

УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«07» марта 2024 г.
Протокол №1

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Искусственный интеллект. Углубленный курс»**

Направление подготовки: 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: Программа двух дипломов НИУ
ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Срок освоения программы: 4 года

Год набора: 2024

**Москва
2024**

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) «Искусственный интеллект. Углубленный курс» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по специальности 02.03.01 Математика и компьютерные науки, профиль «Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) дает понимание принципов работы ИИ, что способствует подготовке специалистов, способных разрабатывать эти технологии и решать возникающие этические и социальные вопросы.

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 «Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика» и входит в Блок 1, часть, формируемую участниками образовательных отношений как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) изучается на 1 курсе во 2 семестре.

Цель изучения дисциплины (модуля): заключается в освоении методов и алгоритмов, позволяющих системам имитировать интеллектуальное поведение человека для решения сложных задач.

Задачи изучения дисциплины (модуля) направлены на формирование у студентов следующий знаний, умений и навыков:

- знание основной терминологии машинного обучения: модель, датасет, обучающая и тестовая выборки, метрика, функция потерь, оптимизация;
- знание доменных областей машинного обучения: компьютерное зрение, задачи ранжирования, работа со звуком, обработка естественного языка, задачи на графах;
- знание задач машинного обучения: сегментация, детекция, классификация, регрессия, машинный перевод, генерация изображений, распознавание речи;
- знание устройство архитектур ряда моделей: линейная регрессия, решающее дерево, ансамбль, нейросеть, генеративная нейросеть, трансформер;
- знание инструментов для решения бытовых задач с помощью искусственного интеллекта;
- знание вопросов этики, связанные с искусственным интеллектом;
- умение запускать модель через внешние интерфейсы, без глубокого понимания процессов обучения, и базово анализировать результаты обучения;
- навык использования инструментов искусственного интеллекта в повседневной жизни.

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)
УК-1.	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1.	Знает методы поиска и анализа информации в области искусственного интеллекта, основные принципы критической оценки источников информации и их релевантности.
		УК-1.2.	Умеет критически оценивать источники информации и синтезировать данные из различных источников для решения задач, применять системный подход к анализу и решению комплексных проблем
		УК-1.3.	Имеет практический опыт работы с современными инструментами и технологиями для обработки информации, формулировании и структурировании задач на основе полученной информации
ОПК-1.	Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности	ОПК-1.1.	Знает основные концепции и теории в области математического анализа и смежных дисциплин; методы и подходы, используемые в различных областях математики
		ОПК-1.2.	Умеет применять математические методы для решения профессиональных задач
		ОПК-1.3.	Имеет практический опыт разработки и реализации математических моделей в профессиональной деятельности
ПК-1.	Способен формулировать задачи с математической точностью, обосновывать утверждения строго и анализировать полученные результаты в области	ПК-1.1.	Знает методы и подходы к формулированию задач, а также основные принципы математического доказательства и анализа результатов.

	математики и компьютерных наук	ПК-1.2.	Умеет корректно ставить и формулировать математические задачи, применять строгие методы доказательства и анализировать полученные результаты.
		ПК-1.3.	Имеет опыт работы с задачами в области математики и компьютерных наук, включая применение математических методов для решения практических задач

3. Тематический план

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Контактная работа		Контроль	Самостоятельная работа	
Лекции	Семинары (практические занятия)					
1	Библиотека Polars		3		4	Домашнее задание
2	Регуляризация, шедулирование		3		4	Домашнее задание
3	Bias-variance decomposition		3		4	Домашнее задание
4	Метод максимального апостериори		3		4	Домашнее задание Коллоквиум
5	Архитектура нейронной сети		4		4	Домашнее задание
6	Свёрточные нейронные сети		4		6	Домашнее задание Проект
7	Работа с эмбедингами текста, Huggingface		4		4	Домашнее задание
8	Модулярность графа. Алгоритм Лувена		3		4	Домашнее задание
9	Генеративные состязательные сети		3		4	Домашнее задание
	<i>Зачет</i>			8		
	<i>Итого:</i>		<i>30</i>	<i>8</i>	<i>38</i>	
	<i>Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)</i>	<i>76</i>				
	<i>Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)</i>	<i>2</i>				

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Библиотека Polars	Основы работы с dataframe; эффективная обработка данных; интеграция с Python и Rust
2	Регуляризация, шедулирование	Методы регуляризации моделей; техники шедулирования обучения; предотвращение переобучения
3	Bias-variance decomposition	Разложение ошибки; влияние смещения и дисперсии; баланс между bias и variance
4	Метод максимального апостериори	Байесовская оценка параметров; апостериорное распределение; применение в машинном обучении
5	Архитектура нейронной сети	Слои и их типы; функции активации; методы инициализации весов
6	Свёрточные нейронные сети	Свёрточные слои и фильтры; пулинг и нормализация; архитектуры CNN
7	Работа с эмбедингами текста, Huggingface	Представление текста в виде векторов; использование моделей Huggingface; тонкая настройка и применение эмбедингов
8	Модулярность графа. Алгоритм Лувена	Понятие модулярности; алгоритм Лувена для кластеризации; применение к сетевому анализу
9	Генеративные состязательные сети	Архитектура GAN; обучение с состязанием генератора и дискриминатора; применение GAN в генерации данных

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. Новиков, Ф. А. Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний : учебник для вузов / Ф. А. Новиков. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 278 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00734-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561410>.

Дополнительная литература:

1. Воронов, М. В. Системы искусственного интеллекта : учебник и практикум для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 268 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17032-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/567794>.

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;
- 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 к в электронную информационно-образовательную среду Университета.

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

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	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) «Искусственный интеллект. Углубленный курс» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как практические занятия, коллоквиум, проект и домашние задания, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

Коллоквиум – устные ответы на вопросы, список которых известен студенту заранее,

В процессе подготовки к коллоквиуму необходимо проанализировать учебные материалы, ознакомившись с лекциями, учебниками и дополнительными источниками, акцентируя внимание на ключевых темах. Рекомендуется создать структурированные конспекты, выделяя основные идеи, термины и формулы.

Проект – это целенаправленная деятельность, имеющая определенные цели, задачи и временные рамки, в результате которой создается уникальный продукт или услуга.

Для успешной подготовки проекта рекомендуется следует выполнять следующие рекомендации:

- четко определите цель и задачи проекта, чтобы понимать, какой результат вы хотите достичь;
- составьте план работы, разбив проект на этапы с указанием сроков выполнения каждого из них;
- используйте разнообразные источники информации и инструменты для исследования темы, чтобы обеспечить качественную основу для вашего проекта;
- регулярно проверяйте прогресс и вносите коррективы в план, если это необходимо, чтобы оставаться на правильном пути к завершению проекта.

Домашнее задание – набор задач по темам недели.

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

Самостоятельная работа – работа 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) «Искусственный интеллект. Углубленный курс»

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 *зачета*, 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:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
10	Отлично	Зачтено	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	Зачтено	
8	Отлично	Зачтено	
7	Хорошо	Зачтено	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,
6	Хорошо	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
			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.
5	Удовлетворительно	Зачтено	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	Зачтено	
3	Не сдан	Не зачтено	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	Не зачтено	
1	Не сдан	Не зачтено	

Дисциплина (модуль) «Искусственный интеллект. Углубленный курс» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	50%	12	Набор задач по темам недели
Коллоквиум	25%	2	Устные ответы на вопросы, список которых известен студенту заранее
Проект	25%	1	Подготовка проекта и его защита перед аудиторией

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Искусственный интеллект. Углубленный курс»: « $0,5 \times$ среднее за домашние задания + $0,25 \times$ среднее за коллоквиум + $0,25 \times$ среднее за проект».

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание «Работа с библиотекой Polars и регуляризацией»

1. Создать DataFrame в Polars из CSV-файла и выполнить базовые операции фильтрации и агрегации.
2. Сравнить производительность Polars и Pandas на большом наборе данных (время и память).
3. Реализовать модель линейной регрессии с L2-регуляризацией (Ridge) на любом датасете.
4. Применить различные техники шедулирования скорости обучения (step decay, cosine annealing) в тренировке модели.
5. Проанализировать влияние регуляризации и шедулирования на качество модели (графики ошибки на обучении и валидации).

Домашнее задание «Bias-variance decomposition и метод максимального апостериори»

1. Реализовать эксперимент с синтетическими данными для визуализации bias-variance decomposition.
2. Оценить ошибку модели на тренировочных и тестовых данных, выделить компоненты смещения и дисперсии.
3. Написать код для вычисления апостериорного распределения параметров модели с использованием метода максимального апостериори (MAP).
4. Сравнить оценки параметров, полученные методом максимального правдоподобия (MLE) и MAP.
5. Обсудить влияние выбора априорного распределения на результаты MAP-оценки.

Домашнее задание «Нейронные сети, Huggingface, графы и GAN»

1. Построить простую нейронную сеть с тремя слоями и реализовать разные функции активации (ReLU, sigmoid, tanh).
2. Создать и обучить свёрточную нейронную сеть для классификации изображений из набора CIFAR-10.
3. Использовать модель Huggingface для получения эмбеддингов текста и применить их для задачи классификации.
4. Реализовать алгоритм Лувена для разбиения небольшого графа на сообщества и визуализировать результат.
5. Построить базовую архитектуру GAN для генерации рукописных цифр (на базе MNIST) и обучить её, проанализировать результаты.

Примерные задания для коллоквиума

1. Опишите основные преимущества Polars по сравнению с Pandas при работе с большими данными.
2. Как в Polars реализуется ленивое вычисление (lazy evaluation) и как это влияет на производительность?
3. Приведите пример кода на Python, который загружает CSV-файл в Polars DataFrame и выполняет группировку с агрегацией.

4. Объясните разницу между L1 и L2 регуляризацией. В каких случаях предпочтительнее применять каждую из них?
5. Что такое шедулирование скорости обучения (learning rate scheduling) и зачем оно применяется? Назовите и кратко опишите два популярных метода шедулирования.
6. Как регуляризация помогает бороться с переобучением? Приведите пример.
7. Распишите формулу разложения ошибки на bias и variance. Что означает каждый компонент?
8. Как изменение сложности модели влияет на bias и variance? Приведите пример на графике.
9. Какие методы можно использовать для поиска баланса между bias и variance?
10. В чем отличие между методом максимального правдоподобия (MLE) и методом максимального апостериори (MAP)?
11. Как выбор априорного распределения влияет на оценку параметров в MAP? Приведите пример.
12. Опишите, как применяется MAP в контексте машинного обучения на примере линейной регрессии.
13. Назовите основные типы слоев нейронной сети и их функции.
14. Какие функции активации наиболее часто используются и в чем их особенности?
15. Почему важна правильная инициализация весов и какие методы инициализации существуют?

Примерное задание для проекта

Проект по теме: Работа с эмбедингами текста и Huggingface

Цель проекта:

Разработать и обучить текстовую классификационную модель на основе предобученных эмбедингов Huggingface, продемонстрировать эффективность тонкой настройки (fine-tuning) и проанализировать качество модели.

Задачи:

1. Изучить основные концепции текстовых эмбедингов и работу с библиотекой Huggingface.
2. Выбрать и подготовить набор данных для задачи классификации текста (например, новости, отзывы или твиты).
3. Получить эмбединги текста с помощью предобученной модели Huggingface (например, BERT, RoBERTa).
4. Реализовать и обучить классификатор на основе этих эмбедингов, включая вариант с тонкой настройкой модели.
5. Провести оценку качества модели (accuracy, precision, recall, F1-score) и сравнить результаты с базовой моделью без тонкой настройки.
6. Сделать выводы о влиянии использования эмбедингов и тонкой настройки на качество классификации.

Шаги выполнения:

1. Установить необходимые библиотеки (transformers, datasets, torch и др.).
2. Загрузить выбранный датасет и провести предобработку текста (токенизация, очистка).
3. Импортировать предобученную модель и токенизатор Huggingface.

4. Сгенерировать эмбединги для текстов и обучить простой классификатор (например, логистическую регрессию или полносвязную сеть).
5. Реализовать тонкую настройку предобученной модели на задаче классификации.
6. Оценить и сравнить метрики качества моделей.
7. Подготовить отчет с описанием подхода, кодом, результатами и выводами.

Критерии оценивания:

- Полнота и корректность выполнения всех этапов проекта (30%)
- Качество и обоснованность предобработки данных (10%)
- Правильность и эффективность реализации модели и тонкой настройки (25%)
- Анализ результатов и сравнение моделей (20%)
- Оформление отчета, ясность и структурированность изложения (15%)

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Как называется метрика, которая показывает долю правильно классифицированных объектов	Ассурасу / Точность / ассурасу / точность	ОПК-1
2.	Как в обучении с подкреплением называется стратегия, согласно которой алгоритм принимает решения?	Политика/пол итика	ПК-1
3.	Какой метод относится к обучению с подкреплением? а. Линейная регрессия б. K-means с. DQN d. SVM	с	УК-1