



Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования
«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
(Финансовый университет)

Кафедра искусственного интеллекта
Факультет информационных технологий и анализа больших данных

Документ подписан усиленной неквалифицированной электронной подписью.

Организация: «ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

Сертификат: ieXlhkDN4T8cq/MdixQltm9cfBKrpt16

Утверждено: Проректор по учебной и методической работе, Е.А. Каменева
Дата: 27.01.2026 г.

К.А. Маковейчук , А.И. Лабинцев
Рекомендательные системы и коллаборативная фильтрация

Рабочая программа дисциплины
для студентов, обучающихся по направлению подготовки
09.03.03 - Прикладная информатика,
Образовательная программа «Прикладные информационные системы в экономике и
финансах»
Профиль:
«Прикладные информационные системы в экономике и финансах»

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	
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся	5
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий	6
5.1. Содержание дисциплины	6
5.2. Учебно – тематический план	8
5.3. Содержание семинаров, практических занятий	10
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	12
6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы	12
6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю	15
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	17
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	7
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	21
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	25
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)	28
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	28



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
ПКП-6	Способен участвовать в промышленной разработке программного обеспечения	Работает в соответствии с промышленными методологиями разработки	Знать: принципы организации процесса разработки программного обеспечения в рамках Agile-подходов (Scrum/Kanban) и особенности их применения при разработке рекомендательных систем, включая итеративный характер работы с данными, моделями и метриками качества (NDCG@K, Recall@K) Уметь: структурировать процесс разработки рекомендательной системы (на примере MovieLens) как последовательность итераций: подготовка данных, построение baseline-модели (коллаборативная фильтрация / ALS), улучшение модели (например, LightGCN), оценка качества и анализ результатов
		Применяет инструменты поддержки методологий разработки и использует навыки ведения документации в соответствии с требованиями методологии	Знать: инструменты разработки и сопровождения ПО, используемые при создании рекомендательных систем: системы контроля версий (например, Git), средства фиксации экспериментов и результатов, а также принципы документирования ML-проектов (описание данных, моделей, метрик и экспериментов)



Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
			Уметь: организовать разработку рекомендательной системы как воспроизводимый проект: структурировать код, фиксировать изменения моделей и параметров, документировать эксперименты и интерпретировать результаты (включая сравнение baseline (базовой) и более сложной (в том числе графовой или нейросетевой) моделей рекомендаций (например, LightGCN) по метрикам)



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

Очная форма обучения

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е и часах)	Семестр 6 (в часах)
Общая трудоемкость дисциплины	3/108	108
Контактная работа – Аудиторные занятия	50	50
<i>Лекции</i>	<i>16</i>	<i>16</i>
<i>Семинары, практические занятия</i>	<i>34</i>	<i>34</i>
<i>Самостоятельная работа</i>	<i>58</i>	<i>58</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 рекомендательных систем.
2. Основные элементы: пользователь, объект, взаимодействие.
3. Примеры применения.
4. Классификация рекомендательных систем.

Тема 2. Основы коллаборативной фильтрации и оценка качества

1. Идея коллаборативной фильтрации.
2. User-based и Item-based подходы.
3. Разреженность данных.
4. Введение в матричное представление данных.
5. Общая идея факторизации.
6. Что значит «хорошая рекомендация».
7. Precision / Recall / NDCG (интуитивно).

Тема 3. Контентная фильтрация

1. Основные принципы контентной фильтрации.
2. Представление объектов.
3. Методы сходства.
4. Преимущества и ограничения.

Тема 4. Гибридные рекомендательные системы

1. Необходимость гибридных подходов
2. Основные стратегии объединения методов
3. Пример реализации (LightFM — обзор)
4. Оценка качества рекомендаций

Тема 5. Рекомендации на неявных данных

1. Неявная обратная связь.
2. Общая идея моделей факторизации.
3. Алгоритм ALS (на уровне понимания).



4. Практическое применение.

Тема 6. Современные подходы к нейросетевым рекомендательным системам

1. Ограничения классических методов.
2. Нейросетевые модели (обзор).
3. Последовательные модели.

Тема 7. Современные подходы к графовым рекомендательным системам

1. Графовые методы.
2. Примеры современных моделей (в том числе LightGCN).
3. Области применения.

Тема 8. Применение рекомендательных систем

1. Использование в информационных системах.
2. Примеры из индустрии.
3. Проблемы внедрения.
4. Основы архитектуры рекомендательных систем.



5.2. Учебно – тематический план

Очная 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	12	6	2	4	6
2	Основы коллаборативной фильтрации и оценка качества	17	9	3	6	8
3	Контентная фильтрация	13	5	1	4	8
4	Гибридные рекомендательные системы	14	6	2	4	8
5	Рекомендации на неявных данных	12	6	2	4	6
6	Современные подходы к нейросетевым рекомендательным системам	14	6	2	4	8
7	Современные подходы к графовым рекомендательным системам	14	6	2	4	8



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	Применение рекомендательных систем	12	6	2	4	6
В целом по дисциплине		108	50	16	34	58



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	Области применения рекомендательных систем. Основные типы рекомендаций. Примеры сервисов. Инструменты Python.	Практикум по решению задач по тематике занятия и коллективное обсуждение решений. Выполнение экспериментальных и индивидуальных заданий.
Основы коллаборативной фильтрации и оценка качества	User-based и Item-based подходы. Разреженность данных. Введение в метрики качества (Precision, Recall, NDCG).	Практикум по решению задач по тематике занятия и коллективное обсуждение решений. Выполнение экспериментальных и индивидуальных заданий.
Контентная фильтрация	Представление объектов. Методы сходства. Построение рекомендаций на основе контента.	Практикум по решению задач по тематике занятия и коллективное обсуждение решений. Выполнение экспериментальных и индивидуальных заданий.
Гибридные рекомендательные системы	Комбинирование подходов. Пример LightFM.	Практикум по решению задач по тематике занятия и коллективное обсуждение решений. Выполнение экспериментальных и индивидуальных заданий.
Рекомендации на неявных данных	Понятие неявной обратной связи. Общая идея ALS.	Практикум по решению задач по тематике занятия и коллективное обсуждение решений. Выполнение экспериментальных и индивидуальных заданий.
Современные подходы к нейросетевым рекомендательным системам	Общее представление о нейросетевых моделях рекомендаций.	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 подходы к графовым рекомендательным системам	Графовое представление данных. Примеры моделей (в том числе LightGCN).	Практикум по решению задач по тематике занятия и коллективное обсуждение решений. Выполнение экспериментальных и индивидуальных заданий.
Применение рекомендательных систем	Использование в информационных системах. 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.
Основы коллаборативной фильтрации и оценка 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	Термины контентной фильтрации. Косинусная схожесть и классификационный подход в фильтрации на основе контента. Различные стратегии построения гибридных	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
	рекомендателей: взвешенная, смешанная, каскадная. Нейросетевые представления контента: текст: Transformer embeddings; изображения: CNN / pretrained модели; объединение мультимодальных признаков.	
Гибридные рекомендательные системы	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	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 подходы к нейросетевым рекомендательным системам	Ограничения линейных моделей (SVD, ALS). Идея обобщения матричной факторизации через нейросети. Архитектура Neural Collaborative Filtering (NCF): GMF, MLP, NeuMF. Эмбединги пользователей и объектов. Обучение на неявных данных. Negative Sampling	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
	(ключевой механизм обучения). Сравнение NCF и MF-подходов.	
Современные подходы к графовым рекомендательным системам	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.
Применение рекомендательных систем	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

Примерный вариант 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

Примеры тестовых заданий

1. Метод оптимизации, используемый в библиотеке LightFM для обучения гибридных моделей рекомендаций, называется:

- ALS (Alternating Least Squares)
- SGD (Stochastic Gradient Descent)
- WARP (Weighted Approximate-Rank Pairwise)
- AUC (Area Under Curve)

2. Метрика, которая измеряет долю товаров, которые были релевантны и попали в топ-К рекомендаций, называется:

- Precision@K
- Recall@K
- RMSE
- NDCG

3. Выберите фрагмент кода, который иллюстрирует построение item-based коллаборативной фильтрации с использованием косинусного сходства:

```
from sklearn.metrics.pairwise import cosine_similarity
```



```
# Построение матрицы пользователь-товар
ratings_matrix = data.pivot_table(index='user_id', columns='item_id',
values='rating').fillna(0)
# Расчет косинусного сходства между пользователями
user_similarity = cosine_similarity(ratings_matrix)
print(user_similarity)

from sklearn.metrics.pairwise import cosine_similarity
# Построение матрицы пользователь-товар
ratings_matrix = data.pivot_table(index='user_id', columns='item_id',
values='rating').fillna(0)
# Транспонирование матрицы для item-based
item_matrix = ratings_matrix.T
# Расчет косинусного сходства между товарами
item_similarity = cosine_similarity(item_matrix)
print(item_similarity)

from sklearn.decomposition import TruncatedSVD
# Построение матрицы взаимодействий
ratings_matrix = data.pivot_table(index='user_id', columns='item_id',
values='rating').fillna(0)
# Применение SVD для факторизации матрицы
svd = TruncatedSVD(n_components=20)
matrix_svd = svd.fit_transform(ratings_matrix)
print(matrix_svd)
```

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
ПКП-6. Способен участвовать в промышленной разработке программного обеспечения	Работает в соответствии с промышленными методологиями разработки	Знать: принципы организации процесса разработки программного обеспечения в рамках Agile-подходов (Scrum/Kanban) и особенности их применения при разработке рекомендательных систем, включая итеративный характер работы с дан-	1. Разбить процесс разработки рекомендательной системы на основе датасета MovieLens на этапы (итерации), выделив: 1. baseline-решение (например, ALS или user-based CF), 2. улучшенную модель (например, LightGCN), 3. этапы оценки качества (NDCG@20, Recall@20). Для каждого этапа указать цель, входные данные и ожидаемый результат. 2. Сравнить две итерации разработки: baseline-модель и улучшенную модель (LightGCN). Указать: - какие изменения были внесены, - как изменились метрики (NDCG@20, Recall@20),



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
		ными, моделями и метриками качества (NDCG@K, Recall@K) Уметь: структурировать процесс разработки рекомендательной системы (на примере MovieLens) как последовательность итераций: подготовка данных, построение baseline-модели (коллаборативная фильтрация / ALS), улучшение модели (например, LightGCN), оценка качества и анализ результатов	почему данные изменения можно рассматривать как улучшение с точки зрения промышленной разработки». 3. Объяснить, какие этапы разработки рекомендательной системы отличаются от разработки классического программного модуля (роль данных, необходимость переобучения, нестабильность качества) на примере выполненной работы.
	Применяет инструменты поддержки ме-	Знать: инструменты разработки и сопро-	1. Оформить проект рекомендательной системы (MovieLens) в виде репозитория: структура проекта (data / models / notebooks / src),



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
	тодологий разработки и использует навыки ведения документации в соответствии с требованиями методологии	вождения ПО, используемые при создании рекомендательных систем: системы контроля версий (например, Git), средства фиксации экспериментов и результатов, а также принципы документирования ML-проектов (описание данных, моделей, метрик и экспериментов) Уметь: организовать разработку рекомендательной системы как воспроизводимый проект: структурировать код, фиксировать изменения мо-	- реализация baseline и улучшенной модели (LightGCN), - файл README с описанием задачи и подходов. 2. Подготовить описание экспериментов, включающее: - используемый датасет, - baseline-модель и её параметры, - модель LightGCN и её параметры, - значения метрик NDCG@20 и Recall@20, - вывод о качестве моделей. 3. Обеспечить воспроизводимость результатов: - зафиксировать параметры моделей, - описать шаги запуска, - продемонстрировать получение сопоставимых метрик качества при повторном запуске.



Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
		делей и параметров, документировать эксперименты и интерпретировать результаты (включая сравнение baseline (базовой) и более сложной (в том числе графовой или нейросетевой) моделей рекомендаций (например, LightGCN) по метрикам)	



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.



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. 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]
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. 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]

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. 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:

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 к текущему контролю 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. 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)
2. **Помещение для самостоятельной работы** обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде Университета.
3. **Компьютерный класс** для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенный оборудованием и техническими средствами обучения: мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), персональные компьютеры, набор демонстрационного оборудования (проектор, экран)