
УТВЕРЖДЕНА

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

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Продвинутое глубокое обучение (Advanced Deep Learning)»**

Направление подготовки: 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: Продуктовая аналитика

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Срок освоения программы: 2 года

Год набора: 2026

**Москва
2026**

Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)	3
2. Перечень планируемых результатов обучения.....	5
3. Тематический план.....	7
4. Содержание дисциплины (модуля).....	7
5. Учебно-методическое обеспечение	8
6. Материально-техническое обеспечение	8
7. Методические и оценочные материалы	10

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Продвинутое глубокое обучение (Advanced Deep Learning)» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Продуктовая аналитика, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 810 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Продвинутое глубокое обучение (Advanced Deep Learning)» позволяет сформировать системное понимание современных архитектур глубокого обучения и развить практические навыки проектирования, реализации и интеграции мультикомпонентных ИИ-систем, способных решать сложные мультимодальные задачи, включая обработку изображений, текста и речи, с последующей презентацией и защитой технических решений в профессиональной среде.

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 Продуктовая аналитика и входит в вариативную часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) изучается на 1 или 2 курсе во 2 или 4 семестре на выбор. Доступна к изучению при условии параллельного изучения или успешного завершения дисциплины (модуля) «Глубокое обучение (Deep Learning)».

Цель изучения дисциплины (модуля): подготовить обучающихся к разработке, интеграции и внедрению продвинутых моделей глубокого обучения в составе комплексных ИИ-систем, обеспечив их компетенциями в области мультимодального анализа, воспроизводимого программирования, инженерной оптимизации и технической коммуникации.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- освоить архитектуры глубокого обучения для компьютерного зрения (CNN), обработки текста (OCR) и синтеза речи (TTS), включая RNN и трансформеры;
- изучить принципы построения и интеграции мультикомпонентных ИИ-систем из моделей различных доменов;
- научиться разрабатывать и реализовывать модели для детекции объектов, распознавания текста на изображениях и синтеза речи по тексту;
- приобрести навыки объединения независимых моделей в единый конвейер для решения комплексных задач;
- развить способность читать и анализировать научные статьи по машинному обучению, интерпретировать новые архитектуры и применять их на практике.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- основные архитектуры глубокого обучения, применяемые в компьютерном зрении (Computer Vision) — свёрточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks, CNN), обработке текста (Optical Character Recognition, OCR) и синтезе речи (Text To Speech, TTS) — рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Networks, RNN), сети типа трансформер (Transformer);
- принципы построения мультикомпонентных ИИ-систем (AI systems) и интеграции моделей из разных доменов;
- механизмы работы современных моделей детекции объектов, распознавания текста и синтеза речи;
- типичные инженерные компромиссы при разработке и развёртывании моделей в реальных условиях.

уметь:

- разрабатывать модели для детекции объектов на изображениях;
- реализовывать модели распознавания текста на изображениях;
- создавать модели для синтеза речи из текста;
- объединять независимые модели в единый конвейер для решения целевой задачи;
- читать и интерпретировать научные статьи по машинному обучению, анализировать новые архитектуры.

владеть:

- навыками написания чистого, эффективного и воспроизводимого кода на языке Python в рамках задач глубокого обучения;
- практическими инструментами разработки, отладки и настройки ИИ-моделей (AI models) — такие как PyTorch и другие (and others);
- подходами к проектированию и тестированию комплексных систем, включающих обработку изображений, текста и аудио;
- навыками презентации технических решений и защиты проектных решений перед экспертной аудиторией;
- готовым портфолио-проектом, соответствующим требованиям реальных задач машинного обучения, что позволяет уверенно проходить технические собеседования на позиции инженера машинного обучения (Machine Learning Engineer) и инженера глубокого обучения (Deep Learning Engineer).

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-6.	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1.	Знает основные методы самооценки и анализа своей деятельности, а также принципы управления временем и целеполагания
		УК-6.2.	Умеет ставить реалистичные и достижимые цели, определять приоритеты в своей деятельности, а также разрабатывать и внедрять планы по совершенствованию своих навыков и компетенций на основе полученной самооценки
		УК-6.3.	Имеет практический опыт применения методов самооценки в своей профессиональной деятельности, включая участие в тренингах, семинарах и проектах, направленных на развитие личной эффективности и профессионального роста
ОПК-1.	Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики	ОПК-1.1.	Знает основные методы и подходы к решению задач прикладной и компьютерной математики, включая алгоритмы, математическое моделирование и теорию оптимизации, а также современные инструменты и технологии, используемые в этой области
		ОПК-1.2.	Умеет анализировать и формулировать математические задачи, применять соответствующие методы и алгоритмы для их решения, а также интерпретировать и представлять результаты в

			понятной и доступной форме
		ОПК-1.3.	Имеет практический опыт работы над проектами или исследованиями в области прикладной и компьютерной математики, включая участие в конкурсах, олимпиадах или научных публикациях, где были решены актуальные и значимые задачи
ПК-3.	Способен решать задачи профессиональной деятельности в области продуктовой аналитики, формулировать результаты анализа и выявлять последствия полученных данных для принятия обоснованных решений и оптимизации продуктов	ПК-3.1.	Знает методы и инструменты продуктовой аналитики
		ПК-3.2.	Умеет применять аналитические инструменты и программное обеспечение для обработки и визуализации данных, а также формулировать выводы на основе проведенного анализа
		ПК-3.3.	Имеет опыт работы над реальными проектами в области продуктовой аналитики, включая анализ пользовательского поведения и оптимизацию продуктов на основе полученных данных

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	Семинары (практичес кие занятия)			
1	Свёрточные нейронные сети	4	4		38	Домашние задания
2	Рекуррентные нейронные сети	4	4		38	Домашние задания
3	Нейронные сети типа «трансформер»	4	4		39	Домашние задания
4	Итоговый блок	4	4		39	Домашние задания
	Зачет с оценкой			4		
Итого:		16	16	4	154	
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	Свёрточные нейронные сети	Задача детектирования объектов. Базовый подход к решению задачи Задача детектирования объектов. Современный подход к решению задачи
2	Рекуррентные нейронные сети	Задача распознавания текста на изображениях. Рекуррентные нейронные сети Задача распознавания текста на изображениях. Модель Энкодер-Декодер. Механизмы внимания
3	Нейронные сети типа «трансформер»	Задача генерации речи из текста. Базовый подход Tacotron 2 — рекуррентная нейронная сеть (RNN) Задача генерации речи из текста. Архитектура трансформер (Transformer). Усовершенствованный подход Tacotron 2 — трансформер (Transformer).
4	Итоговый блок	Современные архитектуры: Mamba Дополнительные архитектуры: графовая нейронная сеть (GNN) и сеть на основе ядра ада-нода (KAN).

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. Мэрфи, К. П. Вероятностное машинное обучение: введение : практическое руководство / К. П. Мэрфи ; пер. с англ. А. А. Слинкина. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 990 с. - ISBN 978-5-93700-119-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2109489>.

2. Мэрфи, К. П. Вероятностное машинное обучение. Дополнительные темы: основания, вывод : монография / К. П. Мэрфи ; пер. с англ. А. А. Слинкина. – Москва : ДМК Пресс, 2024. - 772 с. – ISBN 978-5-93700-120-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2204219>.

3. Лэнхэм, М. Эволюционное глубокое обучение. Генетические алгоритмы и нейронные сети : практическое руководство / М. Лэнхэм ; пер. с англ. А. В. Логунова. – Москва : ДМК Пресс, 2023. - 442 с. – ISBN 978-5-93700-253-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2205048>.

4. Фостер, Д. Генеративное глубокое обучение. Творческий потенциал нейронных сетей : практическое руководство / Д. Фостер. - Санкт-Петербург : Питер, 2020. - 336 с. - (Серия «Бестселлеры O'Reilly»). - ISBN 978-5-4461-1566-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1733714>.

Дополнительная литература:

1. Николенко, С. И. Глубокое обучение : практическое руководство / С. И. Николенко, А. Кадурын, Е. Архангельская. - Санкт-Петербург : Питер, 2019. - 480 с. - (Серия «Библиотека программиста»). - ISBN 978-5-496-02536-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1760785>.

2. Вейдман, С. Глубокое обучение: легкая разработка проектов на Python : практическое руководство / С. Вейдман. - Санкт-Петербург : Питер, 2021. - 272 с. - (Серия «Бестселлеры O'Reilly»). - ISBN 978-5-4461-1675-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1733722>.

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
CorolliaSim	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) «Продвинутое глубокое обучение (Advanced Deep Learning)» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

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

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

Семинар — 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.

Бонусные баллы — это оценки, которые студенты могут получить за выполнение дополнительных заданий.

Формат бонусных баллов позволяет студентам улучшить общую оценку по дисциплине (модулю) и стимулирует углубленное изучение материала.

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) «Продвинутое глубокое обучение (Advanced Deep Learning)»

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 с оценкой**, 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 (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 связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
9	Отлично	
8	Отлично	
7	Хорошо	Студент обладает знаниями предмета почти в полном

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
6	Хорошо	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.
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) «Продвинутое глубокое обучение (Advanced Deep Learning)» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	80%	7	Набор задач по темам недели
Зачет с оценкой	20%	1	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю)

В рамках изучения дисциплины (модуля) возможно получение бонусных баллов.

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Продвинутое глубокое обучение (Advanced Deep Learning)»: $0,8 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,2 \times \text{зачет с оценкой}$.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1. Детекция объектов: от базового к современному подходу Задание:

- Используйте датасет COCO или Pascal VOC.
- Реализуйте:
 - Базовый подход: метод скользящего окна с CNN-эмбедингами и классификатором
 - Современный подход: Faster R-CNN или YOLO (через torchvision или детальную реализацию)

3. Обучите модели (или дообучите предобученные) на подмножестве данных.
4. Оцените:
 - mAP (mean Average Precision)
 - Скорость обработки (FPS)
 - Визуализируйте bounding box'ы на тестовых изображениях
5. Сравните подходы:
 - По точности, скорости, сложности реализации
 - Объясните преимущества end-to-end архитектур

Требования:

- Код на PyTorch
- Графики и визуализации
- Отчёт с анализом компромиссов

Домашнее задание 2. Распознавание текста на изображениях (OCR) с вниманием
Задание:

1. Используйте датасет Synth90k или IIIT5K.
2. Реализуйте модель "Encoder-Decoder with Attention":
 - Encoder: CNN (например, ResNet) + BiLSTM
 - Decoder: LSTM с механизмом внимания (additive или multiplicative)
3. Обучите модель на задаче CTC-free распознавания текста.
4. Оцените:
 - CER (Character Error Rate), WER (Word Error Rate)
 - Визуализируйте веса внимания для разных слов
5. Сравните с подходом без внимания — объясните разницу в интерпретируемости и качестве.

Требования:

- Код с механизмом внимания
- Визуализация внимания (heatmap)
- Анализ ошибок (например, на искажённых шрифтах)

Домашнее задание 3. Синтез речи: от Tacotron 2 к Transformer TTS
Задание:

1. Используйте датасет LJSpeech.
2. Реализуйте или адаптируйте:
 - Tacotron 2 (на основе RNN)
 - Transformer TTS (самообучаемая архитектура с вниманием)
3. Обучите модели (или используйте предобученные чекпоинты) для генерации спектрограмм.
4. Примените вокодер (например, Griffin-Lim или HiFi-GAN) для синтеза аудио.
5. Проведите сравнение:
 - Качество аудио (на слух и через метрики, напр., MSE спектрограмм)
 - Скорость синтеза, длина контекста
 - Устойчивость к длинным предложениям
6. Обсудите: почему Transformer ускоряет и улучшает генерацию.

Требования:

- Аудиофайлы для прослушивания
- Визуализация спектрограмм
- Отчёт с анализом архитектурных различий

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Как рассчитывается коэффициент пересечения объединения для детекции?	$\text{IoU} = \frac{\text{Area}_{\{\text{overlap}\}}}{\text{Area}_{\{\text{union}\}}}$	ПК-3
2.	В чем различие между одноэтапными и двухэтапными детекторами?	Скорость и точность	ОПК-1
3.	Как определяется размер выходного признакового поля в свертке?	$O = \frac{I - K + 2P}{S} + 1$	ОПК-1
4.	Какая проблема характерна для обучения глубоких рекуррентных сетей?	Исчезающий градиент	ОПК-1
5.	Как записывается уравнение забывания в ячейке LSTM?	$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f)$	ОПК-1
6.	Для чего предназначена архитектура Энкодер-Декодер?	Преобразование последовательностей	ПК-3
7.	Как вычисляется вес внимания для ключей и запросов?	$\alpha = \text{softmax}\left(\frac{QK^T}{\sqrt{d}}\right)$	ПК-3
8.	Зачем добавляется позиционное кодирование в трансформер?	Учет порядка токенов	ОПК-1
9.	Какая формула описывает механизм самовнимания?	$\text{Attention}(Q, K, V) = \text{softmax}\left(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}}\right)V$	ПК-3
10.	Какая архитектура лежит в основе современной модели Tacotron 2?	Гибрид CNN и RNN	ПК-3
11.	Как выглядит функция активации softmax для вектора?	$\sigma(z)_i = \frac{e^{z_i}}{\sum_j e^{z_j}}$	ОПК-1
12.	Каково преимущество архитектуры Mamba перед трансформером?	Линейная сложность	ОПК-1
13.	Как описывается передача сообщений в графовом слое?	$h_v^{(l+1)} = \sigma\left(\sum_{u \in N(v)} W h_u^{(l)}\right)$	ПК-3
14.	Чем активируются нейроны в сети KAN вместо весов?	Функции сплайнов	ОПК-1
15.	Какой этический риск возникает при распознавании лиц?	Нарушение приватности	УК-6
16.	Как рассчитывается точность классификатора объектов?	$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP}$	ПК-3
17.	Что приводит к дискриминации в задачах детекции людей?	Смещение в данных	УК-6
18.	Какая метрика балансирует точность и полноту модели?	$F1 = 2 \cdot \frac{\text{Precision} \cdot \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$	ПК-3
19.	Кто несет ответственность за misuse синтезированной речи?	Разработчик модели	УК-6
20.	Какое социальное последствие имеет автоматизация через ИИ?	Вытеснение профессий	УК-6