

---

**УТВЕРЖДЕНА**

Решением Ученого совета  
АНО ВО «Центральный университет»  
«24» июня 2025 г.  
Протокол № 2

**Рабочая программа дисциплины (модуля)  
«Рекомендательные системы»**

**Направление подготовки:** 02.04.01 Математика и компьютерные науки

**Направленность (профиль) подготовки:** Машинное обучение

**Квалификация (степень) выпускника:** магистр

**Форма обучения:** очная (с применением ДОТ)

**Срок освоения программы:** 2 года

**Год набора:** 2025

**Москва  
2025**

## Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля) .....	3
2. Перечень планируемых результатов обучения.....	4
3. Тематический план.....	6
4. Содержание дисциплины (модуля).....	6
5. Учебно-методическое обеспечение .....	7
6. Материально-техническое обеспечение .....	7
7. Методические и оценочные материалы .....	9

## 1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Рекомендательные системы» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по специальности 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Машинное обучение, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 810 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Рекомендательные системы» позволяет научиться разрабатывать и внедрять интеллектуальные механизмы персонализации, напрямую влияющие на выручку, удержание и пользовательский опыт. Освоение дисциплины позволяет сочетать технические методы построения моделей с пониманием их экономического эффекта и этических аспектов применения.

### **Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки магистратуры по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Машинное обучение и входит в обязательную часть Блока 1.

Дисциплина (модуль) изучается на 2 курсе в 3 семестре.

**Цель изучения дисциплины (модуля):** формирование теоретических знаний и практических навыков разработки, оценки и внедрения рекомендательных систем с учетом их бизнес-эффекта, архитектуры и требований к объяснимости и устойчивости.

### **Задачи изучения дисциплины (модуля):**

- освоить принципы работы и архитектуру современных индустриальных рекомендательных систем, а также их влияние на ключевые бизнес-показатели;
- сформировать умение проводить разведывательный анализ рекомендательных данных различных типов, включая матричные, тензорные, последовательные и графовые структуры;
- научиться реализовывать классические алгоритмы рекомендаций и использовать современные библиотеки для их практического применения;
- развить навыки построения и интеграции рекомендательных пайплайнов из базовых алгоритмов с учетом требований промышленной эксплуатации;
- освоить методы оценки качества рекомендаций, а также подходы к повышению объяснимости моделей и снижению алгоритмических смещений.

### **В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся 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.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-3.	Способен самостоятельно создавать прикладные программные средства на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов, в том числе отечественного производства	ОПК-3.1.	Знает основные принципы программирования, архитектуры программного обеспечения и современные языки программирования, а также особенности отечественных информационных технологий и сетевых ресурсов
		ОПК-3.2.	Умеет разрабатывать прикладные программные средства, используя современные инструменты и технологии, а также интегрировать их с сетевыми ресурсами для решения конкретных задач
		ОПК-3.3.	Имеет практический опыт разработки программных средств, используемых при построении математических моделей в естественных науках
ПК-2.	Способен математически корректно ставить естественнонаучные и прикладные задачи	ПК-2.1.	Знает основные методы и подходы к математическому моделированию, а также теоретические основы естественных и прикладных наук, необходимые для корректной формулировки задач
		ПК-2.2.	Умеет анализировать практические ситуации и формулировать на их основе математические модели, включая выбор адекватных методов решения и формулировку условий задачи
		ПК-2.3.	Имеет практический опыт в разработке и решении математических задач в рамках проектов или научных исследований, где были успешно поставлены и решены естественнонаучные и прикладные задачи
ПК-5.	Способен передавать результат решенных прикладных задач в виде	ПК-5.1.	Знает основные методы и подходы к формулированию рекомендаций на основе

	конкретных рекомендаций, выраженных в терминах области машинного обучения		результатов решения прикладных задач, а также термины и концепции, специфичные для области машинного обучения
		ПК-5.2.	Умеет анализировать результаты решенных задач и формулировать четкие, конкретные рекомендации, адаптируя их к требованиям и ожиданиям целевой аудитории
		ПК-5.3.	Имеет практический опыт в разработке и представлении рекомендаций на основе анализа прикладных задач, включая участие в проектах, где результаты были успешно применены и оценены в контексте области машинного обучения

### 3. Тематический план

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		<i>Очная форма</i>				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостояте льная работа	
Лекции	Семинары (практичес кие занятия)					
1	Приложения и оценка рекомендательных систем	4	4		18	Домашние задания
2	Классические алгоритмы	10	10		40	Тесты
3	Многостадийные системы	4	4		18	Домашние задания
4	Проблемы и смещения	6	6		25	Тесты
5	Индустриальные технологии	6	6		25	Домашние задания, Соревнование
	<i>Экзамен</i>			4		
	<b><i>Итого:</i></b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>126</b>	
	<b><i>Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)</i></b>	<b>190</b>				
	<b><i>Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)</i></b>	<b>5</b>				

### 4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Приложения и оценка рекомендательных систем	Бизнес-приложения Оценка качества
2	Классические алгоритмы	Подходы на базе подобия Модели на графах Матричная факторизация Продвинутая факторизация Модели на последовательностях
3	Многостадийные системы	Многостадийные системы Нейросетевое ранжирование
4	Проблемы и смещения	Объяснимость и интерпретируемость Проблемы и смещения Обучение с подкреплением
5	Индустриальные технологии	Индустриальные технологии Доменные специфики Обсуждение практических вопросов

## 5. Учебно-методическое обеспечение

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

Каждый студент 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.

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

### *Основная литература:*

1. Малов, Д. А. Глубокое обучение и анализ данных. Практическое руководство : практическое руководство / Д. А. Малов. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2023. - 272 с. - ISBN 978-5-9775-1172-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2123365>.

2. Рабчевский, А. Н. Синтетические данные и развитие нейросетевых технологий : учебник для вузов / А. Н. Рабчевский. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 187 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17716-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568661>.

### *Дополнительная литература:*

1. Меджедович, Д. Алгоритмы и структуры для массивных наборов данных : практическое руководство / Д. Меджедович, Э. Тахирович ; пер. с англ. А. В. Логунова. – Москва : ДМК Пресс, 2024. - 342 с. – ISBN 978-5-93700-250-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2205044>.

2. Равичандиран, С. Глубокое обучение с подкреплением на Python. OpenAI Gym и TensorFlow для профи : практическое руководство / С. Равичандиран. - Санкт-Петербург : Питер, 2020. - 320 с. - (Серия «Библиотека программиста»). - ISBN 978-5-4461-1251-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1756109>.

## 6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые 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 (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

- столами и стульями;
- компьютерной техникой;
- механическими калькуляторами;
- специализированным оборудованием, включая демонстрационное 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 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 (модулю), 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

## 7. Методические и оценочные материалы

### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Рекомендательные системы» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, тесты, соревнование, 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* — это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты 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.

*Тест* – особая форма проверки знаний. Проводится после освоения одной или нескольких тем и свидетельствует о качестве понимания основных понятий изучаемого материала. Тестовые задания составлены к ключевым понятиям, основным разделам, важным терминологическим категориям изучаемой дисциплины (модуля).

Для подготовки к тесту необходимо знать терминологический аппарат дисциплины (модуля), понимать смысл научных категорий и уметь их использовать в профессиональной лексике. Владение понятийным аппаратом, включённым в тестовые задания, позволяет преподавателю быстро проверить уровень понимания студентами важных методологических категорий.

*Соревнование* – организованное мероприятие, в рамках которого участники соперничают друг с другом для достижения определенной цели, демонстрируя свои навыки, знания или способности в заданной области.

*Самостоятельная работа* – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

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

### **Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

#### **Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Рекомендательные системы»**

Оценивание уровня учебных достижений обучающихся по дисциплине (модулю) осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация** по дисциплине (модулю) осуществляется в форме *экзамена*, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

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

<b>Десятибалльная оценка</b>	<b>Пятибалльная оценка</b>	<b>Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)</b>
10	Отлично	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину (модуль). Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и 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. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет
9	Отлично	
8	Отлично	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
		связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
7	Хорошо	Студент обладает знаниями 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. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
6	Хорошо	
5	Удовлетворительно	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
4	Удовлетворительно	
3	Не сдан	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	
1	Не сдан	

Дисциплина (модуль) «Рекомендательные системы» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
<b>Накопительная оценка</b>			
Домашние задания	60%	3	Набор задач по темам недели
Соревнование		1	Организованное мероприятие, в рамках которого участники соперничают друг с другом для достижения определенной цели, демонстрируя свои навыки, знания или способности в заданной области
Тесты		2	Письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время
<b>Промежуточная аттестация</b>			
Экзамен	40%	1	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю)

**Итоговая оценка** рассчитывается по накопительной при условии, если **средний балл студента составляет 4 и более баллов, по формуле:**  $\langle 0,5 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,3 \times \text{соревнование} + 0,2 \times \text{среднее за тесты} \rangle$ .

Если студент не выполняет условие для получения оценки по накопительной системе, ему необходимо сдать экзамен. В данном случае формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Рекомендательные системы»:  $\langle 0,6 \times \text{накопительная оценка} (0,5 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,3 \times \text{соревнование} + 0,2 \times \text{среднее за тесты}) + 0,4 \times \text{экзамен} \rangle$ .

В случае, если **средний балл студента составляет 4 и более баллов, но он хочет улучшить оценку, итоговая оценка по дисциплине (модулю) выставляется по формуле:**  $\langle 0,7 \times \text{накопительная оценка} (0,5 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,3 \times \text{соревнование} + 0,2 \times \text{среднее за тесты}) + 0,3 \times \text{экзамен} \rangle$ .

### Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

#### Примерные домашние задания

##### Домашнее задание 1.

1. Выберите бизнес-домен (e-commerce, медиа, финтех, EdTech и др.).
2. Опишите 2–3 сценария применения рекомендательной системы в выбранном домене.
3. Определите ключевую бизнес-метрику (например, LTV, Retention, CTR).
4. Подберите не менее 3 офлайн-метрик качества (Precision@K, Recall@K, MAP, NDCG и др.) и объясните их выбор.
5. Опишите схему онлайн-оценки (A/B-тест, holdout-группа и др.).

**Формат сдачи:** аналитическая записка (2–3 страницы) с обоснованием метрик и ожидаемого эффекта.

##### Домашнее задание 2.

1. Реализуйте один алгоритм на основе подобию (user-based или item-based collaborative filtering).
2. Реализуйте один из следующих методов:
  - матричная факторизация (SVD/ALS),
  - графовый подход (Random Walk / PageRank-подобная модель),
  - последовательственная модель (например, Markov chain).
3. Сравните модели по офлайн-метрикам (Precision@K, Recall@K, NDCG).
4. Проанализируйте различия результатов и устойчивость к разреженности данных.

**Формат сдачи:** ноутбук с кодом + краткий отчет (2–4 страницы) с выводами.

##### Домашнее задание 3.

1. Спроектируйте двух- или трехстадийную архитектуру рекомендательной системы:
  - candidate generation,
  - ranking,
  - re-ranking (опционально).
2. Опишите, какой алгоритм используется на каждом этапе.
3. Реализуйте простой ранжирующий алгоритм (градиентный бустинг или нейросетевую модель).

4. Проанализируйте, как меняется качество при переходе от одноэтапной к многостадийной системе.

**Формат сдачи:** схема архитектуры + код ранжирования + отчет с выводами.

#### **Домашнее задание 4.**

1. Определите возможные смещения в рекомендательной системе (popularity bias, selection bias, position bias и др.).
2. Проанализируйте их влияние на пользователей и бизнес-метрики.
3. Предложите метод повышения объяснимости рекомендаций (feature importance, attention-веса, rule-based explanation и др.).
4. Опишите, как можно использовать обучение с подкреплением для оптимизации долгосрочной вовлеченности.

**Формат сдачи:** аналитический отчет (3–4 страницы) с примерами и предложенными решениями.

#### **Домашнее задание 5.**

1. Изучите одну промышленную библиотеку или платформу (например, LightFM, RecBole, TensorFlow Recommenders и др.).
2. Опишите архитектуру промышленной рекомендательной системы (хранение данных, feature store, online-инференс).
3. Выберите конкретный домен и опишите его особенности (cold start, высокая динамика каталога, длинный хвост и др.).
4. Предложите план внедрения рекомендательной системы с учетом latency, масштабируемости и A/B-тестирования.

**Формат сдачи:** презентация (8–10 слайдов) или структурированный документ (3–5 страниц).

### **Примерное задание и критерии оценивания к соревнованию**

#### **Условия соревнования**

Командам предлагается единый кейс (например, онлайн-кинотеатр / маркетплейс / музыкальный стриминг).

Платформа сталкивается со следующими задачами:

- рост конкуренции и снижение вовлеченности пользователей;
- необходимость персонализации рекомендаций;
- ограниченные вычислительные ресурсы;
- риск алгоритмических смещений и эффекта «информационного пузыря».

#### **Задача команд**

За 90 минут разработать концепцию **индустриальной рекомендательной системы**, включающую:

##### **1. Бизнес-применение и метрики**

- Определить ключевую бизнес-цель (рост LTV, Retention, CTR и др.).
- Выбрать метрики офлайн- и онлайн-оценки качества (например, Precision@K, Recall@K, NDCG, CTR).

##### **2. Выбор алгоритмической базы**

- Предложить один классический алгоритм (подобие / графовая модель / матричная факторизация / последовательственная модель).
- Обосновать выбор с учетом типа данных.

##### **3. Архитектура многостадийной системы**

- Спроектировать двух- или трехстадийный пайплайн (candidate generation → ranking → re-ranking).
- Предложить элемент нейросетевого ранжирования.

#### **4. Работа со смещениями и объяснимостью**

- Определить возможные источники bias.
- Предложить способ повышения интерпретируемости рекомендаций.

#### **5. Индустриальный контекст**

- Указать технологический стек или библиотеки.
- Обозначить ограничения внедрения (данные, latency, cold start).

#### **Формат работы**

- 15 минут — анализ кейса
- 50 минут — разработка решения
- 5 минут — подготовка защиты
- 5–7 минут — презентация каждой команды
- Определение победителя по совокупности критериев

Формат защиты: 6–8 слайдов или структурированное устное представление.

#### **Критерии оценивания участия в соревновании**

##### **1. Связь рекомендательной системы с бизнес-целями**

Насколько корректно определены метрики и ожидаемый экономический эффект.

##### **2. Обоснованность выбора алгоритмов**

Соответствие предложенных методов типу данных и задаче.

##### **3. Системность архитектуры**

Логичность построения многостадийного пайплайна и распределения функций между этапами.

##### **4. Корректность подхода к оценке качества**

Обоснованный выбор офлайн- и онлайн-метрик.

##### **5. Работа с проблемами и смещениями**

Осознание рисков bias, cold start, popularity bias и предложенные решения.

##### **6. Реалистичность индустриального внедрения**

Учет масштабируемости, вычислительных ограничений и технологического стека.

##### **7. Качество публичной защиты и командное взаимодействие**

Структурированность изложения, аргументация решений и распределение ролей в команде.

### **Примерные задания по тестам**

#### **Тест 1.**

1. Где наибольший процент рекомендательного трафика?

- Amazon
- Google Play
- Pinterest
- Netflix

Ответ: d.

2. В 1994г GroupLens предложили систему на базе:

- Контентного i2i
- Коллаборативного i2i
- Контентного u2u
- Коллаборативного u2u

Ответ: d.

3. Почему решение участников The Netflix Prize не внедрили?

- Большие ансамбли моделей
- Смена парадигмы потребления
- Смена управления компании

d) Модели успели устареть

Ответ: a, b.

4. Рекомендательные алгоритмы оценивают через:

- a) Пользовательские опросы
- b) Онлайн эксперименты
- c) Оффлайн моделирование
- d) Тендеры

Ответ: a, b, c.

5. Retention пользователей проще всего замерить в

- a) Коротком онлайн эксперименте
- b) Длинном онлайн эксперименте
- c) Коротком оффлайн моделировании
- d) Длинном оффлайн моделировании

Ответ: b.

6. К неявному (implicit) фидбеку относятся:

- a) время просмотра
- b) лайк
- c) покупка
- d) отсутствие фидбека

Ответ: a, c, d.

7. Наиболее верный вариант трейн/тест сплита?

- a) По айтемам
- b) По юзерам
- c) По рейтингам
- d) По времени

Ответ: d.

8. Diversity, в отличие от serendipity, легко хакнуть при помощи:

- a) Внешних данных
- b) Рандомизации
- c) Ансамбля моделей
- d) Удаления старых айтемов из каталога.

Ответ: b.

9. Какой вид «популярности» устойчив и к эффекту Матфея, и к недостаточной статистике:

- a) Сумма целевых событий (прим. кликов)
- b) Сумма событий за окно (прим. последний месяц)
- c) Конверсия (прим. клики/показы)
- d) Доверительный интервал конверсии (прим. Вилсон)

Ответ: d.

10. Что лучше использовать на пользователе с 1 лайком и новых айтемах без статистики взаимодействий:

- a) Коллаборативный i2i
- b) Контентный i2i
- c) Коллаборативный u2u
- d) SLIM

Ответ: b.

## Тест 2.

1. К моделям на графах относятся:

- a) PinSage
- b) TwHIN
- c) LightGCN

d) SASRec

Ответ: a, b, c.

2. Для применения SVD ( $\hat{R} = U_d \Sigma_d V_d^T$ ) на новом пользователе можно:

a) Обучить разложение заново

b) Умножить сырой вектор пользователя на  $V_d V_d^T$

c) Умножить сырой вектор пользователя на  $\Sigma_d V_d^T$

d) Поделить сырой вектор пользователя на  $\Sigma_d V_d^T$

Ответ: a, b.

3. Implicit ALS отличается от Explicit:

a) Наличием кликов в таргете

b) «Регуляризацией» на отсутствие взаимодействия

c) Неявным выводом решения

d) Наличием лайков в таргете

Ответ: b.

4. SASRec отличается от BERT4Rec

a) Каузальной матрицей внимания

b) Отсутствием задачи MLM

c) Сдвигом целевой последовательности на 1 позицию

d) Способностью работать с последовательностями

Ответ: a, b, c.

5. На этапе ранжирования лучше всего работают

a) Explicit модели

b) Implicit модели

c) Эвристики (свежее, подписки)

d) SLIM

Ответ: a.

6. На этапе кандидатогенерации лучше всего работают

a) Explicit модели

b) Implicit модели

c) Эвристики (свежее, подписки)

d) SLIM

Ответ: b, c, d.

7. К моделям нейросетевого ранжирования относятся

a) Wide&Deep

b) DCN-V2

c) HiFormer

d) SA-TF

Ответ: a, b, c.

8. Интерпретируемость (Interpretability)

a) Отвечает на вопрос «почему модель дала такой ответ?»

b) Отвечает на вопрос «что в признаках указывает на такой ответ?»

c) Более полезна разработчику

d) Более полезна потребителю

Ответ: a, c.

9. К смещениям в рекомендательных системах относят:

a) Popularity bias

b) Position bias

c) Selection bias

d) User/Item bias

Ответ: a, b, c.

10. RL в RecSys позволяет

- a) Работать с не IID наблюдениями
- b) Учитывать долгосрочные цели
- c) Жадно рекомендовать айтемы
- d) Построить бейзлайн ранжирования

Ответ: a, b.

### Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Какой способ разделения датасета на трейн/тест в рекомендательных системах наиболее верный? 1. По айтемам 2. По времени 3. По рейтингам 4. По юзерам	2	ОПК-3
2.	Как называется метрика качества рекомендательной системы, определяющая долю рекомендательных списков, для которых среди верхних K объектов присутствует хотя бы один релевантный элемент?	HitRate / HitRate@K / HitRate at K / hit rate / hit Rate / Hit rate / Hit Rate	ОПК-3
3.	Как называется тип откликов в рекомендательных системах, при котором пользователь напрямую выражает своё отношение к объекту (например, ставит рейтинг или лайк)?	Explicit / Явное / Явное взаимодействие / явное / явное взаимодействие / explicit / Явный / явный	ПК-2
4.	Как называется метод матричной факторизации для коллаборативной фильтрации, при котором векторные представления пользователей и объектов оптимизируются поочередно?	ALS / Alternating Least Squares / iALS / implicit Alternating Least Squares	ПК-5
5.	Как называется метод в рекомендательных системах, основанный на вычислении сходства между пользователями или элементами?	подход на базе подобия	ОПК-3
6.	Укажите название алгоритма, который разлагает матрицу взаимодействий пользователей и элементов на латентные факторы.	матричная факторизация	ОПК-3
7.	Укажите число основных компонентов, часто используемых в анализе данных для снижения размерности (например, в PCA).	2/ Два/ два	ПК-2
8.	Как называется метрика оценки качества рекомендаций, измеряющая долю правильно предсказанных релевантных элементов?	precision	ПК-2
9.	Как называется подход к улучшению рекомендаций, использующий обратную связь от пользователей для обучения модели?	обучение с подкреплением	ПК-5
10.	Укажите название метода, повышающего интерпретируемость рекомендаций путем объяснения причин выбора элементов.	объяснимость	ПК-5

11.	Как называется тип моделей в рекомендательных системах, использующий графы для представления связей между пользователями и элементами?	модели на графах	ОПК-3
12.	Укажите название подхода, который включает последовательности взаимодействий для предсказания рекомендаций.	модели на последовательностях	ОПК-3
13.	Укажите название математической модели, описывающей зависимости между несколькими временными рядами в рекомендательных системах.	векторная авторегрессия	ПК-2
14.	Как называется тип откликов в рекомендательных системах, при котором пользователь напрямую выражает своё отношение к объекту (например, ставит рейтинг или лайк)?	явные отклики	ПК-2
15.	Как называется проблема в рекомендательных системах, связанная с предпочтением популярных элементов над менее известными?	смещение популярности	ПК-5
16.	Укажите название технологии, используемой в промышленных системах для обработки больших объемов данных в реальном времени.	поточковая обработка	ПК-5
17.	Как называется техника, улучшающая матричную факторизацию путем добавления дополнительных факторов?	продвинутая факторизация	ОПК-3
18.	Как называется аспект рекомендательных систем, учитывающий специфику домена, например, в e-commerce или стриминге?	доменные специфики	ПК-5