
УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«25» май 2026 г.
Протокол №2

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

Направление подготовки: 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: Прикладной искусственный интеллект

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Срок освоения программы: 4 года

Год набора: 2026

**Москва
2026**

Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)	3
2. Перечень планируемых результатов обучения	5
3. Тематический план	10
4. Содержание дисциплины (модуля)	10
5. Учебно-методическое обеспечение	11
6. Материально-техническое обеспечение	11
7. Методические и оценочные материалы	13

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Рекомендательные системы» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Прикладной искусственный интеллект», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Рекомендательные системы» является ключевым элементом цифровых платформ, напрямую влияющим на пользовательский опыт, вовлечённость и доход. Полученные знания и навыки позволяют эффективно проектировать и внедрять персонализированные решения в коммерции, медиа, социальных сетях и других сферах цифровой экономики.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки бакалавриата по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Прикладной искусственный интеллект» и входит в вариативную часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений, как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) изучается на 3 или 4 курсе в 5 или 7 семестре на выбор, доступна для прохождения при условии успешного завершения дисциплины (модуля) «Глубокое обучение».

Цель изучения дисциплины (модуля): сформировать системное понимание принципов построения и оценки рекомендательных систем, а также развить практические навыки разработки, настройки и интерпретации моделей машинного обучения для персонализированных рекомендаций.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

— изучить основные подходы к построению рекомендательных систем, включая коллаборативную фильтрацию, контентные и гибридные методы, а также их применение в задачах ранжирования;

— освоить ключевые метрики качества рекомендательных систем, такие как precision, recall, mrr, ndcg, и научиться выбирать подходящую метрику под бизнес-цель;

— научиться классифицировать функции ранжирования и реализовывать представителей различных классов: от простых матричных факторизаций до продвинутых нейросетевых моделей;

— изучить архитектуры современных моделей для рекомендаций, двухуровневые системы (two-tower), и применять их для решения сложных сценариев;

— освоить методы интерпретации рекомендаций на локальном и глобальном уровнях, а также использовать полученные знания для отладки моделей и анализа аномалий.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

— основные подходы рекомендательных систем и алгоритмов к решению задачи ранжирования и рекомендаций пользователям;

— основные метрики для задачи ранжирования и рекомендаций;

— классификацию функций ранжирования и основных представителей каждого класса;

— продвинутые модели для построения рекомендаций.

уметь:

— правильно определять и формализовывать задачу для построения рекомендательной системы;

- определять и имплементировать функции ранжирования и метрики качества оценки алгоритмов;
- разрабатывать модели машинного обучения для рекомендательных систем разной сложности на языке программирования python;
- объяснять и интерпретировать предсказания на локальном и глобальном уровне моделей, использовать их для отладки ошибок и аномалий.

владеть:

- основными рекомендательными фреймворками: recbole, rectools, replay;
- навыком написания глубоких нейронных сетей на pytorch для рекомендательных систем;
- метриками для задачи ранжирования;
- инструментами для проведения АВ тестирования.

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:

Код и содержание компетенции	Индикатор компетенции и перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
ППК-Р4. Способен использовать базы данных при создании программных модулей и компонентов	ППК-Р4.1. Пишет программный код с использованием языков определения и манипулирования данными в базах данных (базовый) ППК-Р4.1. 3-1. Знает архитектуры современных систем управления баз данных, включая SQL и noSQL ППК-Р4.1. У-1. Умеет применять выбранные языки работы с базами данных
	ППК-Р4.2. Проектирует базы данных для программных модулей и компонентов (средний) ППК-Р4.2. 3-1. Знает современные подходы к проектированию реляционных и нереляционных баз данных ППК-Р4.2. У-2. Умеет проектировать и актуализировать структуру базы данных для программных моделей и компонентов
	ППК-Р4.3. Оптимизирует производительность работы с базами данных (средний) ППК-Р4.3. 3-1. Знает внутреннее устройство СУБД выбранной архитектуры ППК-Р4.3. У-2. Умеет вырабатывать варианты оптимизации производительности запросов в базе данных
ППК-Р5. Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение	ППК-Р5.1. Анализирует возможности реализации требований к компьютерному программному обеспечению (средний) ППК-Р5.1. 3-1. Знает возможности существующей программно-технической архитектуры ППК-Р5.1. У-3. Умеет вырабатывать варианты реализации требований к компьютерному программному обеспечению
	ППК-Р5.2. Разрабатывает технические спецификации на программные компоненты и их взаимодействие (средний) ППК-Р5.2. 3-2. Знает методы и средства проектирования программных интерфейсов ППК-Р5.2. У-1. Умеет выбирать средства реализации требований к компьютерному программному обеспечению
	ППК-Р5.3. Проектирует компьютерное программное обеспечение (продвинутый) ППК-Р5.3. 3-1. Знает принципы построения и виды архитектуры компьютерного программного обеспечения ППК-Р5.3. У-2. Умеет проектировать структуры данных
	ППК-Р5.4. Выполняет логическое проектирование системы (продвинутый) ППК-Р5.4. 3-3. Знает базовые технологии взаимодействия и интеграции систем и компонентов ППК-Р5.4. У-1. Умеет описывать интеграции со смежными системами на логическом уровне
ППК-Р6. Способен участвовать в промышленной разработке программного обеспечения	ППК-Р6.1. Работает в соответствии с промышленными методологиями разработки (средний) ППК-Р6.1. 3-1. Знает принципы Agile и их применение в промышленных проектах ППК-Р6.1. У-2. Умеет работать в команде с использованием инструментов управления проектами

	ППК-Р6.2. Использует инструменты промышленной разработки (средний) ППК-Р6.2. 3-1. Знает принципы Continuous Integration and Continuous Delivery (CI/CD) ППК-Р6.2. У-1. Умеет настраивать потоки работ CI/CD
	ППК-Р6.3. Разрабатывает масштабируемый и поддерживаемый код (продвинутый) ППК-Р6.3. 3-1. Знает принципы чистого кода, SOLID, DRY, KISS и др. ППК-Р6.3. У-1. Умеет разрабатывать модульный и тестируемый программный код
	ППК-Р6.4. Участвует в развертывании и поддержке программного обеспечения (продвинутый) ППК-Р6.4. 3-1. Знает стратегии развертывания промышленного программного обеспечения ППК-Р6.4. У-1. Умеет развертывать приложения в облаке
	ППК-Р7. Способен применять искусственный интеллект (ИИ) для генерации и отладки программного кода
	ППК-Р7.1. Применяет ИИ-инструменты для генерации программного кода (базовый) ППК-Р7.1. 3-1. Знает принципы работы современных генеративных ИИ-моделей для генерации кода ППК-Р7.1. У-1. Умеет формулировать корректные текстовые запросы (промты) для генерации кода
	ППК-Р7.2. Использует ИИ для анализа и отладки кода (средний) ППК-Р7.2. 3-1. Знает методы ИИ-анализа кода ППК-Р7.2. У-2. Умеет интерпретировать рекомендации ИИ по исправлению кода
	ППК-Р7.3. Оптимизирует код с помощью ИИ (продвинутый) ППК-Р7.3. 3-1. Знает методы ИИ-оптимизации ППК-Р7.3. У-2. Умеет проверять корректность оптимизаций, предложенных ИИ
	ППК-Р7.4. Оценивает этические и профессиональные аспекты применения ИИ в разработке (продвинутый) ППК-Р7.4. 3-1. Знает этические нормы использования ИИ (конфиденциальность, плагиат кода и т.п.) ППК-Р7.4. У-2. Умеет документировать использование ИИ в разработке
ППК-ДА4. Способен выявлять бизнес-проблемы или бизнес-возможности	ППК-ДА4.1. Собирает информацию о бизнес-проблемах или бизнес-возможностях (средний) ППК-ДА4.1. 3-3. Знает инструменты, техники анализа бизнес-ситуации и предметной области ППК-ДА4.1. У-1. Умеет собирать, классифицировать, систематизировать и обеспечивать хранение и актуализацию информации для бизнес-анализа
	ППК-ДА4.2. Выявление истинных бизнес-проблем или бизнес-возможностей (продвинутый) ППК-ДА4.2. 3-2. Знает инструменты, техники анализа бизнес-ситуации и предметной области, включая анализ данных ППК-ДА4.2. У-1. Умеет выявлять и классифицировать бизнес-проблемы или бизнес-возможности
ППК-ДА5. Способен применять методы статистического анализа и теорию эксперимента для планирования, проведения и	ППК-ДА5.1. Разрабатывает дизайн эксперимента (базовый) ППК-ДА5.1. 3-1. Знает основные принципы планирования экспериментов ППК-ДА5.1. У-2. Умеет выбирать метрики для оценки эффекта воздействия

интерпретации результатов экспериментов	ППК-ДА5.2. Проводит статистический анализ данных эксперимента (средний) ППК-ДА5.2. 3-1. Знает методы проверки гипотез (t-тест, χ^2 , ANOVA) ППК-ДА5.2. У-2. Умеет интерпретировать p-value и уровень значимости
	ППК-ДА5.3. Интерпретирует результаты экспериментов (продвинутый) ППК-ДА5.3. У-2. Умеет формулировать рекомендации на основе статистических выводов
МО-2. Способен проектировать и внедрять системы автоматизации жизненного цикла машинного обучения (MLOps)	МО-2.1. Проектирует и настраивает CI/CD-пайплайны для машинного обучения (базовый) МО-2.1. 3-1. Знает принципы CI/CD применительно к моделям машинного обучения МО-2.1. У-1. Умеет настраивать CI/CD-пайплайны для МО с использованием инструментов
	МО-2.2. Организует версионирование моделей, данных и экспериментов (средний) МО-2.2. 3-1. Понимает системы версионирования моделей и данных МО-2.2. У-2. Умеет использовать инструменты MLOps для воспроизводимости и масштабируемости экспериментов
	МО-2.3. Внедряет системы мониторинга моделей в продуктивную эксплуатацию (средний) МО-2.3. 3-1. Знает метрики мониторинга моделей МО МО-2.3. У-1. Умеет разворачивать системы мониторинга моделей МО
	МО-2.4. Автоматизирует процессы переобучения и развертывания моделей (продвинутый) МО-2.4. 3-1. Знает стратегии автоматизации переобучения МО-2.4. У-1. Умеет автоматизировать переобучение моделей и А/В-тестирование развертываний
РГ-1. Способен руководить процессами разработки компьютерного программного обеспечения	РГ-1.1. Руководит разработкой программного кода (средний) РГ-1.1. У-1. Способен распределять задачи на разработку программного кода между исполнителями РГ-1.1. У-3. Оценивает качество и эффективность программного кода
	РГ-1.2. Руководит проверкой работоспособности компьютерного программного обеспечения (средний) РГ-1.2. У-2. Умеет оценивать результаты проверки работоспособности компьютерного программного обеспечения
	РГ-1.3. Руководит интеграцией программных модулей и компонентов (продвинутый) РГ-1.3. 3-2. Знает методы и программные интерфейсы взаимодействия компьютерного программного обеспечения с внешними программными компонентами
РГ-2. Способен организовать процессы разработки компьютерного программного обеспечения	РГ-2.1. Управляет проектированием компьютерного программного обеспечения (средний) РГ-2.1. 3-1. Знает принципы построения архитектуры компьютерного программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения
	РГ-2.2. Управляет процессом разработки компьютерного программного обеспечения (продвинутый) РГ-2.2. У-1. Умеет составлять планы процесса разработки программного продукта

	РГ-2.3. Управляет запросами на изменения, дефектами и проблемами (продвинутый) РГ-2.3. 3-1. Знает методы и средства выявления дефектов, проблем и причин их возникновения в компьютерном программном обеспечении
	РГ-2.4. Управляет конфигурациями и выпусками программного продукта (продвинутый) РГ-2.5. У-1. Умеет управлять версиями отдельных компонентов и программного продукта в целом
	РГ-4. Способен организовать промышленную разработку программного обеспечения РГ-4.1. Внедряет промышленные методологии разработки (средний) РГ-4.1. 3-1. Знает принципы Agile и их применение в промышленных проектах
	РГ-4.2. Внедряет инструменты промышленной разработки (средний) РГ-4.2. 3-1. Знает принципы Continuous Integration and Continuous Delivery (CI/CD) РГ-4.3. Организует разработку масштабируемого и поддерживаемого кода (продвинутый) РГ-4.3. У-1. Умеет управлять разработкой модульного и тестируемого программного кода РГ-4.4. Организует развертывание и поддержку программного обеспечения (продвинутый) РГ-4.4. У-1. Умеет организовать развертывание приложения в облаке
РГ-5. Способен организовать процессы применения искусственного интеллекта (ИИ) для генерации и отладки программного кода	РГ-5.1. Организует применение ИИ-инструментов для генерации программного кода (средний) РГ-5.1. 3-1. Знает принципы работы современных генеративных ИИ-моделей для генерации кода
	РГ-5.2. Организует применение ИИ для анализа и отладки кода (продвинутый) РГ-5.2. 3-1. Знает методы ИИ-анализа кода
	РГ-5.3. Организует оптимизацию кода с помощью ИИ (продвинутый) РГ-5.3. 3-1. Знает методы ИИ-оптимизации
	РГ-5.4. Оценивает этические и профессиональные аспекты применения ИИ в разработке (продвинутый) РГ-5.4. 3-1. Знает этические нормы использования ИИ (конфиденциальность, плагиат кода и т.п.)
УК-4. (УНК-01.) Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) <i>(соответствует УНК-01 – Способен применять коммуникационные компетенции в профессиональной деятельности)</i>	УНК-01.01. Осуществляет коммуникации в профессиональной деятельности (базовый) УНК-01.01.01. У-1 Владеет навыками презентации и публичной дискуссии УНК-01.01.01. У-3 Способен формулировать и понимать технологические и бизнес-требования
	УНК-01.02. Демонстрирует владение профессиональной культурой (базовый) УНК-01.02.01. У-3. Умеет грамотно оформлять документацию и вести коммуникацию в соответствии с профессиональными стандартами
УК-3. (УНК-02.) Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УНК-02.01. Принимает участие в групповом взаимодействии (базовый) УНК-02.01.01. У-5. Умеет работать в команде, проявлять инициативу и поддерживать коллег
	УНК-02.02. Проявляет лидерство и осуществляет

<i>(соответствует УНК-02 – Способен применять методы коллективной работы в профессиональной деятельности)</i>	наставничество (базовый) УНК-02.02.01. У-3. Умеет делиться знаниями и опытом, оказывать поддержку и осуществлять наставничество коллегам
---	--

3. Тематический план

№п/ п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостояте льная работа	
		Лекции	Практические занятия			
1	Введение в рекомендательные системы	8	8		34	Домашние задания, Тесты
2	Глубокое обучение в рекомендательных системах	6	6		24	Домашние задания, Тесты
3	Продвинутое глубокое обучение	8	8		34	Домашние задания, Тесты
4	Важные практические темы в области рекомендаций	6	6		24	Домашние задания, Тесты
5	Тренды направления	2	2		10	Домашние задания, Тесты
	Экзамен			4		
Итого:		30	30	4	126	
Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)		190				
Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)		5				

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Введение в рекомендательные системы	Введение в рекомендательные системы Базовые подходы. Item-2-item (объект-объект) рекомендации Матричная факторизация. Коллаборативная фильтрация Двухуровневый пайплайн
2	Глубокое обучение в рекомендательных системах	Глубокие нейрорекомендации для topn рекомендаций Нейросетевые модели для задачи next-item рекомендаций Нейросетевые ранкеры
3	Продвинутое глубокое обучение	Контентные подходы. Рекомендации на мультимодальных данных Обучение с подкреплением для рекомендательных систем Графовые нейронные сети в рекомендациях Генеративные рекомендательные системы
4	Важные практические темы в области рекомендаций	Аплифт и экономические рекомендательные системы A/B тестирование рекомендательной системы Распространенные боли в рекомендательных системах
5	Тренды направления	Прикладные аспекты и тренды в рекомендательных системах

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. Фальк, К. Рекомендательные системы на практике : практическое руководство / К. Фальк ; пер. с англ. Д. М. Павлова. - Москва : ДМК Пресс, 2020. - 448 с. - ISBN 978-5-97060-774-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1210627>.

2. Лесковец, Ю. Анализ больших наборов данных : практическое руководство / Д. Дж. Ульман, Ю. Лесковец, А. Раджараман ; пер. с англ. А. А. Слинкина. - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 500 с. - ISBN 978-5-89818-304-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2102592>.

Дополнительная литература:

1. Целых, А. Н. Извлечение знаний методами машинного обучения : учебное пособие по курсам «Модели и методы инженерии знаний», «Методы машинного обучения» / А. Н. Целых, Э. М. Котов ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2022. - 105 с. - ISBN 978-5-9275-4215-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2132253>.

2. Платонов, А. В. Машинное обучение : учебное пособие для вузов / А. В. Платонов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 89 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20732-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/589132>.

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	https://elibrary.ru/defaultx.asp
2.	База данных для IT-специалистов	https://habr.com
3.	База данных ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	https://minobrnauki.gov.ru/
5.	Федеральный портал «Российское образование»	https://www.edu.ru/
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	http://school-collection.edu.ru/
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	http://fcior.edu.ru/

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
Операционные системы:		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
Браузеры:		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
Офисные приложения:		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
Программное обеспечение для планирования и учета времени:		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления проектами:		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
Системы управления базами данных:		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
Системы резервного копирования (backup):		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
Справочно-правовые системы:		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
Средства антивирусной защиты:		

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
Среды разработки:		
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
Пакеты программных средств и библиотек:		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления библиографической информацией:		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
Сервисы и службы:		
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 и домашние задания, тесты, 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.

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, если иное не указано в силлабусе дисциплины:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
10	Отлично	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину. 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 связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
9	Отлично	
8	Отлично	
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
6	Хорошо	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
		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.
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
Домашние задания	50%	6	Набор задач по темам недели
Тест	10%	15	Форма проверки знаний студентов через ответы на вопросы с выбором из нескольких вариантов ответов
Экзамен	40%	1	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю)

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Рекомендательные системы»: $0,5 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,1 \times \text{среднее за тесты} + 0,4 \times \text{Экзамен}$.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1.

1. Объясните, в чём заключается основная идея рекомендательных систем и как они решают проблему информационной перегрузки для пользователей;
2. Опишите, как работает подход item-to-item (объект-объект) и в каких случаях он предпочтительнее user-to-item;
3. Реализуйте простую модель коллаборативной фильтрации на основе матричной факторизации с использованием SVD или ALS для набора данных с рейтингами;
4. Объясните, зачем используется двухуровневый пайплайн (retrieval и ranking) в современных рекомендательных системах и как он повышает эффективность;

5. Сравните стратегии рекомендаций на основе популярности, коллаборативной фильтрации и контентных методов по качеству и вычислительной сложности.

Домашнее задание 2.

1. Объясните, как нейросетевые модели, такие как NeuMF, улучшают качество top-N рекомендаций по сравнению с классической матричной факторизацией;
2. Опишите архитектуру модели для задачи next-item рекомендации, например, GRU4Rec или SASRec, и объясните, как она учитывает последовательность действий пользователя;
3. Реализуйте или опишите схему обучения нейросетевого ранкера с использованием функции потерь Pairwise BPR;
4. Объясните, как эмбединги пользователей и объектов обучаются в глубоких моделях и как их можно визуализировать для анализа качества;
5. Сравните подходы pointwise, pairwise и listwise в задаче ранжирования и укажите, в каких сценариях каждый из них предпочтителен.

Домашнее задание 3.

1. Опишите, как мультимодальные данные (текст, изображения, аудио) могут быть использованы для улучшения рекомендаций и какие модели подходят для их интеграции;
2. Объясните, как обучение с подкреплением применяется в рекомендательных системах для максимизации долгосрочной пользы, и приведите пример MDP-формализации;
3. Опишите, как графовые нейронные сети (GNN) используют структуру взаимодействий в рекомендательных системах и почему они эффективны в cold-start сценариях;
4. Объясните, как генеративные модели, такие как VAE или diffusion, могут использоваться для генерации новых рекомендаций или синтеза предпочтений;
5. Реализуйте или опишите схему двухуровневой системы, в которой на этапе retrieval используется GNN, а на этапе ranking — нейросетевой ранкер.

Примерные задания для теста

Тест 1.

Вопрос 1.

Какой из подходов рекомендательных систем основывается на схожести пользователей по их поведению?

- A. Контентная фильтрация
- B. Item-to-item коллаборативная фильтрация
- C. User-based коллаборативная фильтрация
- D. Метод ближайших соседей по тексту

Ответ: C.

Вопрос 2.

Что лежит в основе метода item-to-item рекомендаций?

- A. Поиск пользователей с похожими предпочтениями
- B. Расчёт схожести между объектами на основе совместного взаимодействия
- C. Анализ текстового описания объектов
- D. Кластеризация пользователей по возрасту и полу

Ответ: B.

Вопрос 3.

Какой из следующих методов использует разложение матрицы рейтингов на два низкоразмерных пространства?

- A. TF-IDF
- B. K-Nearest Neighbors
- C. Матричная факторизация
- D. Дерево решений

Ответ: C.

Вопрос 4.

Как называется первый этап двухуровневого пайплайна в рекомендательных системах, задача которого — сократить множество кандидатов?

- A. Ранжирование (ranking)
- B. Ретриевал (retrieval)
- C. Фильтрация по популярности
- D. Контентная фильтрация

Ответ: B.

Вопрос 5.

Какая метрика чаще всего используется для оценки качества рекомендаций при наличии неявного фидбэка (например, кликов)?

- A. MSE
- B. Accuracy
- C. NDCG@K
- D. F1-score

Ответ: C.

Тест 2.**Вопрос 1.**

Какая нейросетевая модель объединяет матричную факторизацию и многослойный перцептрон для улучшения рекомендаций?

- A. Wide & Deep
- B. NeuMF (Neural Matrix Factorization)
- C. GRU4Rec
- D. DeepFM

Ответ: B.

Вопрос 2.

Какая архитектура используется в моделях для задачи next-item рекомендации на основе последовательности действий пользователя?

- A. CNN
- B. GAN
- C. RNN или Transformer
- D. K-Means

Ответ: C.

Вопрос 3.

Какой подход позволяет учитывать порядок взаимодействий пользователя при генерации рекомендаций?

- A. Коллаборативная фильтрация по пользователям
- B. Модели на основе последовательностей (например, SASRec)
- C. Матричная факторизация
- D. TF-IDF + косинусная близость

Ответ: B.

Вопрос 4.

Что делает нейросетевой ранкер на втором этапе двухуровневого пайплайна?

- A. Генерирует эмбединги для пользователей
- B. Сортирует кандидатов по релевантности с помощью сложной модели
- C. Удаляет дубликаты из рекомендаций
- D. Формирует обучающую выборку

Ответ: B.

Вопрос 5.

Какая функция потерь подходит для обучения нейросетевого ранкера в задаче pair-wise ранжирования?

- A. MSE
- B. Cross-Entropy
- C. BPR (Bayesian Personalized Ranking)
- D. Hinge Loss

Ответ: C.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция	Индикатор
1.	Назовите подход, при котором рекомендации формируются на основе схожести пользователей по истории взаимодействий.	Коллаборативная фильтрация / User-based filtering	ППК-P5	ППК-P5.1. 3-1
2.	Укажите, как называется метод, при котором объекты рекомендуются на основе их попарной схожести.	Item-to-item рекомендации / Объект-объект	ППК-P5	ППК-P5.3. 3-1
3.	Объясните, в чём заключается идея матричной факторизации в задаче рекомендаций.	Разложение матрицы рейтингов на скрытые векторы пользователей и объектов	ППК-P5	ППК-P5.3. У-2
4.	Назовите первый этап двухуровневого пайплайна, задача которого — отбор кандидатов из большого множества.	Retrieval / Ретриевал	ППК-P5	ППК-P5.4. 3-3
5.	Назовите метрику, используемую для оценки качества ранжирования в top-k рекомендациях, учитывающую порядок элементов.	NDCG / Normalized Discounted Cumulative Gain	ППК-P5	ППК-P5.1. У-3
6.	Укажите, как называется функция потерь, применяемая в pair-wise подходе к обучению ранкеров.	BPR / Bayesian Personalized Ranking	ППК-P5	ППК-P5.3. 3-1
7.	Объясните, зачем используется нормализация популярности в рекомендательных системах.	Для снижения влияния популярных объектов и улучшения разнообразия	ППК-P5	ППК-P5.4. У-1
8.	Назовите причину, по которой cold start является проблемой для коллаборативной фильтрации.	Отсутствие истории взаимодействий у новых пользователей или объектов	ППК-P5	ППК-P5.1. 3-1

9.	Назовите архитектуру, лежащую в основе модели Neu-MF для рекомендаций.	Нейросетевая матричная факторизация / Neural Matrix Factorization	ППК-P5	ППК-P5.3.3-1
10.	Укажите, какая модель используется для задачи next-item рекомендации на основе последовательности действий.	SASRec / GRU4Rec	ППК-P5	ППК-P5.4.3-3
11.	Объясните, как эмбединги пользователей и объектов обучаются в глубоких рекомендательных моделях.	Путём оптимизации функции потерь на основе взаимодействий	ППК-P5	ППК-P5.3.У-2
12.	Назовите подход, при котором на этапе ranking используется нейросетевая модель для точного ранжирования кандидатов.	Нейросетевой ранкер / Neural Ranker	ППК-P5	ППК-P5.4.У-1
13.	Назовите архитектуру, используемую для интеграции текстовых и визуальных данных в рекомендательной системе.	Мультимодальная модель / Multimodal Recommender	ППК-P5	ППК-P5.3.3-1
14.	Объясните, как обучение с подкреплением может использоваться для максимизации долгосрочной пользы от рекомендаций.	Через формализацию среды как MDP и оптимизацию кумулятивной награды	ППК-P5	ППК-P5.1.У-3
15.	Назовите тип модели, способной генерировать новые рекомендации, а не только ранжировать существующие.	Генеративная рекомендательная система / Generative Recommender	ППК-P5	ППК-P5.3.3-1
16.	Укажите, как графовые нейронные сети используют структуру взаимодействий в рекомендательных системах.	Путём агрегации информации от соседей в графе пользователь-объект	ППК-P5	ППК-P5.4.3-3
17.	Назовите метод, позволяющий оценить влияние рекомендации на поведение пользователя, а не просто его реакцию.	Uplift modeling / Аплифт-моделирование	ППК-ДА5	ППК-ДА5.1.У-2
18.	Укажите ключевой этап проведения А/В теста в рекомендательной системе.	Корректное разбиение трафика и выбор метрик	ППК-ДА5	ППК-ДА5.2.У-2
19.	Назовите проблему, возникающую из-за смещения данных в пользу популярных объектов.	Popularity bias / Смещение по популярности	ППК-P5	ППК-P5.1.3-1
20.	Назовите современный тренд, при котором большие языковые модели используются для интерпретации запросов или генерации рекомендаций.	LLM-based рекомендации / Гибридные LLM-рекомендательные системы	ППК-P5	ППК-P5.3.3-1
21.	Какой тип базы данных подходит для хранения профилей пользователей и их взаимодействий?	NoSQL / MongoDB / Cassandra / Redis	ППК-P4	ППК-P4.2.3-1

22.	Какой метод используется для оптимизации запросов к данным о взаимодействиях пользователей?	Индексирование / Partitioning / Caching	ППК-Р4	ППК-Р4.3. У-2
23.	Какой принцип Agile применяется в разработке рекомендательных систем?	Scrum / Kanban / Iterative / Sprint	РГ-4	РГ-4.1. 3-1
24.	Что означает аббревиатура CI/CD в контексте MLOps для рекомендательных систем?	Continuous Integration / Continuous Delivery	МО-2	МО-2.1. 3-1
25.	Какой инструмент используется для версионирования моделей и экспериментов в RecSys?	MLflow / DVC / Weights & Biases / Neptune	МО-2	МО-2.2. У-2
26.	Какая метрика важна для мониторинга качества рекомендательной модели в продакшене?	CTR / Conversion Rate / Diversity / Coverage	МО-2	МО-2.3. 3-1
27.	Какой процесс позволяет автоматизировать переобучение рекомендательной модели?	Auto-retraining Pipeline / Scheduled Retraining	МО-2	МО-2.4. У-1
28.	Какой навык необходим для распределения задач в команде разработчиков RecSys?	Лидерство / Делегирование / Планирование	РГ-1	РГ-1.1. У-1
29.	Как называется документ, описывающий архитектуру рекомендательной системы?	Техническая спецификация / Архитектурное описание	ППК-Р5	ППК-Р5.2. 3-2
30.	Какой принцип чистого кода важен при разработке пайплайнов рекомендательных систем?	DRY / SOLID / KISS / Modular Design	ППК-Р6	ППК-Р6.3. 3-1
31.	Что такое технический долг в контексте разработки рекомендательных систем?	Накопленные проблемы кода / Долг рефакторинга / Устаревшие модели	РГ-4	РГ-4.3. У-1
32.	Какой инструмент ИИ помогает генерировать код для алгоритмов рекомендаций?	GitHub Copilot / ChatGPT / Cursor / Codeium	ППК-Р7	ППК-Р7.1. У-1
33.	Что необходимо учитывать при использовании ИИ-кода с точки зрения этики?	Лицензирование / Безопасность / Качество кода / Конфиденциальность	ППК-Р7	ППК-Р7.4. 3-1
34.	Какой метод используется для проверки гипотез в эксперименте с рекомендательной системой?	A/B тестирование / T-test / ANOVA	ППК-ДА5	ППК-ДА5.2. У-2
35.	Как называется процесс сбора информации о требованиях к рекомендательному проекту?	Интервью / Анализ требований / Business Analysis	ППК-ДА4	ППК-ДА4.1. У-1
36.	Какой навык важен для презентации результатов работы RecSys заказчику?	Коммуникация / Визуализация / Презентация	УНК-01 (УК-4)	УНК-01.01.01. У-1

37.	Какое действие проявляет поддержку коллег в команде разработки RecSys?	Наставничество / Code Review / Обратная связь / Помощь	УНК-02 (УК-3)	УНК-02.01.01. У-5
38.	Какой инструмент используется для управления задачами в проекте рекомендательной системы?	Jira / Trello / Asana / GitHub Projects	РГ-4	РГ-4.1. 3-1
39.	Что такое стратегия развертывания промышленной рекомендательной системы?	Canary / Blue-Green / Rolling / Shadow Mode	ППК-Р6	ППК-Р6.4. 3-1
40.	Какой метод используется для оптимизации инференса рекомендательной модели?	Model Pruning / Quantization / ONNX / TensorRT	ППК-Р6	ППК-Р6.3. У-1
41.	Как называется план процесса разработки рекомендательного продукта?	Roadmap / План проекта / Gantt Chart	РГ-2	РГ-2.2. У-1
42.	Какой принцип важен при проектировании архитектуры рекомендательной системы?	Modularity / Scalability / Fault Tolerance / Low Latency	ППК-Р5	ППК-Р5.3. 3-1
43.	Как называется процесс адаптации к изменениям в требованиях к рекомендациям?	Change Management / Adaptation / Model Retraining	РГ-2	РГ-2.3. 3-1
44.	Какой инструмент используется для поиска уязвимостей в коде рекомендательных систем?	SAST / Security Scan / Static Analysis	ППК-Р7	ППК-Р7.2. 3-1
45.	Как называется метод интерпретации рекомендаций ИИ по оптимизации кода?	Code Review / Validation / Manual Verification	ППК-Р7	ППК-Р7.3. У-2
46.	Что такое долгосрочное хранение данных о взаимодействиях пользователей в RecSys?	Data Lake / Event Store / Clickstream Storage	ППК-Р4	ППК-Р4.2. У-2
47.	Какой навык необходим для работы в команде над проектом рекомендательной системы?	Коллаборация / Коммуникация / Teamwork	УНК-02 (УК-3)	УНК-02.01.01. У-5
48.	Как называется процесс оценки результатов проверки работоспособности RecSys?	Testing / Validation / QA / A/B Testing	РГ-1	РГ-1.2. У-2
49.	Какой метод используется для выявления бизнес-проблем в проекте рекомендательной системы?	Анализ предметной области / Business Analysis / Metrics Review	ППК-ДА4	ППК-ДА4.2. У-1
50.	Как называется документация, оформленная в соответствии с профессиональными стандартами?	Техническая документация / API Docs / Model Cards	УНК-01 (УК-4)	УНК-01.02.01. У-3