

УТВЕРЖДЕНА

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

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

Направление подготовки: 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: Машинное обучение

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная (с применением ДОТ)

Срок освоения программы: 2 года

Год набора: 2025

**Москва
2025**

Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)	3
2. Перечень планируемых результатов обучения.....	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) «Advanced Deep Learning (Продвинутое глубокое обучение)» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по специальности 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Машинное обучение, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 810 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Advanced Deep Learning (Продвинутое глубокое обучение)» позволяет специалистам осваивать современные методы и технологии, необходимые для создания высокоэффективных моделей, что в свою очередь способствует решению сложных задач в таких сферах, как компьютерное зрение, обработка естественного языка и автоматизация процессов. Более того, глубокое понимание этих технологий открывает новые возможности для инноваций и улучшения бизнес-процессов.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

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

Дисциплина (модуль) изучается на 2 курсе в 3 семестре, доступна для прохождения при условии успешного завершения дисциплины (модуля) «Machine Learning (Машинное обучение)».

Цель изучения дисциплины (модуля): углубление знаний и навыков в области разработки, оптимизации и применения сложных архитектур нейронных сетей для решения реальных задач в различных областях.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- научиться применять сверточные сети для анализа изображений и обнаружения объектов;
- освоить использование рекуррентных архитектур для моделирования временных зависимостей в данных;
- изучить принципы трансформерных моделей для задач перевода и генерации текста;
- разработать навыки создания систем для синтеза речи на основе нейронных сетей;
- приобрести умения по интеграции различных архитектур глубокого обучения в комплексные решения.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- основы сверточных нейронных сетей (CNN), их компоненты и принципы работы;
- принципы работы алгоритмов детектирования объектов;
- особенности архитектуры YOLO и ее эволюция;
- основы работы рекуррентных нейронных сетей (RNN) и их архитектур (LSTM, GRU);
- основы архитектур Encoder-Decoder и их применение для распознавания текста;
- основные архитектуры и алгоритмы для генерации речи (TTS);
- прямые и обратные трансформеры, их архитектура и применение.

уметь:

- проектировать и оптимизировать различные архитектуры нейронных сетей для решения поставленных задач.

владеть:

- навыками реализации нейронных сетей с помощью таких фреймворков, как TensorFlow или PyTorch.

2. Перечень планируемых результатов обучения

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

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-2.	Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, совершенствовать и разрабатывать концепции, теории и методы	ОПК-2.1.	Знает основные математические модели и методы, используемые в естественных науках, включая статистическое моделирование, дифференциальные уравнения и численные методы, а также современные подходы к исследованию и анализу данных
		ОПК-2.2.	Умеет разрабатывать и адаптировать математические модели для решения конкретных проблем в естественных науках, проводить их анализ и верификацию, а также интерпретировать полученные результаты в контексте научных исследований
		ОПК-2.3.	Имеет практический опыт создания и исследования математических моделей в рамках научных проектов или исследований, включая участие в публикациях, конференциях или коллаборациях, где были разработаны и апробированы новые концепции и методы
ОПК-3.	Способен самостоятельно создавать прикладные программные средства на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов, в том числе отечественного производства	ОПК-3.1.	Знает основные принципы программирования, архитектуры программного обеспечения и современные языки программирования, а также особенности отечественных информационных технологий и сетевых ресурсов
		ОПК-3.2.	Умеет разрабатывать прикладные программные средства, используя современные инструменты и технологии, а также интегрировать их с сетевыми ресурсами для решения конкретных задач

		ОПК-3.3.	Имеет практический опыт разработки программных средств, используемых при построении математических моделей в естественных науках
ПК-2.	Способен математически корректно ставить естественнонаучные и прикладные задачи	ПК-2.1.	Знает основные методы и подходы к математическому моделированию, а также теоретические основы естественных и прикладных наук, необходимые для корректной формулировки задач
		ПК-2.2.	Умеет анализировать практические ситуации и формулировать на их основе математические модели, включая выбор адекватных методов решения и формулировку условий задачи
		ПК-2.3.	Имеет практический опыт в разработке и решении математических задач в рамках проектов или научных исследований, где были успешно поставлены и решены естественнонаучные и прикладные задачи
ПК-6.	Способен разрабатывать программное обеспечение для решения прикладных задач в сфере машинного обучения	ПК-6.1.	Знает основные языки программирования, методы разработки программного обеспечения, а также принципы проектирования и архитектуры программных систем, применяемых в машинном обучении
		ПК-6.2.	Умеет анализировать прикладные задачи, разрабатывать алгоритмы и реализовывать их в виде программного обеспечения, используя современные инструменты и технологии, а также проводить тестирование и отладку созданных решений
		ПК-6.3.	Имеет практический опыт разработки программного обеспечения в рамках реальных проектов, включая участие в командах, где были успешно реализованы решения для конкретных прикладных задач в сфере профессиональной деятельности

3. Тематический план

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		<i>Очная форма</i>				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостояте льная работа	
Лекции	Семинары (практичес кие занятия)					
1	Нейронные сети для задач с изображениями	6	6		57	Домашние задания
2	Нейронные сети для задач с текстом	6	6		57	Домашние задания
3	Генеративные модели и задачи со звуком	4	4		38	Домашние задания
	<i>Зачет с оценкой</i>			6		
	Итого:	16	16	6	152	
	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	Нейронные сети для задач с изображениями	Постановка проектной задачи. Декомпозиция на подзадачи. Исследование проектных данных, преобразования над ними. Постановка экспериментов и написание конвейера обучения Дизайн и особенности сверточной архитектуры для решения проектной задачи Задача детектирования объектов, архитектура YOLO
2	Нейронные сети для задач с текстом	Рекуррентные нейросети Подходы к распознаванию текста на изображениях, Encoder-Decoder, CRNN Трансформеры, эффективное написание трансформеров. MAMBA
3	Генеративные модели и задачи со звуком	Подходы к генерации речи из текста

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. 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>.

2. 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. Кадурин, 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
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) «Advanced Deep Learning (Продвинутое глубокое обучение)» 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) «Advanced Deep Learning (Продвинутое глубокое обучение)»

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:

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 (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
9	Отлично	Зачтено	
8	Отлично	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
			задачами.
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, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
6	Хорошо	Зачтено	
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) «Advanced Deep Learning (Продвинутое глубокое обучение)» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Описание
Домашние задания	100%	Набор задач по темам недели

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

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Advanced Deep Learning (Продвинутое глубокое обучение)»: «1 × среднее за домашние задания».

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание

Проект: Разработка системы компьютерного зрения

1. Сформулируйте проектную задачу (классификация, сегментация или детектирование объектов).
2. Выполните декомпозицию задачи на подзадачи (подготовка данных, обучение, валидация, инференс).
3. Проведите исследовательский анализ данных (EDA): распределение классов, качество изображений, аугментации.
4. Реализуйте обучающий пайплайн (загрузка данных, аугментации, обучение, логирование метрик).
5. Спроектируйте и обучите сверточную архитектуру (с нуля или на основе pretrained-модели).
6. Реализуйте задачу детектирования объектов с использованием архитектуры YOLO (готовая реализация допускается).
7. Сравните результаты классификации и детектирования по релевантным метрикам (Accuracy, mAP и др.).

Формат сдачи: репозиторий с кодом + отчет (3–6 страниц) с описанием архитектуры, экспериментов и выводов.

Домашнее задание

Проект: Модель обработки текста или OCR-система

1. Реализуйте модель на основе рекуррентной нейросети (RNN/LSTM/GRU) для задачи классификации или генерации текста.
2. Реализуйте Encoder-Decoder архитектуру для простой seq2seq-задачи (например, машинный перевод или суммаризация).
3. Изучите подход к распознаванию текста на изображениях (CRNN или аналогичный) и опишите архитектурную схему.
4. Реализуйте трансформерную модель (с использованием PyTorch или готовой библиотеки) и сравните её с RNN по качеству и скорости обучения.
5. Кратко проанализируйте архитектурные особенности современных эффективных моделей (например, MAMBA).

Формат сдачи: ноутбук с реализациями + аналитический отчет (3–5 страниц) со сравнением подходов.

Домашнее задание

Проект: Генерация речи из текста (Text-to-Speech)

1. Изучите архитектуру современной TTS-системы (Tacotron, FastSpeech или аналог).
2. Опишите основные компоненты пайплайна (текстовый энкодер, акустическая модель, вокодер).
3. Реализуйте упрощенную модель генерации речи (допускается использование предобученной модели).

4. Проведите анализ качества синтезированной речи (субъективная оценка и/или метрики Mel-Cepstral Distortion, MOS — при возможности).

5. Опишите возможные улучшения модели (ускорение инференса, повышение естественности речи).

Формат сдачи: демонстрация аудиопримеров + отчет (3–5 страниц) с описанием архитектуры и результатов.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Какой из следующих подходов используется для детектирования объектов в архитектуре YOLO? A) Сегментация изображений B) Классификация изображений C) Однопроходное предсказание D) Генерация изображений	С	ОПК-2
2.	Какой из следующих этапов не является частью декомпозиции проектной задачи? A) Сбор данных B) Постановка гипотезы C) Обработка данных D) Оценка производительности	В	ОПК-3
3.	Какой метод используется для нормализации изображений перед обучением нейронной сети? A) Увеличение B) Стандартизация C) Сжатие D) Фильтрация	В	ПК-2
4.	Какой из следующих элементов является важной частью архитектуры сверточной нейронной сети? A) Полносвязный слой B) Слой активации C) Слой потерь D) Все вышеперечисленное	Д	ПК-6
5.	Какой из следующих подходов используется для улучшения качества детектирования в YOLO? A) Увеличение размера входного изображения B) Уменьшение числа классов C) Упрощение архитектуры D) Использование только одного слоя	А	ПК-2
6.	Как называется процесс, при котором изображения подвергаются изменениям для увеличения объема обучающего набора?	Аугментация	ОПК-2

7.	Какой метод используется для оценки производительности модели на тестовых данных?	Точность	ОПК-2
8.	Какой тип нейронной сети используется для обработки изображений?	Сверточная нейронная сеть / CNN	ОПК-3
9.	Какой алгоритм используется для обучения модели YOLO?	Обратное распространение ошибки	ОПК-3
10.	Какой тип нейронной сети лучше всего подходит для обработки последовательностей текста?	Рекуррентная нейронная сеть / RNN	ПК-2
11.	Какой архитектурный подход используется для перевода текста с одного языка на другой?	Encoder-Decoder	ПК-2
12.	Как называется модель, использующая механизм внимания для обработки последовательностей?	Трансформер	ПК-6
13.	Какой метод используется для распознавания текста на изображениях?	CRNN	ПК-6
14.	Какой тип модели используется для генерации речи из текста?	TTS	ОПК-2
15.	Какая задача включает декомпозицию проекта на подзадачи в глубоком обучении?	постановка проекта	ПК-2
16.	Какой фреймворк подходит для реализации рекуррентных нейронных сетей?	PyTorch/TensorFlow	ОПК-3
17.	Какой инструмент помогает в эффективной реализации трансформеров?	MAMBA	ОПК-3
18.	Какой процесс включает исследование и преобразование данных для нейронных сетей?	предобработка	ПК-2
19.	Какая архитектура используется для распознавания текста на изображениях?	CRNN	ПК-6
20.	Какой подход применяется для обучения сверточных сетей на изображениях?	конвейер обучения	ПК-6