

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор высшей школы
программной инженерии
А.В. Малеев**

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Рекомендательные системы
по направлению:	Программная инженерия
профиль подготовки:	Разработка программно-информационных систем высшая школа программной инженерии высшая школа программной инженерии
курс:	3
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 48 час.

Всего часов: 108, всего зач. ед.: 3

Программу составил: В.В. Кантор, старший преподаватель

Программа обсуждена на заседании высшей школы программной инженерии 19.03.2025

Аннотация

Курс охватывает основы разработки, анализа и внедрения рекомендательных систем. Студенты изучат различные типы рекомендательных систем, такие как контентная фильтрация, коллаборативная фильтрация и гибридные подходы. Рассматриваются методы оценки качества рекомендаций, включая метрики и бейзлайны. Особое внимание уделяется продвинутому методам, таким как градиентный бустинг, нейросетевые подходы и матричная факторизация. Курс включает изучение реальных кейсов применения рекомендательных систем в бизнесе и разработки эффективных моделей с учётом производительности. Студенты также научатся оптимизировать рекомендательные системы для продуктивных сред и оценивать их бизнес-эффективность. Практические занятия предполагают использование современных инструментов и технологий для реализации алгоритмов машинного обучения и анализа данных, а также внедрение рекомендаций в реальных условиях.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- ознакомить студентов с современными подходами к разработке рекомендательных систем, методами их оценки и оптимизации, а также с влиянием рекомендаций на бизнес-показатели. Дисциплина охватывает классические и современные методы, включая нейросетевые подходы, и готовит студентов к практическому применению знаний в индустриальных проектах.

Задачи дисциплины

- понять основы рекомендательных систем, изучить принципы работы рекомендательных систем и их применение, ознакомиться с основными типами рекомендаций;
- освоить методы оценки и валидации рекомендаций, разобрать основные метрики качества рекомендаций, изучить методы валидации и сравнения моделей, включая бейзлайны;
- изучить классические методы фильтрации, освоить контентную фильтрацию и коллаборативные методы, разобрать их преимущества и ограничения;
- познакомиться с продвинутыми алгоритмами ранжирования, изучить градиентный бустинг на деревьях, освоить задачу реранжирования в рекомендациях;
- анализировать влияние рекомендаций на бизнес-показатели, рассмотреть, как рекомендации влияют на конверсию, удержание пользователей и выручку, изучить методики A/B-тестирования в контексте рекомендаций;
- изучить дополнительные методы оценки качества рекомендаций, разобрать альтернативные метрики и методы интерпретации рекомендаций;
- освоить принципы работы рекомендательных систем в продуктивной среде, разобрать этапы внедрения и масштабирования моделей, изучить вопросы оптимизации производительности;
- познакомиться с двухэтапными моделями рекомендаций, рассмотреть стратегии предварительного отбора и ранжирования;
- изучить нейросетевые методы в рекомендательных системах, освоить нейросетевую матричную факторизацию, разобрать deep semantic similarity model и её применение.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-6 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического использования, применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов	ОПК-6.1 Знает алгоритмы решения типовых задач, области и способы их применения
ПК-3 Способен проектировать, разрабатывать, интегрировать, проверять на работоспособность программное обеспечение	ПК-3.1 Различает синтаксис языков программирования, особенности программирования на этих языках, стандартные библиотеки языков программирования
	ПК-3.2 Умеет выбирать языки программирования для написания программного кода с учетом технического задания

обеспечение	ПК-3.4 Знает, как определять оптимальные методы и средства проектирования программного обеспечения и структур данных
ПК-6 Способен разрабатывать и внедрять стандарты и процессы разработки, производить их мониторинг и обновления	ПК-6.1 Знает, как создавать стандарты и методологии разработки программного обеспечения в организации

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные типы рекомендательных систем (контентная фильтрация, коллаборативная фильтрация, гибридные методы);
- ключевые метрики и методы оценки качества рекомендаций (например, точность, полнота, F1-меры);
- алгоритмы для фильтрации и ранжирования, включая градиентный бустинг, нейросетевые подходы и матричную факторизацию;
- этапы разработки и внедрения рекомендательных систем в продуктивной среде;
- принципы работы с большими данными в контексте рекомендательных систем;
- влияние рекомендательных систем на бизнес-результаты, включая способы их использования для увеличения конверсии и удержания пользователей.

уметь:

- разрабатывать модели рекомендательных систем с использованием методов фильтрации контента и коллаборативной фильтрации;
- применять методы оценки качества рекомендаций и проводить A/B тестирование;
- реализовывать продвинутые алгоритмы, такие как градиентный бустинг и нейросетевую матричную факторизацию;
- оптимизировать рекомендательные системы для использования в реальных продуктивных средах с учётом масштабируемости и производительности;
- анализировать и интерпретировать бизнес-эффект от внедрения рекомендаций.

владеть:

- программными инструментами и фреймворками для реализации рекомендательных систем (например, Python, Scikit-learn, TensorFlow, PyTorch);
- методами оценки и улучшения качества рекомендаций с использованием различных метрик и методов;
- навыками создания и оптимизации моделей в продуктивных системах, обеспечивая их масштабируемость и высокую производительность;
- умением интегрировать рекомендательные системы в рабочие бизнес-процессы и анализировать их влияние на ключевые показатели эффективности.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение в рекомендательные системы	2	2		4
2	Методы валидации, метрики и бейзлайны	2	2		4
3	Фильтрация на основе контента и коллаборативная фильтрация	2	2		4
4	Градиентный бустинг на деревьях и задача реранжирования	2	2		4

5	Продвинутые методы анализа данных и моделей в рекомендациях	2	2		4
6	Бизнес-эффект от рекомендаций	2	2		4
7	Дополнительные методы оценки качества рекомендаций	3	3		4
8	Рекомендации в продуктивной среде	3	3		4
9	Ускорение рекомендаций в продуктивной среде	3	3		4
10	Двухэтапная модель	3	3		4
11	Нейросетевая матричная факторизация	3	3		4
12	Рекомендации с использованием deep semantic similarity model	3	3		4
Итого часов		30	30		48
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		108 час., 3 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 6 (Весенний)

1. Введение в рекомендательные системы

Изучение основных понятий и типов рекомендательных систем (контентная фильтрация, коллаборативная фильтрация, гибридные методы). Рассмотрение применения рекомендательных систем в различных областях, таких как e-commerce, медиа, соцсети и т.д. Принципы работы рекомендательных систем, их основные задачи и цели.

2. Методы валидации, метрики и бейзлайны

Ознакомление с методами оценки и валидации рекомендательных систем, а также с метриками качества рекомендаций, такими как точность, полнота, F1-меры. Изучение методов сравнения алгоритмов с использованием бейзлайнов. Применение этих методов для выбора наиболее эффективных решений.

3. Фильтрация на основе контента и коллаборативная фильтрация

Изучение двух основных подходов в построении рекомендательных систем: контентной фильтрации (основанной на характеристиках элементов) и коллаборативной фильтрации (основанной на взаимодействиях пользователей). Рассмотрение алгоритмов и особенностей этих методов, их преимуществ и недостатков.

4. Градиентный бустинг на деревьях и задача реранжирования

Ознакомление с методом градиентного бустинга на деревьях решений как одним из самых эффективных методов для построения рекомендаций. Изучение задачи реранжирования — улучшения ранговых рекомендаций с учётом дополнительных факторов, таких как бизнес-ценность.

5. Продвинутые методы анализа данных и моделей в рекомендациях

Изучение более сложных методов анализа данных и алгоритмов для рекомендательных систем, включая методы машинного обучения, глубокие нейронные сети и их применение в задачах рекомендаций. Рассмотрение подходов к работе с большими и разнородными данными.

6. Бизнес-эффект от рекомендаций

Анализ воздействия рекомендательных систем на бизнес-показатели, такие как конверсия, удержание пользователей и рост выручки. Изучение методов оценки эффективности рекомендаций через практическое применение и A/B тестирование.

7. Дополнительные методы оценки качества рекомендаций

Рассмотрение альтернативных методов оценки качества рекомендаций, таких как оценка на основе пользовательского опыта, контекста, и многокритериальные методы. Углубление в такие метрики, как MAP, NDCG, ROC-кривые и другие.

8. Рекомендации в продуктивной среде

Разбор этапов внедрения рекомендательных систем в продуктивную среду. Обсуждение проблем, с которыми сталкиваются компании при масштабировании систем, а также решений для повышения производительности и стабильности работы моделей в реальном времени.

9. Ускорение рекомендаций в продуктивной среде

Изучение методов и подходов для повышения скорости работы рекомендательных систем в продуктивной среде, включая использование кеширования, распределённые вычисления и другие оптимизации, позволяющие обеспечивать быстрые отклики при высоких нагрузках.

10. Двухэтапная модель

Ознакомление с двухэтапными моделями рекомендаций, состоящими из предварительного отбора кандидатов и их ранжирования. Рассмотрение преимуществ двухэтапных моделей для улучшения качества рекомендаций и повышения их релевантности.

11. Нейросетевая матричная факторизация

Изучение метода матричной факторизации с использованием нейросетевых подходов. Рассмотрение его применения для разложения матриц взаимодействий и выделения скрытых факторов для улучшения точности рекомендаций.

12. Рекомендации с использованием deep semantic similarity model

Введение в подходы, основанные на семантической близости с использованием глубоких нейросетевых моделей (например, моделей на основе embeddings). Изучение методов для анализа и рекомендаций, учитывающих смысловое сходство между объектами и пользователями.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Аудитория должна быть оснащена:

- компьютерами с необходимым программным обеспечением для разработки и анализа данных;
- доступом к интернет-ресурсам и облачным платформам для выполнения практических заданий;
- проектором для демонстрации материалов и лекций;
- оборудованием для работы с большими данными и обучения моделей.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Фонд библиотеки МФТИ:

1. Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль ; перевод с английского А. А. Слинкина. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 652 с. — ISBN 978-5-97060-618-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107901>
2. Баланов, А. Н. Комплексное руководство по разработке: от мобильных приложений до веб-технологий : учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 412 с. — ISBN 978-5-507-48841-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/394577>
3. Гагарина, Л. Г. Проектирование и архитектура программных систем : учебное пособие / Л.Г. Гагарина, А.Р. Федоров, П.А. Федоров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2025. — 334 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/1077727. - ISBN 978-5-16-016016-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1077727>

Дополнительная литература

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Для проведения занятий потребуется оснащение аудитории компьютерами с доступом в интернет и проектором для демонстрации материалов.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Для успешного освоения дисциплины студенту рекомендуется:

- внимательно изучать лекционные материалы и литературу, внимательно следить за ключевыми концепциями и алгоритмами, представленными в курсе;
- активно выполнять практические задания и лабораторные работы, используя полученные знания для реализации рекомендательных систем;
- уделять внимание практическому освоению программных инструментов и фреймворков (Python, TensorFlow, Scikit-learn), применяя их для разработки и тестирования моделей;
- развивать навыки самостоятельного поиска информации, решения проблем и тестирования алгоритмов с использованием реальных данных;
- при выполнении проектов и заданий активно сотрудничать с одногруппниками для обмена опытом и решения практических задач;
- регулярно оценивать результаты своей работы с использованием метрик качества и методов валидации, чтобы улучшать точность и эффективность моделей;
- не стесняться обращаться за разъяснениями и консультациями по сложным вопросам, участвуйте в обсуждениях и семинарах.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Программная инженерия
профиль подготовки: Разработка программно-информационных систем
высшая школа программной инженерии
высшая школа программной инженерии
курс: 3
квалификация: бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: В.В. Кантор, старший преподаватель

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-6 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического использования, применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов	ОПК-6.1 Знает алгоритмы решения типовых задач, области и способы их применения
ПК-3 Способен проектировать, разрабатывать, интегрировать, проверять на работоспособность программное обеспечение	ПК-3.1 Различает синтаксис языков программирования, особенности программирования на этих языках, стандартные библиотеки языков программирования
	ПК-3.2 Умеет выбирать языки программирования для написания программного кода с учетом технического задания
	ПК-3.4 Знает, как определять оптимальные методы и средства проектирования программного обеспечения и структур данных
ПК-6 Способен разрабатывать и внедрять стандарты и процессы разработки, производить их мониторинг и обновления	ПК-6.1 Знает, как создавать стандарты и методологии разработки программного обеспечения в организации

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Рекомендательные системы» обучающийся должен:

знать:

- основные типы рекомендательных систем (контентная фильтрация, коллаборативная фильтрация, гибридные методы);
- ключевые метрики и методы оценки качества рекомендаций (например, точность, полнота, F1-меры);
- алгоритмы для фильтрации и ранжирования, включая градиентный бустинг, нейросетевые подходы и матричную факторизацию;
- этапы разработки и внедрения рекомендательных систем в продуктивной среде;
- принципы работы с большими данными в контексте рекомендательных систем;
- влияние рекомендательных систем на бизнес-результаты, включая способы их использования для увеличения конверсии и удержания пользователей.

уметь:

- разрабатывать модели рекомендательных систем с использованием методов фильтрации контента и коллаборативной фильтрации;
- применять методы оценки качества рекомендаций и проводить A/B тестирование;
- реализовывать продвинутые алгоритмы, такие как градиентный бустинг и нейросетевую матричную факторизацию;
- оптимизировать рекомендательные системы для использования в реальных продуктивных средах с учётом масштабируемости и производительности;
- анализировать и интерпретировать бизнес-эффект от внедрения рекомендаций.

владеть:

- программными инструментами и фреймворками для реализации рекомендательных систем (например, Python, Scikit-learn, TensorFlow, PyTorch);
- методами оценки и улучшения качества рекомендаций с использованием различных метрик и методов;
- навыками создания и оптимизации моделей в продуктивных системах, обеспечивая их масштабируемость и высокую производительность;
- умением интегрировать рекомендательные системы в рабочие бизнес-процессы и анализировать их влияние на ключевые показатели эффективности.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Текущий контроль – тестирование по теоретическим темам, выполнение практических заданий.

Промежуточная аттестация – защита практических работ, разбор ошибок.

Итоговый контроль включает комплексное задание с теоретическими и практическими аспектами, моделирование реальных ситуаций.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Что такое рекомендательные системы и какие их основные типы?
2. В чём различие между контентной фильтрацией и коллаборативной фильтрацией?
3. Какие метрики используются для оценки качества рекомендаций? Приведите примеры.
4. Объясните, что такое градиентный бустинг и как его можно применить в рекомендательных системах.
5. Что такое матричная факторизация и как она используется для создания рекомендаций?
6. Какие методы могут быть использованы для улучшения производительности рекомендательных систем в реальной среде?
7. Объясните принцип работы двухэтапных рекомендательных моделей.
8. Как можно оценить бизнес-эффект от внедрения рекомендательных систем?
9. В чём заключается принцип работы нейросетевой матричной факторизации?
10. Как работают deep semantic similarity models и где они применяются в рекомендательных системах?

Критерии оценивания

- оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
- оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
- оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, и правильное обоснование принятых решений
- оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «хорошо (6)» выставляется студенту, если он знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «хорошо (5)» выставляется студенту, если он знает материал, и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет фрагментарно основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

- оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач
- оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется студенту, который не знает формулировок основных понятий дисциплины

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет проводится по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий и других видов работ, предусмотренных программой дисциплины и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме.