

Приложение № 1  
к приказу ректора  
АНО ВО «Центральный университет»  
от «15» августа 2024 г. № 0815.06

**Автономная некоммерческая организация высшего образования  
«Центральный университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор АНО ВО «Центральный  
университет»

Е.В. Ивашкевич

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА –  
ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
«РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ»**

Трудоемкость обучения: 112 ак. часов

**Москва**

**2024**

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

## **1.1. Общие положения**

Настоящая дополнительная профессиональная программа – программа повышения квалификации «Рекомендательные системы» (далее – программа повышения квалификации) разработана на основании Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказа Минобрнауки России от 01 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» и приказа Минобрнауки России от 11 октября 2023 г. № 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».

Программа повышения квалификации реализуется в Автономной некоммерческой организации высшего образования «Центральный университет» (далее – АНО ВО «Центральный университет»).

Разработчики программы:

- Пославский Александр Владимирович, преподаватель АНО ВО «Центральный университет»;
- Трапезников Михаил Юрьевич, преподаватель АНО ВО «Центральный университет».

Программа повышения квалификации разработана в инициативном порядке.

Программа реализуется на русском языке.

## **1.2. Цель реализации программы**

Программа повышения квалификации нацелена на совершенствование и (или) получение слушателем новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня знаний в рамках имеющейся у слушателя квалификации в сфере

Электронный документ

рекомендательных систем, включая их приложения, классические алгоритмы, многостадийные архитектуры, проблемы и смещения, а также индустриальные технологии.

### **1.3. Категории обучающихся**

Основными категориями обучающихся, на которых рассчитана программа повышения квалификации, являются студенты 3 и 4 курса бакалавриата, стремящиеся к развитию карьеры в области data science; руководители и специалисты IT-подразделений, желающие углубить знания и навыки в области рекомендательных систем; специалисты с технической подготовкой из другой сферы, планирующие изменить свой карьерный трек.

### **1.4. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимому для освоения программы**

Лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца.

Слушатель программы может быть студентом старших курсов программ высшего образования – программ бакалавриата или специалитета. Данный факт подтверждается предоставлением справки с места обучения по программе высшего образования.

### **1.5. Перечень нормативных документов, определяющих квалификационные требования к выпускнику программы**

— Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки (специальности) 02.04.01 «Математика и компьютерные науки» и уровню высшего образования магистратура, утвержденный приказом Минобрнауки России от 23 августа 2017 г. № 810;

— Профессиональный стандарт «Программист», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 ноября 2013 г. № 679н.

## **1.6. Планируемые результаты обучения**

**а) Перечень компетенций, совершенствование или получение которых осуществляется в результате обучения:**

- Способность определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки;
- Способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, совершенствовать и разрабатывать концепции, теории и методы;
- Способность решать задачи профессиональной деятельности, формулировать результат, увидеть следствия полученного результата;
- Способность передавать результат решенных прикладных задач в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах области машинного обучения.

**б) Квалификационные требования к выпускнику программы:**

Слушатель в результате освоения программы будет способен выполнять следующие должностные обязанности, приведённые в «Квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и других служащих», утверждённом постановлением Минтруда России от 21 августа 1998 г. № 37.

### ***Инженер-программист (Программист)***

На основе анализа математических моделей и алгоритмов решения экономических и других задач разрабатывает программы, обеспечивающие возможность выполнения алгоритма и соответственно поставленной задачи средствами вычислительной техники, проводит их тестирование и отладку. Разрабатывает технологию решения задачи по всем этапам обработки информации. Осуществляет выбор языка программирования для описания алгоритмов и структур данных. Определяет информацию, подлежащую обработке средствами вычислительной техники, ее объемы, структуру, макеты и схемы ввода, обработки, хранения и вывода, методы ее контроля. Выполняет работу по подготовке программ к отладке и проводит отладку. Определяет объем

Электронный документ

и содержание данных контрольных примеров, обеспечивающих наиболее полную проверку соответствия программ их функциональному назначению. Осуществляет запуск отлаженных программ и ввод исходных данных, определяемых условиями поставленных задач. Проводит корректировку разработанной программы на основе анализа выходных данных. Разрабатывает инструкции по работе с программами, оформляет необходимую техническую документацию. Определяет возможность использования готовых программных продуктов. Осуществляет сопровождение внедренных программ и программных средств. Разрабатывает и внедряет системы автоматической проверки правильности программ, типовые и стандартные программные средства, составляет технологию обработки информации. Выполняет работу по унификации и типизации вычислительных процессов. Принимает участие в создании каталогов и картотек стандартных программ, в разработке форм документов, подлежащих машинной обработке, в проектировании программ, позволяющих расширить область применения вычислительной техники.

**в) Идентификаторы достижения компетенций:**

Слушатель, освоивший программу повышения квалификации, должен:

***знать:***

- пользу и финансовый эффект рекомендательных платформ;
- устройство современных индустриальных рекомендательных систем;
- способы повышения объяснимости и уменьшения смещений

рекомендательных алгоритмов.

***уметь:***

- проводить разведывательный анализ рекомендательных данных;
- реализовывать классические рекомендательные алгоритмы;
- собирать рекомендательные пайплайны из базовых алгоритмов.

***владеть:***

— современными библиотеками для построения рекомендательных систем;

- методами оценки качества рекомендательных алгоритмов;
- методами работы с матричными, тензорными, последовательными и графовыми данными.

### **1.7. Трудоемкость программы**

Нормативная трудоемкость обучения по данной программе – 112 академических часов, включая все виды контактной и самостоятельной работы слушателя.

### **1.8. Форма и сроки обучения**

Обучение по программе повышения квалификации осуществляется в очной форме с использованием дистанционных образовательных технологий и (или) электронного обучения.

Формат обучения на программе – гибридный. Учебные занятия проходят в очном формате, при этом слушателям предоставляется возможность участвовать как очно, так и дистанционно в режиме онлайн.

Минимальный срок обучения на программе составляет 3 месяца.

### **1.9. Режим занятий**

Длительность одного занятия – 2 академических часа.

Для всех занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

## 2. ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА

### 2.1. Учебный план программы повышения квалификации

#### «Рекомендательные системы»

Продолжительность обучения – 112 ак. часов.

Форма обучения – очная.

№ п/п	Наименование дисциплин учебного курса	Всего, академ. ч.	Контактная работа (академ. ч.)		Самост. работа (академ. ч.)	Формы аттестации
			лекции	семинары (практич. занятия)		
1.	Приложения и оценка рекомендательных систем	14	4	4	6	Зачет
2.	Классические алгоритмы	35	10	10	15	Зачет
3.	Многостадийные системы	14	4	4	6	Зачет
4.	Проблемы и смещения	21	6	6	9	Зачет
5.	Индустриальные технологии	21	6	6	9	Зачет
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>105</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	
	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>7</b>		<b>7</b>		<b>Экзамен</b>
	<b>ИТОГО:</b>	<b>112</b>	<b>30</b>	<b>37</b>	<b>45</b>	

**2.2. Учебно-тематический план программы повышения  
квалификации  
«Рекомендательные системы»**

№ п/п	Наименование дисциплин и тем	Всего, академ. ч.	Контактная работа (академ. ч.)		Самост. работа (академ. ч.)	Формы аттестаци и и контроля знаний
			лекции	семинары (практич. занятия)		
<b>1.</b>	<b>Приложения и оценка рекомендательных систем</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>Зачет</b>
1.1.	Бизнес-приложения	7	2	2	3	Домашние задания
1.2.	Оценка качества	7	2	2	3	Домашние задания
<b>2.</b>	<b>Классические алгоритмы</b>	<b>35</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>Зачет</b>
2.1.	Подходы на базе подобия	7	2	2	3	Домашние задания
2.2.	Модели на графах	7	2	2	3	Домашние задания
2.3.	Матричная факторизация	7	2	2	3	Домашние задания
2.4.	Продвинутая факторизация	7	2	2	3	Домашние задания
2.5.	Модели на последовательностях	7	2	2	3	Домашние задания
<b>3.</b>	<b>Многостадийные системы</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>Зачет</b>
3.1.	Многостадийные системы	7	2	2	3	Домашние задания
3.2.	Нейросетевое ранжирование	7	2	2	3	Домашние задания
<b>4.</b>	<b>Проблемы и смещения</b>	<b>21</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>Зачет</b>
4.1.	Объяснимость и интерпретируемость	7	2	2	3	Домашние задания
4.2.	Проблемы и смещения	7	2	2	3	Домашние задания
4.3.	Обучение с подкреплением	7	2	2	3	Домашние задания
<b>5.</b>	<b>Индустриальные технологии</b>	<b>21</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>Зачет</b>
5.1.	Индустриальные технологии	7	2	2	3	Домашние задания
5.2.	Доменные специфики	7	2	2	3	Домашние задания



5.3.	Обсуждение практических вопросов	7	2	2	3	Домашние задания
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>105</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	
	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>7</b>		<b>7</b>		<b>Экзамен</b>
	<b>ИТОГО:</b>	<b>112</b>	<b>30</b>	<b>37</b>	<b>45</b>	

### 2.3. Календарный учебный график

Дисциплины учебного курса	Наименование темы дисциплин	Академ. часов	Учебные месяцы		
			1	2	3
Приложения и оценка рекомендательных систем	Бизнес-приложения	7	7		
	Оценка качества	7	7		
Классические алгоритмы	Подходы на базе подобия	7	7		
	Модели на графах	7	7		
	Матричная факторизация	7	7		
	Продвинутая факторизация	7		7	
	Модели на последовательностях	7		7	
Многостадийные системы	Многостадийные системы	7		7	
	Нейросетевое ранжирование	7		7	
Проблемы и смещения	Объяснимость и интерпретируемость	7		7	
	Проблемы и смещения	7			7
	Обучение с подкреплением	7			7
Индустриальные технологии	Индустриальные технологии	7			7
	Доменные спецификации	7			7
	Обсуждение практических вопросов	7			7
Итоговая аттестация		7			7

### 3. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА

#### 3.1. Содержание курса

№ п/п	Наименование дисциплины	Наименование темы	Содержание темы (тезисно)
1.	Приложения и оценка рекомендательных систем	Бизнес-приложения	Персонализация контента. Анализ пользовательского поведения.
		Оценка качества	Метрики точности. Offline и online тестирование. A/B эксперименты.
2.	Классические алгоритмы	Подходы на базе подобия	Коллаборативная фильтрация. Косинусное сходство. Кластеризация пользователей.
		Модели на графах	Graph Neural Networks. Рекомендации через связи. Обработка графовых данных.
		Матричная факторизация	SVD разложение. ALS алгоритм. Латентные факторы.
		Продвинутая факторизация	Non-negative matrix factorization. Tensor factorization. Многосторонние рекомендации.
		Модели на последовательностях	Рекуррентные сети. Attention механизм. Sequential recommendations.
3.	Многостадийные системы	Многостадийные системы	Каскадные модели. Фильтрация кандидатов. Ранжирование и реранжирование.
		Нейросетевое ранжирование	Deep learning для ранжирования. Neural collaborative filtering. Embedding слои.
4.	Проблемы и смещения	Объяснимость и интерпретируемость	Интерпретация рекомендаций. SHAP анализ. Прозрачность моделей.
		Проблемы и смещения	Cold start проблема. Bias в данных. Fairness в рекомендациях.
		Обучение с подкреплением	RL для рекомендаций. Exploration-exploitation. Reward modeling.
5.	Индустриальные технологии	Индустриальные технологии	Масштабирование систем. Big data обработка. Реал-тайм рекомендации.
		Доменные специфики	Контекстные факторы. Доменные знания. Адаптация моделей.
		Обсуждение практических вопросов	Этические аспекты. Приватность данных. Интеграция в бизнес-процессы.

### **3.2. Методические указания для обучающихся по освоению курса**

В процессе изучения программы повышения квалификации «Рекомендательные системы» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, практические занятия, домашние задания, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

*Лекция* – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удастся, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

*Семинар (практическое занятие)* — это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где слушатели активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

*Домашнее задание* – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал, использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

*Самостоятельная работа* – работа слушателей, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины.

В процессе самостоятельной работы слушатели взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи слушателя включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов, планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

### **3.3. Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплинам**

#### **Домашние задания по дисциплине**

##### **«Приложения и оценка рекомендательных систем»**

1. Выберите два реальных приложения рекомендательных систем (например, Netflix и Amazon) и опишите, как они используются для персонализации контента. Оцените их эффективность на основе доступных метрик (например, точность рекомендаций или пользовательскую вовлеченность), используя открытые данные или отчеты.

2. На основе набора данных (например, MovieLens) рассчитайте и сравните метрики оценки рекомендательных систем, такие как precision, recall, NDCG и MAP. Объясните, в каких сценариях каждая метрика наиболее полезна.

3. Спроектируйте простой эксперимент A/B-тестирования для оценки новой рекомендательной модели в приложении (например, e-commerce). Опишите гипотезы, группы пользователей, ключевые метрики и возможные результаты.

4. Создайте графики или дашборды, иллюстрирующие эффективность рекомендательной системы (например, распределение рейтингов, точность по категориям). Используйте инструменты вроде Python (matplotlib или Plotly) и интерпретируйте результаты.

5. Сравните рекомендательные системы в двух разных отраслях (например, стриминговые сервисы vs. социальные сети). Обсудите уникальные вызовы в каждой и предложите способы улучшения оценки их производительности.

### **Домашние задания по дисциплине**

#### **«Классические алгоритмы»**

1. Используя библиотеку Surprise или scikit-learn, реализуйте базовый алгоритм user-based collaborative filtering на наборе данных MovieLens. Оцените его точность и обсудите преимущества/недостатки по сравнению с item-based подходом.

2. Разработайте content-based рекомендательную систему для набора фильмов, используя TF-IDF для текстовых описаний. Сгенерируйте рекомендации для тестового пользователя и сравните с collaborative filtering.

3. Создайте гибридную модель, комбинирующую collaborative и content-based методы. Реализуйте её на Python и оцените улучшение метрик по сравнению с чистыми алгоритмами.

4. Изучите алгоритм SVD для рекомендательных систем. Примените его к данным и объясните, как он справляется с разреженными матрицами. Визуализируйте латентные факторы.

5. Возьмите классический алгоритм (например, KNN из Surprise) и проведите тюнинг гиперпараметров с помощью Grid Search. Сравните результаты до и после оптимизации, используя кросс-валидацию.

## Домашние задания по дисциплине

### «Многостадийные системы»

1. Опишите этапы многостадийной рекомендательной системы (retrieval, ranking, re-ranking) для платформы вроде RuTube. Предложите алгоритмы для каждого этапа и объясните их роль в масштабируемости.

2. Используя Approximate Nearest Neighbors (ANN) библиотеки вроде Faiss, реализуйте retrieval-стадию для большого набора данных. Измерьте время выполнения и точность.

3. Постройте простую ranking-модель с помощью LightGBM или TensorFlow, используя признаки из retrieval-стадии. Оцените её на тестовом наборе и обсудите важность признаков.

4. Разработайте и протестируйте стратегию re-ranking (например, diversification или fairness-aware). Примените её к выходу ranking-модели и сравните результаты с базовым подходом.

5. Создайте end-to-end pipeline многостадийной системы на Python (с использованием mock-данных). Оцените общую производительность и предложите улучшения для реального развертывания.

## Домашние задания по дисциплине

### «Проблемы и смещения»

1. Опишите сценарии cold start для новых пользователей и элементов. Предложите решения (например, content-based или hybrid) и протестируйте их на небольшом датасете.

2. Проанализируйте набор данных на наличие bias (например, гендерный или расовый). Используйте статистические методы для измерения и предложите способы минимизации bias в рекомендациях.

3. Обсудите реальный кейс (например, bias в рекомендациях фильмов) и предложите метрики fairness (например, demographic parity). Разработайте план по устранению смещений.

4. Исследуйте, как популярность элементов влияет на рекомендации. Реализуйте алгоритм, корректирующий за bias (например, debiased collaborative filtering), и оцените изменения.

5. Создайте adversarial примеры для рекомендательной модели и протестируйте её устойчивость. Предложите методы улучшения robustness, такие как regularization.

### **Домашние задания по дисциплине**

#### **«Индустриальные технологии»**

1. Используя Docker и Flask, разверните простую рекомендательную модель как REST API. Протестируйте её на примерах запросов и обсудите аспекты масштабируемости.

2. Спроектируйте A/B-тест для новой рекомендательной технологии в live-системе. Опишите инструменты (например, Optimizely) и метрики для измерения impact.

3. Примените Spark или Dask для обработки большого датасета рекомендательных систем. Реализуйте distributed вычисления для обучения модели и оцените время.

4. Настройте систему мониторинга (например, с Prometheus) для рекомендательной системы. Создайте дашборд для отслеживания метрик производительности и предложите alerts для аномалий.

5. Используйте AWS SageMaker или Google AI Platform для обучения и развертывания рекомендательной модели. Опишите шаги и преимущества облачных технологий для индустриального применения.

## **4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

### **4.1. Требования к кадровым условиям реализации программы**

Реализация программы обеспечивается штатными руководящими и научно-педагогическими работниками АНО ВО «Центральный университет», а также внешними совместителями, работающими по договорам гражданско-правового характера. Научно-педагогические работники, осуществляющие преподавание данной программы, имеют образование, соответствующее профилю курса, или конкретный опыт реализации разработок и иной формы практической деятельности по направлению курса.

### **4.2. Требования к материально-техническим условиям реализации программы**

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

— столами и стульями;

— компьютерной техникой;

— специализированным оборудованием, включая демонстрационное  
Электронный документ



оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp">https://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
2.	База данных для IT-специалистов	<a href="https://habr.com">https://habr.com</a>
3.	База данных ScienceDirect	<a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a>
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
5.	Федеральный портал «Российское образование»	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	<a href="http://fcior.edu.ru/">http://fcior.edu.ru/</a>

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
<b>Операционные системы:</b>		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
<b>Браузеры:</b>		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое

Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Офисные приложения:</b>		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Программное обеспечение для планирования и учета времени:</b>		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Системы управления проектами:</b>		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
<b>Системы управления базами данных:</b>		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
<b>Системы резервного копирования (backup):</b>		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
<b>Справочно-правовые системы:</b>		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
<b>Средства антивирусной защиты:</b>		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
<b>Среды разработки:</b>		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Пакеты программных средств и библиотек:</b>		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Системы управления библиографической информацией:</b>		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Сервисы и службы:</b>		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

### 4.3. Учебно-методическое обеспечение программы

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый слушатель в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть

подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Слушателям обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

***Основная литература:***

1. Константинова, Е. В. Теория графов: алгебраическая теория : учебник для вузов / Е. В. Константинова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 123 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20172-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/569211>.

***Дополнительная литература:***

1. Скорубский, В. И. Математическая логика : учебник и практикум для вузов / В. И. Скорубский, В. И. Поляков, А. Г. Зыков. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 211 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01114-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561076>.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 5.1. Формы контроля

**Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по программе повышения квалификации «Рекомендательные системы»**

Оценивание уровня учебных достижений обучающихся по программе осуществляется в виде текущего контроля успеваемости, промежуточных аттестаций и итоговой аттестации.

**Промежуточные аттестация** проводятся в форме *зачета*. Формат проведения – тестирование.

К итоговой аттестации допускается слушатель, не имеющий задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план по программе повышения квалификации.

**Итоговая аттестация** по программе осуществляется в форме *экзамена*, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по курсу.

### 5.2. Система оценивания результатов обучения по курсу

Для оценивания текущего контроля успеваемости, промежуточных аттестаций и итоговой аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по курсу
10	Отлично	Зачтено	Обучающийся полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет курс. Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и
9	Отлично	Зачтено	
8	Отлично	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по курсу
			систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Обучающийся хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты курса с практическими задачами.
7	Хорошо	Зачтено	Обучающийся обладает знаниями
6	Хорошо	Зачтено	предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Обучающийся хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
5	Удовлетворительно	Зачтено	Обучающийся обладает базовыми знаниями по курсу, но испытывает
4	Удовлетворительно	Зачтено	трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по курсу
			вопросов. Обучающийся способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
3	Не сдан	Не зачтено	Обучающийся не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	Не зачтено	
1	Не сдан	Не зачтено	

### 5.3. Примеры оценочных материалов по промежуточным аттестациям

Промежуточные аттестации проходят в формате тестирования, состоящего из 20 закрытых вопросов. Ниже приведены критерии оценивания, а также примерные оценочные материалы по промежуточным аттестациям.

#### *Критерии оценивания:*

Всего: 20 вопросов.

Максимальная сумма баллов за тест – 20.

Соотношение баллов за тест с оценками:

Баллы	Оценка (по 10-балльной шкале)	Оценка за зачет
19 – 20	10	Зачтено
17 – 18	9	Зачтено
15 – 16	8	Зачтено
13 – 14	7	Зачтено
11 – 12	6	Зачтено
9 – 10	5	Зачтено
7 – 8	4	Зачтено
5 – 6	3	Зачтено
3 – 4	2	Зачтено
0 – 2	1	Не зачтено

## Тестирование по дисциплине

### «Приложения и оценка рекомендательных систем»

1. Какая метрика наиболее подходит для оценки точности рекомендаций в сценариях с бинарными предпочтениями (например, лайк/дизлайк)?

- A) Mean Absolute Error (MAE)
- B) Precision@K
- C) Root Mean Squared Error (RMSE)
- D) Mean Reciprocal Rank (MRR)

Правильный ответ: B)

2. В каком приложении рекомендательные системы чаще всего используются для увеличения вовлеченности пользователей через персонализированный контент?

- A) Банковские приложения
- B) Стриминговые сервисы (например, Netflix)
- C) Медицинские системы
- D) Производственные ERP-системы

Правильный ответ: B)

3. Что такое A/B-тестирование в контексте оценки рекомендательных систем?

- A) Метод сравнения двух алгоритмов на одном датасете
- B) Эксперимент с разделением пользователей на группы для тестирования новой модели в реальном времени
- C) Визуализация данных для оценки bias
- D) Расчет статистических ошибок в прогнозах

Правильный ответ: B)

4. Какая метрика учитывает порядок рекомендаций и штрафует за низкие позиции релевантных элементов?

- A) Recall@K

- B) Normalized Discounted Cumulative Gain (NDCG)
- C) Accuracy
- D) F1-Score

Правильный ответ: B)

5. В каком сценарии оценка рекомендательной системы фокусируется на пользовательской удовлетворенности, а не только на точности

- A) Оффлайн-оценка на исторических данных
- B) Онлайн-A/B-тестирование с метриками вроде click-through rate (CTR)
- C) Расчет RMSE на тестовом наборе
- D) Анализ bias в данных

Правильный ответ: B)

### **Тестирование по дисциплине «Классические алгоритмы»**

1. Что является основным отличием user-based collaborative filtering от item-based collaborative filtering?

- A) Использование контента элементов
- B) Фокус на сходстве пользователей vs. сходстве элементов
- C) Применение матричной факторизации
- D) Обработка больших данных

Правильный ответ: B)

2. Какой алгоритм использует разложение матрицы для выявления латентных факторов в рекомендательных системах?

- A) K-Nearest Neighbors (KNN)
- B) Singular Value Decomposition (SVD)
- C) Decision Trees
- D) Linear Regression

Правильный ответ: B)



3. В content-based рекомендациях сходство элементов рассчитывается на основе:

- A) Поведения других пользователей
- B) Признаков элементов (например, жанр, описание)
- C) Глобальных трендов
- D) Матричной факторизации

Правильный ответ: B)

4. Что такое гибридная рекомендательная система?

- A) Система, использующая только collaborative filtering
- B) Комбинация collaborative и content-based методов
- C) Многостадийная архитектура
- D) Система для обработки больших данных

Правильный ответ: B)

5. Какой недостаток имеет KNN-based collaborative filtering при работе с разреженными данными?

- A) Высокая вычислительная сложность
- B) Невозможность обработки текстовых данных
- C) Игнорирование латентных факторов
- D) Зависимость от контента

Правильный ответ: A)

### **Тестирование по дисциплине «Многостадийные системы»**

1. Какой этап многостадийной рекомендательной системы отвечает за быстрое извлечение кандидатов из большого каталога?

- A) Ranking
- B) Retrieval
- C) Re-ranking
- D) Evaluation

Правильный ответ: B)

2. Что является основной целью ranking-стадии в многостадийной системе?

- A) Извлечение всех возможных элементов
- B) Сортировка кандидатов по релевантности с помощью модели
- C) Финальная персонализация на основе разнообразия
- D) Оценка bias

Правильный ответ: B)

3. Какой метод часто используется для retrieval в больших системах для приближенного поиска соседей?

- A) Exact KNN
- B) Approximate Nearest Neighbors (ANN)
- C) SVD
- D) Linear Regression

Правильный ответ: B)

4. Что такое re-ranking в многостадийной архитектуре?

- A) Первичное извлечение кандидатов
- B) Финальная доработка списка для разнообразия или fairness
- C) Оценка метрик
- D) Матричная факторизация

Правильный ответ: B)

5. Почему многостадийные системы эффективны для масштабируемости?

- A) Они используют только один алгоритм
- B) Они разделяют задачу на этапы с разной сложностью, снижая нагрузку
- C) Они игнорируют пользовательские данные
- D) Они фокусируются только на оффлайн-оценке

Правильный ответ: B)

## Тестирование по дисциплине «Проблемы и смещения»

1. Что такое cold start проблема в рекомендательных системах?

A) Перегрузка сервера при пиковых нагрузках

B) Трудность в генерации рекомендаций для новых пользователей или элементов без данных

C) Bias в данных из-за популярных элементов

D) Высокая вычислительная сложность

Правильный ответ: B)

2. Какой тип bias возникает, когда система чаще рекомендует популярные элементы, игнорируя нишевые?

A) Cold start bias

B) Popularity bias

C) Demographic bias

D) Selection bias

Правильный ответ: B)

3. Как можно минимизировать demographic bias в рекомендациях?

A) Использовать только collaborative filtering

B) Применять fairness-aware алгоритмы и метрики (например, demographic parity)

C) Игнорировать пользовательские признаки

D) Фокусироваться только на точности

Правильный ответ: B)

4. Что такое robustness в контексте рекомендательных систем?

A) Способность обрабатывать большие данные

B) Устойчивость к adversarial примерам или шумам в данных

C) Скорость генерации рекомендаций

D) Точность на исторических данных

Правильный ответ: B)

5. Какой метод помогает выявить и скорректировать bias в данных?

A) Матричная факторизация

B) Статистический анализ распределений и debiasing техники (например, reweighting)

C) Exact KNN

D) Оффлайн-оценка метрик

Правильный ответ: B)

### Тестирование по дисциплине «Индустриальные технологии»

1. Какой инструмент часто используется для развертывания рекомендательных моделей в production?

A) Excel

B) Docker для контейнеризации и Flask для API

C) Matplotlib для визуализации

D) Pandas для анализа данных

Правильный ответ: B)

2. Что такое A/B-тестирование в индустриальном контексте?

A) Сравнение алгоритмов на одном датасете

B) Разделение трафика пользователей для тестирования новой модели в реальном времени

C) Анализ bias в данных

D) Визуализация метрик

Правильный ответ: B)

3. Какой фреймворк подходит для обработки больших данных в рекомендательных системах?

A) NumPy

B) Apache Spark

C) Matplotlib

D) Scikit-learn

Правильный ответ: В)

4. Что такое мониторинг в рекомендательных системах?

А) Оффлайн-оценка точности

В) Отслеживание производительности, latency и метрик в реальном времени с помощью инструментов вроде Prometheus

С) Тюнинг гиперпараметров

Д) Генерация adversarial примеров

Правильный ответ: В)

5. Как облачные сервисы, такие как AWS SageMaker, помогают в индустриальных рекомендательных системах?

А) Только для визуализации данных

В) Для обучения, развертывания и масштабирования моделей с автоматическим управлением ресурсами

С) Для оффлайн-анализа bias

Д) Для создания локальных API

Правильный ответ: В)

#### **5.4. Примеры оценочных материалов по итоговой аттестации**

**Форма итоговой аттестации:** экзамен.

**Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену:**

1. Назовите три основные отрасли, где активно используются рекомендательные системы, и приведите пример для каждой.

2. Какие метрики используются для оценки точности рекомендательных систем?

3. Объясните, как рекомендательные системы улучшают пользовательский опыт в стриминговых сервисах.

4. Что такое A/B-тестирование в контексте оценке рекомендательных систем? Приведите пример его применения.

5. В чём основное отличие коллаборативной фильтрации на основе пользователей от фильтрации на основе элементов?
6. Приведите пример алгоритма коллаборативной фильтрации на основе элементов и объясните его работу.
7. Какие преимущества имеет контентная фильтрация по сравнению с коллаборативной?
8. Что такое гибридные рекомендательные системы? Приведите пример комбинации методов.
9. Объясните принцип работы матричной факторизации в рекомендательных системах. Как она связана с SVD?
10. Как решается проблема разреженности данных в коллаборативной фильтрации?
11. Назовите два преимущества фильтрации на основе элементов для больших каталогов товаров.
12. Какие типы данных используются в контентной фильтрации для создания профиля пользователя?
13. Сравните гибридные системы с чисто коллаборативными: в чём их преимущество при «холодном старте»?
14. Как матричные факторизации помогают в предсказании рейтингов? Приведите простой пример.
15. Что является главной целью стадии извлечения кандидатов в многостадийных системах?
16. Объясните, чем отличается стадия ранжирования от стадии извлечения кандидатов.
17. Какие методы используются для быстрого отбора кандидатов в больших наборах данных?
18. Как контекст пользователя влияет на стадию ранжирования рекомендаций? Приведите пример.
19. Что такое проблема «холодного старта» в рекомендательных системах и как её можно решить?

20. Назовите три типа смещений, встречающихся в данных рекомендательных систем.

21. Как рекомендательные системы могут способствовать дискриминации? Приведите пример.

22. Какие стратегии помогают справиться с отсутствием истории для новых пользователей?

23. Объясните понятие «фильтр пузыря» и его последствия.

24. Какие меры можно принять для обеспечения разнообразия в рекомендациях?

25. Какие технологии используются для масштабирования рекомендательных систем на больших данных?

26. Назовите два популярных фреймворка для реализации алгоритмов рекомендательных систем.

27. Что включает мониторинг производительности рекомендательных систем в реальном времени?

28. Как облачные платформы помогают в обработке больших данных для RS?

29. В чем преимущество использования PyTorch для разработки рекомендательных моделей?

30. Объясните, как автоматизированная настройка моделей улучшает эффективность RS.

## **6. ВЫХОДНЫЕ ДОКУМЕНТЫ**

Лицам, успешно освоившим соответствующую программу повышения квалификации и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации. Удостоверение выдается на бланке, являющемся защищенной от подделок полиграфической продукцией, образец которого самостоятельно установлен образовательным учреждением.

Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть программы повышения квалификации и (или) отчисленным из организации, выдается справка об обучении или о периоде обучения, по образцу, самостоятельно устанавливаемому организацией.

При освоении программы параллельно с получением среднего профессионального образования и (или) высшего образования удостоверение о повышении квалификации выдается одновременно с получением соответствующего документа об образовании и о квалификации. На момент завершения программы лицам, получающим среднее профессиональное и (или) высшее образование, успешно освоившим соответствующую программу повышения квалификации и прошедшим итоговую аттестацию, выдается справка об обучении или о периоде обучения, по образцу, самостоятельно устанавливаемому организацией.