программного модуля.
		Описывает интерфейс программной системы в формализованном виде по определенным стандартам, демонстрирует знания общепринятых стандартов описания архитектуры программной системы	Знать: стандарты описания программных интерфейсов; способы формализации взаимодействия модулей; принципы документирования архитектуры программных систем. Уметь: описывать интерфейсы программных модулей; формализовать взаимодействие компонентов; оформлять документацию интерфейсов.
		Проектирует интерфейс программного модуля с учетом требований к программной системе в целом и с учетом интеграции с другими программными модулями	Знать: принципы проектирования программных интерфейсов; требования к интеграции программных модулей; подходы к проектированию сервисов рекомендаций. Уметь: проектировать интерфейсы программных модулей; учитывать требования программной системы; проектировать интеграцию рекомендательных компонентов; описывать обмен данными между модулями.



3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Рекомендательные системы и коллаборативная фильтрация» относится к «Модулю "Методы искусственного интеллекта"».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся

очно-заочная форма обучения

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е и часах)	Семестр 7 (в часах)
Общая трудоемкость дисциплины	3/108	108
Контактная работа – Аудиторные занятия	24	24
<i>Лекции</i>	<i>8</i>	<i>8</i>
<i>Семинары, практические занятия</i>	<i>16</i>	<i>16</i>
<i>Самостоятельная работа</i>	<i>84</i>	<i>84</i>
Вид текущего контроля	Контрольная работа	Контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет



5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в рекомендательные системы

1. Понятие и история развития рекомендательных систем
2. Основная терминология: пользователи, объекты, взаимодействия
3. Постановки задачи рекомендаций
4. Классификация рекомендательных систем
5. Место рекомендательных систем в архитектуре информационных систем

Тема 2. Коллаборативная фильтрация, матричные методы и основы оценки качества

1. Классификация методов коллаборативной фильтрации
2. User-based и Item-based подходы
3. Разреженность данных и её влияние
4. Идея матричной факторизации
5. Базовые модели (SVD, ALS — обзор)
6. Постановки задачи: предсказание рейтинга и ранжирование
7. Метрики прогнозирования (RMSE, MAE)
8. Метрики ранжирования (Precision@K, Recall@K, NDCG@K)
9. Различие задач: rating prediction vs ranking

Тема 3. Контентная фильтрация и гибридные подходы

1. Контентная фильтрация: основные принципы
2. Представление объектов и пользователей
3. Методы вычисления сходства
4. Ограничения контентных подходов
5. Гибридные рекомендательные системы
6. Стратегии гибридизации

Тема 4. Гибридные модели рекомендаций (на примере LightFM)

1. Модельный подход к гибридным системам
2. Основные принципы работы модели LightFM
3. Представление признаков пользователей и объектов



4. Обучение модели и функции потерь
5. Оценка качества рекомендаций

Тема 5. Рекомендации на неявных данных. ALS

1. Неявная обратная связь
2. Ограничения классических моделей
3. Модель Implicit Matrix Factorization
4. Алгоритм ALS (обзор)
5. Работа с разреженными данными
6. Сравнение подходов (ALS, BPR, WARP)

Тема 6. Современные нейросетевые модели рекомендаций (обзор)

1. Ограничения классических моделей (CF, ALS)
2. Нейросетевые подходы (Neural Collaborative Filtering — обзор)
3. Архитектуры:
 - GMF
 - MLP
 - комбинированные модели
4. Автокодировщики в рекомендательных системах
5. Последовательные модели рекомендаций (учёт истории пользователя)

Тема 7. Современные графовые модели рекомендаций

1. Графовые модели рекомендаций
2. Примеры современных моделей (в том числе LightGCN)
3. Сравнение с классическими подходами

Тема 8. Промышленные рекомендательные системы

1. Архитектура рекомендательных систем
2. Candidate generation и ranking
3. Интеграция рекомендательных моделей в ИС
4. Offline и online оценка (A/B тестирование)
5. Проблемы холодного старта
6. Масштабируемость и производительность



5.2. Учебно – тематический план

Очно-заочная форма обучения

п/ п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоемкость в часах				
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Общая, в т.ч.:	Лекции	Семинары, практические занятия	
1	Введение в рекомендательные системы	13	3	1	2	10
2	Коллаборативная фильтрация, матричные методы и основы оценки качества	13	3	1	2	10
3	Контентная фильтрация и гибридные подходы	13	3	1	2	10
4	Гибридные модели рекомендаций (на примере LightFM)	13	3	1	2	10
5	Рекомендации на неявных данных. ALS	13	3	1	2	10
6	Современные нейросетевые модели рекомендаций (обзор)	13	3	1	2	10
7	Современные графовые модели рекомендаций	15	3	1	2	12



п/ п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоемкость в часах				
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Общая, в т.ч.:	Лекции	Семинары, практические занятия	
8	Промышленные рекомендательные системы	15	3	1	2	12
В целом по дисциплине		108	24	8	16	84



5.3. Содержание семинаров, практических занятий

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарах, практических занятиях	Формы проведения занятий
Введение в рекомендательные системы	Сфера применения рекомендательных систем. Основные типы рекомендаций. Примеры промышленных систем (Netflix, Amazon, MovieLens). Обзор инструментов Python (Pandas, NumPy, Scikit-learn, Surprise, implicit, LightFM).	Практикум по решению задач по тематике занятия и коллективное обсуждение решений. Выполнение экспериментальных и индивидуальных заданий.
Коллаборативная фильтрация, матричные методы и основы оценки качества	Методы оценки сходства пользователей и объектов. Метрики качества: RMSE, MAE, Precision@K, Recall@K, NDCG@K. Сравнение задач прогнозирования и ранжирования.	Практикум по решению задач по тематике занятия и коллективное обсуждение решений. Выполнение экспериментальных и индивидуальных заданий.
Контентная фильтрация и гибридные подходы	Контентная фильтрация: представление объектов, косинусная схожесть. Построение рекомендаций на основе описаний и метаданных. Стратегии гибридизации.	Практикум по решению задач по тематике занятия и коллективное обсуждение решений. Выполнение экспериментальных и индивидуальных заданий.
Гибридные модели рекомендаций (на примере LightFM)	Модель LightFM. Работа с разреженными матрицами. Эмбединги пользователей и объектов. Функции потерь (BPR, WARP). Особенности реализации.	Практикум по решению задач по тематике занятия и коллективное обсуждение решений. Выполнение экспериментальных и индивидуальных заданий.
Рекомендации на неявных данных. ALS	Неявная обратная связь. Модель Implicit Matrix Factorization. Алгоритм ALS. Библиотека implicit. Сравнение ALS, BPR, WARP.	Практикум по решению задач по тематике занятия и коллективное обсуждение решений. Выполнение экспериментальных и индивидуальных заданий.



Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарах, практических занятиях	Формы проведения занятий
Современные нейросетевые модели рекомендаций (обзор)	Ограничения классических моделей. Обзор Neural CF, автоэнкодеров, последовательных моделей. Применимость в реальных системах.	Практикум по решению задач по тематике занятия и коллективное обсуждение решений. Выполнение экспериментальных и индивидуальных заданий.
Современные графовые модели рекомендаций	Представление данных в виде графа. Методы графовых эмбедингов (Node2Vec). Графовые нейронные сети. Архитектура LightGCN.	Практикум по решению задач по тематике занятия и коллективное обсуждение решений. Выполнение экспериментальных и индивидуальных заданий.
Промышленные рекомендательные системы	Архитектура рекомендательных систем. Candidate generation и ranking. Интеграция моделей в ИС. Offline и online метрики. Проблемы внедрения.	Практикум по решению задач по тематике занятия и коллективное обсуждение решений. Выполнение экспериментальных и индивидуальных заданий.



6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
Введение в рекомендательные системы	Понятие и история развития рекомендательных систем. Основная терминология: пользователи (users), товары (items), рейтинги, предпочтения и рекомендации. Классификация рекомендательных систем (сфера применения, персонализация, рекомендательные алгоритмы).	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Коллаборативная фильтрация, матричные методы и основы оценки качества	Типы рекомендательных систем (по решаемой задаче). Типы рекомендательных систем (по данным). Методология коллаборативной фильтрации. Формализация математической постановки задачи. Способы оценки сходства пользователей и объектов. Подходы на основе моделей (Model-based approaches). Классический SVD vs FunkSVD (Саймон Фанк). Классическая постановка (pointwise). Современная постановка (ranking). Использование терминов pointwise / pairwise / listwise в рекомендательных системах.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Контентная фильтрация и гибридные подходы	Термины контентной фильтрации. Косинусная схожесть и классификационный подход в фильтрации на основе контента. Различные стратегии построения гибридных рекомендательных систем: взвешенная, смешанная, каскадная.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.



Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
	Нейросетевые представления контента: текст: Transformer embeddings; изображения: CNN / pretrained модели; объединение мультимодальных признаков.	
Гибридные модели рекомендаций (на примере LightFM)	Ограничения классических CF и необходимость гибридных моделей. Гибридные подходы: feature-based vs model-based. Библиотека LightFM: постановка задачи. Представление пользователей и объектов через признаки. Эмбединги признаков и их агрегация. Архитектура модели LightFM. Функции потерь: WARP, BPR, logistic. Обучение и роль OpenMP (многопоточность). Связь LightFM с матричной факторизацией.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Рекомендации на неявных данных. ALS	Implicit feedback: клики, просмотры, лайки. Ограничения SVD в implicit-задачах. Implicit Matrix Factorization. Confidence-weighted loss. ALS: идея, оптимизация, сложность. Работа с разреженными матрицами. Сравнение ALS, BPR, WARP. Практическое применение (YouTube, Spotify).	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Современные нейросетевые модели рекомендаций (обзор)	Ограничения линейных моделей (SVD, ALS). Идея обобщения матричной факторизации через нейросети. Архитектура Neural Collaborative Filtering (NCF): GME, MLP, NeuMF. Эмбединги пользователей и объектов. Обучение на неявных данных. Negative Sampling (ключевой механизм обучения). Сравнение NCF и MF-подходов.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.



Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
Современные графовые модели рекомендаций	Графовое представление (интуиция): User-item bipartite graph; почему граф — естественная модель; ограничения матричных моделей. Embedding-подходы (Random walk методы): DeepWalk; Node2Vec; ограничения random walk. Графовые нейронные сети (GNN): идея message passing; архитектура GCN → LightGCN; упрощение LightGCN по сравнению с GCN; агрегация соседей. Связи и сравнение: связь LightGCN ↔ MF; связь LightGCN ↔ NCF; когда GNN лучше. Обучение и метрики: функция потерь BPR loss; метрики Recall@K, NDCG@K.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Промышленные рекомендательные системы	Архитектура production-рекомендателей: candidate generation; ranking. Двухуровневые системы рекомендаций. Retrieval-модели (Two-Tower). Approximate Nearest Neighbor (ANN) поиск. Введение в FAISS. Feature engineering. Offline vs Online метрики. A/B тестирование. Проблемы холодного старта. Масштабируемость и latency.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.



6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примерные задания контрольной работы

Задание 1.

Разработать и оценить простую рекомендательную систему, которая будет рекомендовать пользователям самые популярные товары на основе имеющихся данных о продажах или взаимодействии с товарами, и проанализировать ее эффективность.

Задание 2.

Реализовать и оценить рекомендательную систему на основе User-Item коллаборативной фильтрации с использованием данных о взаимодействиях пользователей с товарами (например, оценки, покупки).

Использовать набор данных с информацией о пользователях, товарах и их оценках: MovieLens или другой похожий набор данных (датасет MovieLens small содержит 100,000 оценок от 943 пользователей для 1682 фильмов).

Загрузите набор данных MovieLens (например, ml-latest-small.zip) с официального сайта MovieLens: <https://grouplens.org/datasets/movielens/latest/>

Дополнительная информация

Критерии балльной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержатся в соответствующих методических рекомендациях Кафедры искусственного интеллекта Факультета информационных технологий и анализа больших данных.



7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения в процессе освоения образовательной программы содержится в разделе 2. «Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине».

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки индикаторов достижения компетенций, умений и знаний

Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
ОПК-6. Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического использования, применять основы информатики и программирования к	Разрабатывает алгоритмы решения простых информационных задач и выражает их на языке программирования	Знать: основные алгоритмические подходы в рекомендательных системах; принципы реализации коллаборативной, контентной и гибридной фильтрации; способы представления данных в рекомендательных системах; библиотеки и инструменты разра-	• Реализовать алгоритм коллаборативной фильтрации на данных MovieLens. • Разработать программную реализацию контентной или гибридной рекомендательной системы. • Реализовать рекомендательный алгоритм с использованием библиотек Surprise или LightFM. • Выполнить программную реализацию рекомендательной модели и сформировать рекомендации.



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов		ботки рекомендательных моделей (Python, Surprise, LightFM, implicit и др.); особенности реализации рекомендательных алгоритмов. Уметь: разрабатывать алгоритмы формирования рекомендаций; реализовывать рекомендательные модели на языке Python; использовать библиотеки построения рекомендательных систем; выбирать алгоритмы рекомендаций для прикладных задач.	



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
	Анализирует алгоритмы в части производительности, оптимальности, вырабатывает рекомендации для оптимизации алгоритмов программ	Знать: подходы к оценке качества рекомендательных систем; показатели эффективности алгоритмов рекомендаций; ограничения различных моделей рекомендаций; методы сравнения рекомендательных алгоритмов. Уметь: анализировать качество рекомендательных моделей; сравнивать алгоритмы по метрикам качества; выявлять ограничения моделей; формулировать рекомендации по	• Провести сравнительный анализ различных рекомендательных моделей. • Выполнить оценку качества рекомендаций с использованием RMSE, Recall@K, NDCG@K. • Сравнить baseline и улучшенную модель рекомендаций. • Проанализировать влияние параметров модели на качество рекомендаций.



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
		улучшению качества рекомендаций.	
	Проводит ручное и автоматизированное тестирование программных продуктов по методам черного и белого ящика, составляет набор тестовых случаев	Знать: методы тестирования программных продуктов; способы проверки корректности рекомендательных моделей; подходы к тестированию программной реализации алгоритмов рекомендаций; принципы формирования тестовых наборов данных. Уметь: разрабатывать тестовые сценарии; выполнять тестирование рекомендательных программ; анализировать кор-	• Разработать набор тестовых случаев для проверки рекомендательной системы. • Выполнить тестирование реализации рекомендательной модели. • Провести сравнение результатов работы различных моделей на тестовой выборке. • Проверить корректность формирования рекомендаций.



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
		ректность работы алгоритмов; сопоставлять результаты работы моделей с тестовыми данными.	
ПКП-1. Способность описывать, анализировать и проектировать интерфейс программных модулей с учетом требований к ним	Демонстрирует знания основных понятий интерфейсов программных модулей, понятие внешней и внутренней среды, читает и понимает готовую программную документацию в части описания интерфейсов	Знать: основные понятия интерфейсов программных модулей; принципы взаимодействия программных компонентов; понятия внешнего и внутреннего интерфейса; способы описания интерфейсов программных систем; структуру документации программных компонентов. Уметь: анализировать документацию	• Проанализировать интерфейс готовой рекомендательной системы или библиотеки (например, Surprise, LightFM). • Описать входные и выходные параметры рекомендательного модуля. • Выполнить анализ документации программного интерфейса.



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
		программных компонентов; интерпретировать описание интерфейсов; определять входные и выходные параметры программных модулей; описывать взаимодействие программных компонентов.	
	Понимает достоинства и недостатки различных архитектурных решений в области проектирования интерфейсов программных модулей, может критически анализировать	Знать: основные архитектурные подходы к проектированию программных модулей; способы интеграции рекомендательных компонентов; преимущества и ограничения различных архитектурных	• Выполнить сравнительный анализ архитектур рекомендательных систем. • Обосновать выбор архитектурного решения для рекомендательного модуля. • Проанализировать существующую архитектуру программной системы.



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
	существующие решения	решений; принципы модульности и повторного использования программного кода. Уметь: анализировать архитектурные решения; сравнивать варианты интеграции рекомендательных компонентов; выявлять преимущества и ограничения существующих решений; обосновывать выбор архитектуры программного модуля.	
	Описывает интерфейс программной системы в формализованном виде по	Знать: стандарты описания программных интерфейсов; способы формализа-	• Подготовить формализованное описание интерфейса рекомендательного модуля. • Описать взаимодействие компонентов рекомендательной системы. • Разработать документацию программного интерфейса.



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
	определенным стандартам, демонстрирует знания общепринятых стандартов описания архитектуры программной системы	ции взаимодействия модулей; принципы документирования архитектуры программных систем. Уметь: описывать интерфейсы программных модулей; формализовать взаимодействие компонентов; оформлять документацию интерфейсов.	
	Проектирует интерфейс программного модуля с учетом требований к программной системе в целом и с учетом интеграции с другими про-	Знать: принципы проектирования программных интерфейсов; требования к интеграции программных модулей; подходы к проектированию сервисов реко-	• Спроектировать интерфейс рекомендательного программного модуля. • Описать интеграцию рекомендательной подсистемы с другими компонентами ИС. • Разработать схему взаимодействия рекомендательного сервиса с прикладной системой.



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
	граммными модулями	мендаций. Уметь: проектировать интерфейсы программных модулей; учитывать требования программной системы; проектировать интеграцию рекомендательных компонентов; описывать обмен данными между модулями.	



Примеры практико-ориентированных заданий

Задание 1. Загрузить данные, используя один из наборов данных для разработки рекомендательных систем, предназначенных для конкретного бизнес-кейса: онлайн-кинотеатр, интернет-магазин, текстовый блог или соцсети (например, MovieLens 25M Dataset, Netflix Prize, Amazon Review Data).

Задание 2. В соответствии с методологией, разобранный на лекции и семинарских занятиях, построить рекомендательную систему одного из следующих типов: по популярности, контентно-ориентированная, система на основе коллаборативной фильтрации, гибридная.

Задание 3. При построении рекомендательной системы может потребоваться дополнительная обработка данных: устранение шумов, выбросов, пропущенных значений, снижение размерности матрицы рейтингов, а также формирования синтетических признаков (в том числе с применением TFIDF анализа).

Задание 4. Оценить качество построенной системы, рассчитав базовые и продвинутое числовые метрики, в соответствии с методологией, разобранный на лекции и семинарских занятиях.

Задание 5. Сделать выводы о результатах работы, применимости / целесообразности использования того или иного подхода в зависимости от постановки задачи, предложить направления улучшения результата.

Примеры вопросов для подготовки к промежуточной аттестации

Примерные вопросы для подготовки к зачету

1. Понятие и история развития рекомендательных систем.
2. Критерии классификации рекомендательных систем.
3. Способы получения и обработки информации о предпочтениях пользователя
4. Построение контентно-ориентированной рекомендательной системы.
5. Использование нормализации, снижение «зашумленности» рейтингов.
6. Способы получения и обработки информации о предпочтениях пользователя.
7. Базовые метрики оценки качества предсказанных рейтингов и рекомендаций.
8. Анализ ключевых слов для формирования атрибутов товаров.
9. Общие принципы обучения и валидации моделей.
10. Расширения и альтернативы TF-IDF-анализа.
11. TD-IDF анализ и его производные для выделения ключевых слов.
12. Математическая модель рекомендательной системы.
13. Определение «схожести» интересов пользователей, посчитанное корреляцией Пирсона. Преимущества и недостатки.



14. Построение и актуализация профилей пользователей, взвешивание/нормализация рейтингов.

15. Определение «похожести» интересов пользователей, посчитанное косинусным расстоянием векторов предпочтений. Преимущества и недостатки.

16. Преимущества и недостатки контентно-ориентированного подхода.

17. Меры оценки сходства пользователей, преимущества и недостатки.

18. Проблема холодного старта и пути ее решения.

19. Алгоритм «User-User» для построения рекомендации на основе оценок пользователей со схожими рейтингами.

20. Алгоритм «Item-Item»: рекомендации схожих товаров на основе связей между их рейтингами.

21. Понятие коллаборативной фильтрации. Два основных подхода в коллаборативной фильтрации.

22. Переобучение и регуляризация.

23. Построение предсказания рейтинга на основе рейтинга «соседей».

24. Гибридные рекомендательные системы.

25. Типы метрик оценки качества рекомендательных систем.

26. Рекомендательные системы, основанные на знаниях. Knowledge-based подход.

27. Метрики оценки точности: MAE, RMSE, MSE.

28. Метрики поддержки принятия решений: ROC AUC, полнота и точность.

29. Поиск нерелевантных рекомендаций («reversals»).

30. Задача снижения размерности.

31. Сингулярное разложение матрицы рейтингов (SVD).

32. Математическая модель Funk SVD.

33. Библиотека Surprise. Особенности применения для построения рекомендательных систем.

34. Библиотека LightFM. Особенности применения для построения рекомендательных систем.

35. Библиотека Implicit. Особенности применения для построения рекомендательных систем.

36. Построение рекомендательных систем на основе графовых нейронных систем (GNN). Графовые конволюционные сети.

**Промежуточная аттестация обучающихся проводится в формате тестирования*



8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Сорокин, А. Б. Рекомендательные системы: анамнестические и модельные методы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Сорокин А. Б., Железняк Л. М., Семенов Р. Э. Москва : РТУ МИРЭА, 2022 65 с. Книга из коллекции РТУ МИРЭА - Информатика <https://e.lanbook.com/book/265739>. [БИК ID: RU-LAN-BOOK-265739]
2. Митина, О. А. Технологии и инструментарий машинного обучения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Митина О. А., Жаров В. В. Москва : РТУ МИРЭА, 2023 203 с. Книга из коллекции РТУ МИРЭА - Информатика <https://e.lanbook.com/book/368633> ISBN 978-5-7339-1758-0. [БИК ID: RU-LAN-BOOK-368633]
3. Бессмертный, Игорь Александрович Интеллектуальные системы : учебник и практикум для вузов / И. А. Бессмертный, А. Б. Нугуманова, А. В. Платонов. 2-е изд. Электрон. дан. Москва : Юрайт, 2026 250 с (Высшее образование) URL: <https://urait.ru/bcode/583859> (дата обращения: 27.02.2026). Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей <https://urait.ru/bcode/583859> ISBN 978-5-534-20734-7 : 1119.00. [БИК ID: RU2fURAIT2f583859]

Дополнительная литература:

1. Бессмертный, Игорь Александрович Искусственный интеллект. Введение в многоагентные системы : учебник для вузов / И. А. Бессмертный. Электрон. дан. Москва : Юрайт, 2026 148 с (Высшее образование) URL: <https://urait.ru/bcode/589921> (дата обращения: 27.02.2026). Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей <https://urait.ru/bcode/589921> ISBN 978-5-534-20348-6 : 639.00. [БИК ID: RU2fURAIT2f589921]
2. Бессмертный, Игорь Александрович Основы научных исследований в области информационных систем и технологий : учебник для вузов / И. А. Бессмертный. Электрон. дан. Москва : Юрайт, 2026 110 с (Высшее образование) URL: <https://urait.ru/bcode/590179> (дата обращения: 27.02.2026). Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей <https://urait.ru/bcode/590179> ISBN 978-5-534-08696-6 : 639.00. [БИК ID: RU2fURAIT2f590179]



3. Антонов, И. В. Прикладное глубокое обучение [Электронный ресурс] : учебное пособие / Антонов И. В., Бруттан Ю. В. Псков : ПсковГУ, 2024 138 с. Книга из коллекции ПсковГУ - Информатика <https://e.lanbook.com/book/494504> ISBN 978-5-00200-228-3. [БИК ID: RU-LAN-BOOK-494504]
4. Баланов, А. Н. Машинное обучение и искусственный интеллект [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Баланов А. Н. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2026 172 с. Книга из коллекции Лань - Информатика <https://e.lanbook.com/book/513580> ISBN 978-5-507-54962-7. [БИК ID: RU-LAN-BOOK-513580]

Нормативные правовые акты:

-

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) <http://elib.fa.ru/> (<http://library.fa.ru/files/elibfa.pdf>)
2. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>
3. Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека ОНЛАЙН" <http://biblioclub.ru/>
4. Электронно-библиотечная система Znanium <http://www.znanium.com>
5. Электронно-библиотечная система издательства "Лань" <https://e.lanbook.com/>
6. Образовательная платформа "ЮРАЙТ" <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru>
8. Информационно-образовательный портал Финуниверситета: <https://org.fa.ru>
9. • Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф/>
10. • Справочная правовая система «Консультант Плюс» <https://www.consultant.ru/>
11. • Справочная правовая система «ГАРАНТ» <https://www.garant.ru/>
12. • Электронные продукты издательства Elsevier <http://www.sciencedirect.com>
13. • Электронные коллекции книг и журналов издательства Springer: <http://link.springer.com/>
14. 4. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru> (Росстат)



10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Студентам необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, списком рекомендованной литературы и перечнем ресурсов сети «Интернет», необходимыми для освоения дисциплины. Часть разделов дисциплины студенты могут освоить с помощью бесплатных онлайн-курсов (с получением сертификата или иного документа об окончании), указанных в перечне ресурсов. Лекции, задания для семинарских и самостоятельных занятий, презентации и другие материалы по дисциплине, представленные в базовом ЭУК по дисциплине на образовательном портале Финансового университета, студенты изучают в процессе освоения курса в течение семестра. На сайте в разделе кафедры студенты могут ознакомиться в течение семестра с графиком консультаций преподавателей.

Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям:

(теоретический курс)

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры.

Лекционные занятия проводятся в соответствии с тематическим планом, при изложении материала рекомендуется использовать презентации в среде PowerPoint и фрагменты печатных материалов по теме лекции.

Студентам рекомендуется:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;
- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных или электронных носителях, представленный лектором на портале. Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;
- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам, если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

Рекомендации по подготовке к практическим (семинарским) занятиям:

Проведение практических занятий осуществляется в компьютерных классах.

Студентам следует:



- приносить с собой на бумажных или электронных носителях рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;
- при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, но и другую учебную литературу;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении, при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Методические рекомендации по выполнению различных форм самостоятельных домашних заданий

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны выполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Студентам следует:

- руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным РПД;
- выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы;
- использовать при подготовке нормативные документы Финансового университета;
- при подготовке к экзамену параллельно прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины, фиксируя неясные моменты для их обсуждения на плановой консультации.

Методические рекомендации по работе с литературой:

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, выполнение расчетно-аналитической работы, начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке, так и дома.

К каждой теме учебной дисциплины подобрана основная и дополнительная литература.



При работе с литературой рекомендуется делать записи. Записи в той или иной форме не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки явного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов.

Методические указания по проведению практических занятий:

По структуре практические занятия следует разделить на учебные и контрольные.

Учебные практические занятия структурно состоят из следующих компонент:

- проверка наличия выполненного задания самостоятельной работы каждого студента;
- выборочная проверка корректности выполнения домашнего задания;
- разбор типичных ошибок, возникших в самостоятельной работе;
- рассмотрение теоретических вопросов, связанных с текущим практическим занятием;
- разбор методов выполнения практических заданий и решения задач;
- корректировка заданий для самостоятельной работы студентов.

Контрольные практические занятия структурно состоят из следующих компонент:

- проведение аудиторных самостоятельных работ;
- подведение итогов и разбор типичных ошибок, возникших при выполнении самостоятельных работ.

Студенты должны обратить внимание на перечень основных контрольных мероприятий, которые проводятся в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Конкретные сроки проведения этих мероприятий своевременно доводятся до сведения студентов.

При подготовке контрольной работы следует использовать нормативные документы Финансового университета, Методические рекомендации по планированию и организации внеаудиторной самостоятельной работы студентов по образовательным программам бакалавриата и магистратуры в Финансовом университете, утвержденные приказом Финуниверситета от 11.05.2021 г. № 1040/о (см. сайт Финансового Университета: на главной странице раздел "Наш университет" → "Единая правовая база Финуниверситета" → "Организация учебного процесса" → "Нормативные документы по самостоятельной работе").



11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем

Комплект лицензионного программного обеспечения:

1. Python 3.8
2. Jupyter Notebook (Windows 10)
3. Git Система контроля версий
4. Пакет офисных программ
5. Антивирус Kaspersky

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Информационно-правовая система «Гарант»
2. Информационно-правовая система «Консультант Плюс»

Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации

1. не предусмотрены

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения: мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), набор демонстрационного оборудования (проектор, экран)