МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

«02» июня 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б3.01 (Г) «Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена»

Направление подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль) Современные методы машинного обучения и компьютерного зрения

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2026

Рабочая программа государственной итоговой аттестации «Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Программу составил(и):

С. Г. Синица, доцент кафедры ИТ,
кандидат технических наук
И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание — подпись

Т.А. Приходько, доцент кафедры ВТ,
кандидат технических наук
И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание — подпись

В.В. Подколзин, доцент кафедры ИТ,
кандидат физико-математических наук
И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание — подпись

Е.Е. Полупанова, доцент кафедры ВТ,
кандидат технических наук
И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание — подпись

О.В. Руденко, доцент кафедры ВТ,
кандидат технических наук

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание — подпись

А.С Жук, доцент кафедры ВТ,
рук напр ООО «Атлас консалтинг»
И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание — подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании центра искусственного интеллекта протокол №4 от «14» мая 2026г.
Руководитель центра ИИ
А. В. Коваленко
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики
протокол №3 от «15» мая 2026г.
Председатель УМК факультета
Н. Ю. Добровольская
подпись

Рецензенты:

Мостовой Евгений Викторович, генеральный директор ООО «Портал-Юг»,
e-mail: mostovoy@portal-yug.ru

Луценко Евгений Вениаминович, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и систем Федерального государственного бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», e-mail: prof.lutsenko@gmail.com

1. Цели и задачи государственной итоговой аттестации (ГИА)

Целью государственной итоговой аттестации является определение соответствия результатов освоения обучающимися основной образовательной программы требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена является частью государственной итоговой аттестации.

Целью государственной итоговой аттестации «Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена» выпускника Кубанского госуниверситета по направлению 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, прошедшему обучение по профилю Современные методы машинного обучения и компьютерного зрения является установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО, комплексная оценка полученных за период обучения знаний, умений и навыков в области математики и информационных технологий, принятие решения о присвоении выпускнику квалификации бакалавр по направлению подготовки и выдаче диплома государственного образца.

Задачами ГИА являются:

– оценка уровня полученных выпускником знаний и умений;

– оценка уровня сформированности приобретенных выпускником общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

Подготовка к государственному экзамену призвана помочь обучающемуся систематизировать полученные в ходе обучения знания, умения и навыки, провести параллели между теорией и практикой, найти связи между предметами.

2. Место подготовки к сдаче и сдача государственного экзамена в структуре образовательной программы

Государственная итоговая аттестация, завершающая освоение основных образовательных программ, является обязательной итоговой аттестацией обучающихся.

Государственная итоговая аттестация «Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена» относится к базовой части Блока 3 «Государственная итоговая аттестация» учебного плана.

К итоговым аттестационным испытаниям, входящим в состав «Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена», допускаются студенты, успешно завершившие в полном объеме освоение основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки высшего образования 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, разработанной ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Проведение государственного экзамена позволяет оценить уровень сформированности устойчивой системы компетенций (знания современного математического аппарата, тенденций развития научных и прикладных достижений в области информационных технологий, связей между областями прикладной математики и информационных технологий по направлению магистратуры, владения культурой мышления и преподнесения информации, навыками убедительной и доказательной речи, умения ориентироваться в больших объемах информации).

Государственный экзамен является важным инструментом оценки полученных выпускником знаний и умений, а также уровня сформированности приобретенных выпускником общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

При условии успешного прохождения всех установленных видов итоговых аттестационных испытаний, входящих в итоговую государственную аттестацию, выпускнику высшего учебного заведения присваивается степень магистра и выдается диплом государственного образца о высшем образовании.

ГИА «Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена» логически и содержательно-методически связана со всеми дисциплинами изучаемыми студентами на протяжении всего срока обучения.

3. Перечень планируемых результатов обучения при прохождении ГИА, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Государственная итоговая аттестация призвана определить степень сформированности компетенций - теоретические знания и практические навыки выпускника в соответствии с компетентностной моделью.

В частности, проверяется обладание выпускниками компетенциями в области следующих предусмотренных образовательным стандартом видов профессиональной деятельности:

проектная и производственно-технологическая деятельность:

– применение математических методов исследования информационных и имитационных моделей по тематике выполняемых прикладных научно-исследовательских или опытно-конструкторских работ;

– исследование автоматизированных систем и средств обработки информации, средств администрирования и методов управления безопасностью компьютерных сетей;

– изучение элементов проектирования сверхбольших интегральных схем моделирование и разработка математического обеспечения оптических или квантовых элементов для компьютеров нового поколения;

– разработка программного и информационного обеспечения компьютерных сетей, автоматизированных систем вычислительных комплексов, сервисов, операционных систем и распределенных баз данных;

– разработка и исследование алгоритмов, вычислительных моделей и моделей данных для реализации элементов новых (или известных) сервисов систем информационных технологий;

– разработка архитектуры, алгоритмических и программных решений системного и прикладного программного обеспечения;

– изучение языков программирования, алгоритмов, библиотек и пакетов программ, продуктов системного и прикладного программного обеспечения;

– изучение и разработка систем цифровой обработки изображений, средств компьютерной графики, мультимедиа и автоматизированного проектирования;

– развитие и использование инструментальных средств, автоматизированных систем в научной и практической деятельности.

Требования к уровню освоения дисциплины

По итогам ГИА «Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена» проверяется степень освоения выпускником общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, отнесенные к тем видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована ОПОП и предусмотренных ФГОС ВО по направлению 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, прошедшему обучение по профилю «Современные методы машинного обучения и компьютерного зрения»

Перечень планируемых результатов обучения по программе, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (КРМ)

Роль 1: Data Engineer (Инженер по данным)

Задачи:

1. Проектирование и построение ETL-процессов
2. Создание и оптимизация хранилищ данных
3. Обеспечение качества и доступности данных
4. Настройка инфраструктуры для обработки больших данных
5. Интеграция разрозненных источников данных

Роль 2: ML Engineer (Инженер МО)
Задачи:
1. Реализация ML-моделей в продуктивных системах
2. Оптимизация производительности и масштабирование моделей
3. Разработка ML-пайплайнов и автоматизация процессов
4. Мониторинг качества моделей в продуктиве
5. Интеграция ML-решений с бизнес-приложениями

Роль 3: MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)
Задачи:
1. Автоматизация процессов обучения и развертывания моделей
2. Мониторинг производительности ML-систем
3. Управление версиями моделей и данных
4. Обеспечение CI/CD для ML-проектов
5. Оптимизация вычислительных ресурсов

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	**Код и наименование индикатора**	**Результаты достижения универсальной компетенции**
Системное и критическое мышление	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
	УК-1.1 Осуществляет поиск необходимой информации, опираясь на результаты анализа поставленной задачи	Осуществляет поиск информации в открытых источниках (интернет) по прямым запросам, соответствующим поверхностному пониманию задачи. Отбирает информацию по формальным признакам (релевантность запросу). На основе анализа задачи формулирует сложные поисковые запросы, использует специализированные базы данных, научные библиотеки. Критически оценивает достоверность источников, отбирает информацию, существенную для решения задачи. Владеет стратегиями глубокого информационного поиска, включая работу с платными и закрытыми ресурсами, патентными базами, данными на иноИспользует принципы проектной методологии для решения профессиональных задач странных языках. Проводит синтез информации из разнородных источников, выявляет информационные лакуны и находит пути их заполнения. Формирует целостную информационную картину по проблеме.
	УК-1.2 Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор	Выбирает вариант решения из предложенных, приводит простейшие аргументы (логические или основанные на очевидных фактах). Самостоятельно формирует и сравнивает несколько вариантов решений. Выбирает оптимальный вариант, аргументируя свой выбор на основе анализа ключевых критериев (эффективность, ресурсы, время). Учитывает часть последствий принятого решения. Системно анализирует задачу, генерирует широкий спектр альтернатив, в том числе неочевидных. Вы-

		бирает оптимальное решение, проводя комплексную оценку по множеству критериев, включая долгосрочные последствия и риски. Демонстрирует способность отстаивать свой выбор в дискуссии, предвосхищая контраргументы.
Разработка и реализация проектов	**УК-2** Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	
	УК-2.1 Понимает сущность правовых норм, цели и задачи нормативных правовых актов	Понимает суть и цели основных правовых норм, регулирующих профессиональную деятельность. Способен найти и выделить в тексте НПА положения, релевантные конкретной рабочей ситуации.
	УК-2.2 Осуществляет поиск необходимой правовой информации для решения профессиональных задач	Выбирает способ решения, формально не нарушающий правовые нормы, из числа известных шаблонных решений. Учитывает только очевидные ограничения (бюджет, срок). Системно учитывает правовые нормы, ресурсные ограничения и потенциальные риски при выборе способа решения. Сравнивает несколько вариантов, выбирая наиболее сбалансированный. Документирует ход обоснования выбора.
	УК-2.3 Использует принципы проектной методологии для решения профессиональных задач	Умеет анализировать входные данные, планировать работы в проектах в области ИТ. Использует существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения. Применяет методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов. Знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок, а также методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации. Владеет навыком осуществления деятельности, направленной на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач. Оценивает и согласовывает сроки выполнения поставленных задач.
	УК-2.4 Выбирает оптимальный способ решения задач, имеющихся ресурсов и ограничений, оценки рисков на основе проектного инструментария	Умеет анализировать входные данные, планировать работы и ресурсы в проектах в области ИТ. Знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации. Оценивает и согласовывает сроки выполнения поставленных задач.
Командная работа и лидерство	**УК-3** Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	
	УК-3.1 Понимает основные аспекты межличностных и групповых коммуникаций, соблюдает нормы и установленные правила поведения в организации	Активно соблюдает корпоративную культуру, проявляет уважение к коллегам, конструктивно ведет себя в конфликтных ситуациях. Понимает психологические аспекты коммуникации, механизмы формирования командного духа. Является носителем корпоративной культуры, активно влияет на формирование позитивного психологиче-

		ского климата в коллективе.
	УК-3.2 Применяет методы командного взаимодействия, планирует и организует командную работу	Выполняет поставленные командные задачи в установленные сроки. Информирует команду о ходе работы. Участвует в обсуждениях. Эффективно использует инструменты командной работы. Берет на себя ответственность за часть командного проекта, координирует свои действия с другими. Предлагает конструктивные идеи. Инициирует создание команды под задачу, распределяет роли и зоны ответственности. Владеет продвинутыми методиками управления проектами.
Коммуникация	**УК-4** Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	
	УК-4.1 Соблюдает нормы и требования к устной и письменной деловой коммуникации, принятые в стране(ах) изучаемого языка	Владеет базовым уровнем языка, позволяющим понимать простые письменные и устные сообщения. Следует основным правилам делового этикета (приветствие, прощание). Свободно излагает мысли в деловой переписке и в устной форме, соблюдая стилистические и этикетные нормы. Может подготовить доклад, презентацию, провести переговоры на иностранном языке с незначительными ошибками.
	УК-4.2 Демонстрирует способность к реализации деловой коммуникации в устной и письменной формах на иностранном(ых) языке(ах)	Уверенно поддерживает беседу на профессиональные темы, может презентовать результаты своей работы, вести деловую переписку средней сложности без помощи словаря.
	УК-4.3 Выбирает коммуникативно приемлемые стиль и средства взаимодействия в общении с деловыми партнерами	Умеет осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами, разрабатывать документы, осуществлять коммуникации. Владеет навыками разработки, изменения и согласования архитектуры программного обеспечения с системным аналитиком и архитектором программного обеспечения. Владеет навыками подготовки отчетов (разделов отчетов) по теме или по результатам проведенных экспериментов. Обладает информацией о современном отечественном и зарубежном опыте в профессиональной деятельности.
	УК-4.4 Ведет деловую переписку и использует диалог для сотрудничества в социальной и профессиональной сферах	Умеет осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами, разрабатывать документы. Владеет навыком согласования документов внутри организации и составления отчетов (разделов отчетов) по теме или по результатам проведенных экспериментов.
Межкультурное взаимодействие	**УК-5** Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	
	УК-5.1 Имеет базовые представления о межкультурном разнообразии общества в этическом и	Понимает философские и этические основания различных культур. Способен анализировать культурные различия и их влияние на поведение и ценности людей.

	философском контекстах	Способен к критическому осмыслению и синтезу культурных концептов, прогнозированию последствий межкультурного взаимодействия.
	УК-5.2 Интерпретирует проблемы современности с позиции этики и философских знаний	Анализирует конкретные ситуации (кейсы) из профессиональной практики через призму этических принципов и философских учений, формулирует обоснованную позицию.
	УК-5.3 Определяет место и роль России в контексте мирового исторического развития	Определяет место России как крупнейшей ядерной и космической державы, обладающей обширными природными ресурсами, стремящейся к поддержанию международного многополярного мира, безопасности, технологического развития и суверенитета, устойчивого экономического развития для повышения благосостояния за счет сотрудничества, равноправных и взаимовыгодных отношений с другими странами. Знает основные события истории России, повлиявшие на мировое историческое развитие. Знает основы российской государственности.
	УК-5.4 На основе исторических знаний оценивает историческое наследие и социокультурные традиции	Понимает ценности и социокультурные особенности многонационального государства. Знает историческое наследние и социокультурные традиции народов России.
	УК-5.6 Находит и использует необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп	Умеет находить и использовать необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп
	УК-5.7 Проявляет в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира	Умеет проявлять в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира
	УК-5.8 Сознательно выбирает ценностные ориентиры и гражданскую позицию; аргументировано обсуждает и решает проблемы мировоззренческого, общественного и личностного характера	Умеет сознательно выбирать ценностные ориентиры и гражданскую позицию. Умеет аргументировано обсуждать и решать проблемы мировоззренческого, общественного и личностного характера.
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе	**УК-6** Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	

здоровьесбережение)	**УК-6.1** Понимает необходимость осознанного управления своим временем и другими личностными ресурсами для выстраивания и реализации траектории саморазвития, личностных достижений, постоянного самообразования	Умеет формировать персональную систему управления временем и энергией. Умеет системно выстраивать долгосрочную траекторию саморазвития, сочетая формальное и неформальное образование. Умеет рефлексировать результаты и корректировать план личностного и профессионального роста.
	УК-6.2 Планирует траекторию саморазвития, определяет ресурсы, ограничения и приоритеты собственной деятельности, эффективно использует личностные ресурсы	Ведет портфолио компетенций, использует методологии стратегического планирования для построения карьеры. Эффективно балансирует различные сферы жизни, демонстрирует высокую личную эффективность и осознанность.
	УК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	
	УК-7.1 Понимает влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний	Понимает влияние конкретных видов активности на организм, осознает риски профессиональных заболеваний (например, проблемы с осанкой, зрением) и знает профилактические меры.
	УК-7.2 Выполняет индивидуально подобранные комплексы оздоровительной или адаптивной физической культуры	Следует персональному, системному плану физической активности, включающему различные виды нагрузок (кардио, силовые, растяжка). Демонстрирует стабильно высокие показатели физической подготовленности, выступает примером для коллег.
Безопасность жизнедеятельности	**УК-8** Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	
	УК-8.1 Осуществляет выбор способов поддержания безопасных условий жизнедеятельности, методов и средств защиты человека при возникновении опасных или чрезвычайных ситуаций, в том числе военных конфликтов	Умеет оценить обстановку и выбрать адекватный способ защиты (эвакуация, укрытие), пользоваться первичными средствами пожаротушения и индивидуальной защиты. Соблюдает экологические нормы.
	УК-8.2 Демонстрирует приемы оказания первой помощи пострадавшему	Владеет навыками оказания первой помощи в сложных и нестандартных ситуациях (ДТП, поражение электрическим током).
	УК-8.3 Применяет положения общевоинских уставов в повседневной деятельности подразделения, управляет строями, применяет штатное стрелковое оружие, ведет общевойсковой бой в составе подразделения, пользуется топографическими картами	Умеет применять положения общевоинских уставов в повседневной деятельности подразделения, управлять строями, применять штатное стрелковое оружие, вести общевойсковой бой в составе подразделения, пользоваться топографическими картами.

	УК-8.4 Выполняет поставленные задачи в условиях РХБ заражения	Умеет выполнять поставленные задачи в условиях РХБ заражения
	УК-8.5 Имеет высокое чувство патриотизма, считает защиту Родины своим долгом и обязанностью	Имеет высокое чувство патриотизма, считает защиту Родины своим долгом и обязанностью
Экономическая культура, в том числе финансовая грамотность	**УК-9** Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	
	УК-9.1 Понимает базовые принципы функционирования экономики, их влияние на индивида и поведение экономических агентов	Понимает механизмы функционирования рынков, роль государства в экономике, основы финансовой грамотности. Анализирует влияние макроэкономических показателей на личные финансы и деятельность компании. Владеет продвинутыми экономическими моделями, понимает глубинные причины экономических кризисов и тенденций. Способен прогнозировать экономические тренды и их последствия для бизнеса и общества.
	УК-9.2 Принимает обоснованные экономические решения на основе инструментария управления финансами	Умеет проводить финансовый анализ, расчет ROI, обосновывать бюджет проекта, принимая решения, ведущие к существенной экономии или увеличению доходов.
Гражданская позиция	**УК-10** Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	
	УК-10.1 Понимает сущность коррупционного поведения, проявлений экстремизма, терроризма и определяет свою активную гражданскую позицию по противодействию им, исходя из действующих правовых норм	Понимает механизмы и последствия коррупции и экстремизма. Имеет сформированную негативную позицию по отношению к ним. Знает процедуры сообщения о нарушениях внутри организации. Активно пропагандирует антикоррупционные и антиэкстремистские стандарты поведения. Разрабатывает и внедряет внутренние политики и процедуры, минимизирующие риски подобных проявлений в профессиональной деятельности. Готов выступать в качестве эксперта.

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	
ОПК-1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при построении моделей в заданной предметной области	Знать: основные классы математических моделей (аналитические, статистические, имитационные); основы математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей; критерии применимости моделей. Уметь: анализировать задачу и выбирать адекватный математический аппарат для ее решения; строить формальную постановку задачи; оценивать адекватность и ограничения построенной модели. Владеть: навыками математической формализации при-

	кладных задач; методами работы с пакетами математического моделирования (Matlab, Python SciPy); проведения верификации моделей.
ОПК-1.2 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при выборе методов решения задач профессиональной деятельности	Знать: основные классы математических моделей (аналитические, статистические, имитационные); основы математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей; методы применения моделей. Уметь: анализировать задачу и выбирать адекватные методы для ее решения; строить формальную постановку задачи; оценивать адекватность и ограничения построенной модели. Владеть: методами формализации прикладных задач; методами работы с пакетами математического моделирования (Matlab, Python SciPy); проведения верификации моделей.
ОПК-2 Способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач профессиональной деятельности	
ОПК-2.1 Знает основные положения и концепции в области программирования, архитектуру языков программирования, теории коммуникации, знает основную терминологию, знаком с содержанием Единого Реестра Российских программ	Знать: основные положения и концепции в области программирования, архитектуру языков программирования, теории коммуникации, знает основную терминологию Уметь: проводить поиск в Едином Реестре Российских программ Владеть: архитектурой популярных языков программирования и методами сетевой коммуникации
ОПК-2.2 Знает особенности языков программирования, теорию алгоритмов, умеет составлять программы	Знать: особенности языков программирования, теорию алгоритмов Уметь: составлять программы Владеть: языками программирования
ОПК-2.3 Имеет практический опыт решения задач анализа, интеграции различных типов программного обеспечения, анализа типов коммуникаций	Знать: основные методы решения задач анализа Уметь: интегрировать различные типы программного обеспечения Владеть: инструментами анализа коммуникаций программных систем
ОПК-3 Способен к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям	
ОПК-3.1 Аргументировано применяет методы проектирования, разработки и реализации программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности	Знать: методы проектирования, разработки и реализации программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности Уметь: применять методы проектирования, разработки и реализации программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности Владеть: инструментами проектирования, разработки и реализации программных продуктов
ОПК-3.2 Использует инструментальные, программные и аппаратные средства измерений для оценки качества программного обеспечения	Знать: метрики качества ПО (производительность, надежность, сопровождаемость, безопасность); методики нагрузочного тестирования; принципы профилирования кода. Уметь: формулировать критерии эффективности для конкретного компонента; планировать и проводить тестирование производительности; анализировать результаты тестирования и выявлять "узкие места". Владеть: инструментами нагрузочного тестирования (JMeter, Gatling); навыками профилирования приложений (профилировщики CPU, памяти); методами анализа и визуализации результатов измерений для принятия решений по оптимизации.

ОПК-4 Способен участвовать в разработке технической документации программных продуктов и комплексов с использованием стандартов, норм и правил, а также в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла	
ОПК-4.1 Знает стандарты разработки технической документации, умеет применить их на практике при разработке ПО	Знать: основные виды технической документации (ТЗ, технический проект, руководство пользователя, API-документация); стандарты (ГОСТы, ISO, IEEE) на оформление документации; жизненный цикл документации. Уметь: ориентироваться в системе стандартов; определять виды необходимой документации на разных этапах ЖЦ ПО; читать и понимать техническую документацию, составленную другими разработчиками. Владеть: терминологией в области стандартизации и технического документирования; навыками поиска и применения актуальных стандартов.
ОПК-4.2 Знает принципы сбора и анализа информации, создания информационных систем на стадиях жизненного цикла	Знать: структуру и содержание ключевых документов (например, ГОСТ на ТЗ); инструменты для ведения документации (Wiki, Markdown). Уметь: составлять техническую документацию в соответствии с установленными стандартами и нормами; актуализировать документацию в процессе разработки и сопровождения ПО. Владеть: навыками оформления документов по ГОСТ; работы с системами управления документацией; инструментами для создания диаграмм (PlantUML) в составе документации.
ОПК-4.3 Умеет осуществлять управление проектами информационных систем	Знать: фазы жизненного цикла ИС и проекта (инициация, планирование, исполнение, контроль, завершение); основные процессы управления проектами (управление содержанием, сроками, стоимостью, рисками). Уметь: идентифицировать работы по проекту; строить иерархическую структуру работ (WBS); определять зависимости между задачами. Владеть: терминологией управления проектами; навыками декомпозиции целей проекта на управляемые задачи.
ОПК-4.4 Имеет практический опыт анализа и интерпретации информационных систем	Знать: методы анализа информационных систем IDEF0, DFD (Data Flow Diagrams), UML (Unified Modeling Language). Уметь: строить модели информационных систем; выбирать тип модели в зависимости от целей анализа. Владеть: навыками работы с инструментами поектирования информационных систем (PlantUML).
ОПК-5 Способен инсталлировать и сопровождать программное обеспечение информационных систем и баз данных, в том числе отечественного происхождения, с учетом информационной безопасности	
ОПК-5.1 Знает методику установки и администрирования информационных систем и баз данных. Знаком с содержанием Единого реестра российских программ	Знать: процедуры установки и настройки ОС, серверного ПО, СУБД; методы диагностики оборудования; основы виртуализации, в том числе с применением ПО из Единого реестра российских программ (Astra Linux, PostgresPro). Уметь: развертывать и настраивать серверное ПО; подключать и настраивать периферийное оборудование; проводить базовую диагностику неисправностей. Владеть: навыками установки и настройки ОС (в т.ч. серверных); базовыми навыками администрирования СУБД (создание БД, пользователей, бэкап); настройки веб-серверов (Nginx, Apache).
ОПК-5.2 Умеет реализовывать техническое сопровождение информационных систем и баз	Знать: основы ОС (Windows, Linux); принципы работы сетей (стек TCP/IP); архитектуру клиент-сервер; основы администрирования СУБД (настройка, резервное копирова-

данных	ние, пользователи). Уметь: объяснить принципы взаимодействия компонентов в распределенной системе; выбрать подходящую ОС и СУБД для проекта. Владеть:навыками системного и сетевого администрирования, администрирования СУБД.
ОПК-5.3 Имеет практические навыки установки и инсталляции программных комплексов, применения основ сетевых технологий	Знать: процедуры установки и настройки ОС, серверного ПО, СУБД; методы диагностики оборудования; основы виртуализации. Уметь: развертывать и настраивать серверное ПО; подключать и настраивать сетевое оборудование; проводить базовую диагностику неисправностей сетевых программно-аппаратных комплексов. Владеть: навыками установки и настройки ОС (в т.ч. серверных); базовыми навыками администрирования СУБД (создание БД, пользователей, бэкап); настройки веб-серверов (Nginx, Apache).
ОПК-6 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	
ОПК-6.1 Аргументировано применяет современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения	Знать: актуальные программные продукты и библиотеки, в отм числе отечественные, для создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения Уметь: применять современные информационные технологии, фреймворки, библиотеки при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения Владеть: современными технологиями разработки веб-приложений и веб-сервисов, мобильных приложений, баз данных для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-6.2 Ориентируется в современных положениях и концепциях прикладного и системного программного обеспечения, архитектуры компьютеров и сетей (в том числе и глобальных), технологии создания и сопровождения программных продуктов и программных комплексов	Знать: основные виды прикладного и системного программного обеспечения, архитектуры компьютеров и сетей (в том числе и глобальных) Уметь: проектировать и разрабатывать программные продукты и сервисы Владеть: современными технологиями создания и сопровождения программных продуктов и программных комплексов

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

ПК-1 Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках; выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности в области моделирования и анализа сложных естественных и искусственных систем	
ПК-1.1 Разрабатывает концепцию и архитектуру программной системы, ее функциональные возможности и логику работы, делает выбор средств проектирования и реализации на основе требований с учетом существующих ограничений	Знать: современный технологический стек (языки программирования, фреймворки, базы данных, облачные платформы); принципы проектирования архитектуры ПО (микросервисы, монолит); методологии разработки (Waterfall, Agile, Scrum). Уметь: выбирать подходящие технологии и инструменты для реализации поставленных задач; проектировать масштабируемую и поддерживаемую архитектуру приложения; разрабатывать и внедрять программные решения, отвечающие заданным требованиям по производительности и надежности с учетом существующих ограничений. Владеть: навыками разработки, практиками непрерывной интеграции и доставки (CI/CD); навыками работы с облачными провайдерами; методами рефакторинга и оптимизации кода для повышения

	эффективности решения.
ПК-1.2 Способен использовать знания о базовых принципах организации и основных этапах проектирования ИС	Знать: базовые принципы организации и основные этапы проектирования ИС (определение требований, пользовательские истории, разработка концепции ИС, техническое задание, технический проект, разработка архитектуры ИС и ее компонентов, проектирование ИТ-инфраструктуры ИС). Умеет: проектировать ИС в соответствии с требованиями, выбирая подходящий стек-технологий, программные и аппаратные решения. Владеет: методологией и инструментами проектирования ИС (IDEF0, UML).
ПК-1.3 Использует методологии разработки программного обеспечения и технологии программирования, методологии и технологии проектирования и использования баз данных, методы и средства проектирования программных интерфейсов, принципы построения архитектуры программного обеспечения	Знать: методологии разработки программного обеспечения (Waterfall, Agile, Scrum) и технологии программирования (синтаксис и семантика ЯП Python, Java, C++, JavaScript, контроль версий GIT, DevOps CI/CD), методологии и технологии проектирования и использования баз данных (ER, нормализация, SQL, NoSQL, документоориентированные, векторные), методы и средства проектирования программных интерфейсов (REST, SOAP, gRPC, очереди сообщений), принципы построения архитектуры программного обеспечения (паттерны проектирования, клиент-сервер, монолит, сервис-ориентированная архитектура, масштабирование и отказоустойчивость). Уметь: разрабатывать программное обеспечение с использованием современных технологий программирования, методологии и технологии проектирования и использования баз данных, принципов построения архитектуры программного обеспечения. Владеть: современными языками программирования (Python, Java, C++, JavaScript/TS), библиотеками, фреймворками, навыками работы с различными базами данных для разработки программного обеспечения, программных интерфейсов, веб-сервисов.
ПК-2 Способен ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики; обладать способностями к эффективному применению и реализации математически сложных алгоритмов	
ПК-2.1 Использует современные решения и технологии проектирования при разработке программного обеспечения	Знать: паттерны проектирования; принципы, инструменты для проектирования архитектуры. Уметь: применять паттерны проектирования для создания гибкого и поддерживаемого кода; выбирать и проектировать подходящую архитектуру приложения (микросервисная, событийно-ориентированная); использовать инструменты для документирования проектных решений. Владеть: навыками создания технического задания и архитектурных диаграмм; проведения проектных сессий и принятия архитектурных решений.
ПК-2.2 Использует современные языки и системы программирования, технологии проектирования программного обеспечения	Знать: синтаксис и особенности нескольких современных языков программирования (Python, Java, C++, JavaScript/TS); современные фреймворки и библиотеки; системы управления зависимостями и сборки (Maven, Gradle, npm). Уметь: эффективно использовать возможности языка и фреймворков для решения задач; писать чистый, тестируемый и эффективный код; работать с системами сборки и развертывания. Владеть: навыками работы с системой контроля версий Git (ветвление, мерджинг); написания unit- и интеграционных тестов; использования IDE и инструментов отладки.
ПК-2.3 Применяет критерии и методики оценки эффективности проектного решения при разработке отдельных	Знать: критерии эффективности ПО (соответствие функциональным требованиям, производительность и масштабируемость, надежность, экономическая эффективность); методики нагрузочного тестирования; принципы профилирования кода.

программно-аппаратных компонентов информационных систем	Уметь: формулировать критерии эффективности для конкретного компонента; планировать и проводить тестирование производительности; анализировать результаты тестирования и выявлять "узкие места". Владеть: инструментами нагрузочного тестирования (JMeter, Gatling); навыками профилирования приложений (профилировщики CPU, памяти); методами анализа и визуализации результатов измерений для принятия решений по оптимизации.
ПК-2.4 Использует типовые методы контроля, оценки и обеспечения качества программного обеспечения при решении задач в различных предметных областях	Знать: метрики качества ПО (надежность, сопровождаемость, безопасность, переносимость); методики тестирования. Уметь: формулировать критерии качества для конкретного компонента; планировать и проводить тестирование качества; анализировать результаты тестирования и выявлять несоответствия. Владеть: инструментами ручного и автоматического тестирования, методами обеспечения безопасности.
ПК-3 Способен применять основные алгоритмические и программные решения в области информационно-коммуникационных технологий, а также участвовать в их разработке	
ПК-3.1 Демонстрирует способность анализа предметной области и требований к информационной системе с использованием основных концептуальных положений функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования	Знать: основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования. Уметь: применять концепции функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования для анализа предметной области, требований и проектирования структур данных и алгоритмов в соответствии с требованиями к информационной системе. Владеть: функциональным, логическим, объектно-ориентированным и визуальным программированием с использованием современных языков программирования.
ПК-3.2 Определяет элементы проблемной области и их взаимодействие, архитектуру программной системы, ее функциональные возможности и логику работы с использованием основных концептуальных положений функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования	Знать: принципы проектирования архитектуры ПО. Уметь: проектировать компоненты системы и их взаимодействие. Владеть: навыками проектирования программной архитектуры.
ПК-4 Способен планировать необходимые ресурсы и этапы выполнения работ в области информационно-коммуникационных технологий, составлять соответствующие технические описания и инструкции	
ПК-4.1 Использует современные инструментальные средства разработки баз данных, прикладного программного обеспечения и систем различного функционального назначения	Знать: современные инструментальные средства разработки баз данных, прикладного программного обеспечения и систем различного функционального назначения (веб-приложения, веб-сервисы, мобильные и десктоп приложения, встраиваемые системы). Уметь: применять современные инструментальные средства разработки баз данных, прикладного программного обеспечения и систем различного функционального назначения. Владеть: современными технологиями разработки баз данных, прикладного программного обеспечения.
ПК-4.2 Применяет современные приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программных продуктов и программных комплексов на базе языков программирования, баз данных и пакетов прикладных программ	Знать: приемы работы с инструментальными средствами (принцип работы системы контроля версий, принципы CI/CD, методологию DevOps, приемы контейнеризации и оркестрации, современные IDE, системы сборки проектов и управления зависимостями, инструменты коллективной работы с документами и программным кодом). Уметь: использовать инструменты для создания программных комплексов на базе языков программирования, баз данных и пакетов

	прикладных программ. Владеть: техниками использования и интеграции различных инструментов (GIT, Docker, Kubernetes, GitLab, VS Code, Google/Yandex Documents, Swagger, npm, pip, Gradle, Maven, make).
ПК-4.3 Способен использовать методы эффективного управления командой при разработке, внедрении и сопровождении программных продуктов	Знать: методы управления командой в IT-проектах. Уметь: организовывать работу команды на разных этапах. Владеть: практиками и инструментами управления командой разработки, внедрения, сопровождения программных продуктов.

Компетенции из компетентностно-ролевой модели

Код и наименование индикатора	**Результаты обучения**
MF-1 (С) Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ	
MF-1.2 Применяет аппарат теории вероятностей, матстатистики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта	Применяет методы теории вероятностей, статистики и теории информации для решения задач анализа данных, оценки параметров моделей и анализа статистических зависимостей в задачах ИИ
MF-1.3 Применяет современный математический аппарат теории вероятностей для исследования методов и моделей машинного обучения	Формулирует отличия в постановке задачи о проверке гипотезы от постановки для популярных критериев, применяет специализированные критерии.
MF-2 (Б) Способен применять байесовский подход для построения вероятностных моделей, анализа неопределенности и создания адаптивных систем ИИ	
MF-2.1 Использует теорему Байеса и её следствия, понимает отличия байесовской статистики от частотного подхода	Знает теорему Байеса и основные следствия, понимает её связь с частотным подходом и может объяснить различия между байесовской и частотной статистикой
MF-2.2 Применяет байесовские методы оценивания и байесовские интервалы для решения задач статистики и построения моделей	Применяет базовые байесовские методы оценивания для простых задач статистики и использует байесовские интервалы для интерпретации данных
MF-2.3 Анализирует и применяет байесовский и частотный подходы, свободно использует теорему Байеса и её следствия для решения сложных статистических задач	Применяет теорему Байеса и методы частотного подхода для решения стандартных статистических задач, анализирует основные различия между подходами
MF-3 (С) Способен применять современные методы оптимизации для обучения моделей машинного обучения, настройки гиперпараметров и решения задач искусственного интеллекта	
MF-3.1 Применяет методы оптимизации для разработки и исследования обучающих алгоритмов	Анализирует сходимость и эффективность алгоритмов, выбирает и обосновывает применение наиболее подходящих методов в зависимости от характеристик данных и модели
MF-3.2 Применяет методы оптимизации для настройки гиперпараметров моделей машинного обучения, включая исполь-	Умеет настраивать гиперпараметры с использованием более сложных методов, таких как байесовская оптимизация, для улучшения производительности моделей и минимизации времени обучения

зование методов поиска (grid search, random search) и байесовской оптимизации	
MF-4 (С) Способен применять статистические методы для анализа данных, валидации моделей машинного обучения и проведения экспериментов в области ИИ	
MF-4.1 Применяет статистические методы анализа и машинного обучения для решения задач анализа данных и проведения экспериментов на данных	Применяет и выбирает методы статистического машинного обучения, учитывая особенности данных и задачи, а также объясняет различия между подходами
MF-4.2 Способен применять статистические методы для построения предсказательных моделей, включая методы для анализа и прогнозирования временных рядов, а также моделирования нестационарных случайных процессов	Строит модели динамических систем для многомерных временных рядов и полей
MF-4.3 Способен применять статистические методы для оценки качества моделей ИИ, включая метрики и критерии для регрессии, классификации и кластеризации, а также для проведения статистических тестов для сравнения моделей	Оценивает статистические различия моделей и алгоритмов, обучаемых на данных. Знает и применяет модифицированные статистические критерии, A/B тестирование. Применяет оценивание на основе модифицированных доверительных интервалов, использует Байесовские тесты
MF-6 (Б) Способен применять логический аппарат для формализации задач представления знаний, проектирования логических моделей и использования систем автоматического доказательства теорем	
MF-6.1 Применяет логические структуры для принятия решений в автоматизированных системах ИИ	Использует методы дерева решений и логистической регрессии для построения моделей
MF-6.2 Разрабатывает логические модели и алгоритмы для использования в ИИ	Применяет методы булевой алгебры и теории множеств для решения задач логики ИИ
MF-7 (Б) Способен применять методы дифференциальной геометрии и топологии для формализации, анализа и интерпретации структур данных и признаковых пространств, включая задачи отображения, кластеризации, обучения на многообразиях и анализа устойчивости моделей	
MF-7.1 Применяет методы топологического анализа для описания глобальных свойств данных и устойчивости признаковых структур	Узнаёт и интерпретирует базовые топологические характеристики (связность, количество компонент, размерность) в примерах и визуализациях
BD-1 (С) Способен осуществлять поиск, сбор, очистку и предварительный анализ данных	
BD-1.1 Обосновывает способы и варианты применения методов предварительного анализа данных в задачах ИИ, включая их математическое (алгоритмическое) преобразование и адаптацию к специфике задачи	Проводит одномерный и многомерный анализ признаков, в том числе с использованием средств визуализации
BD-1.2	Производит очистку зашумленных временных рядов и

Применяет методы анализа данных для проверки разведочных гипотез и подготовки данных к применению современных методов ИИ	изображений. Обнаруживает и устраняет выбросы в данных временных рядов. Подходы к заполнению пропусков в данных временных рядов и изображений.
BD-1.3 Применяет методы понижения размерности для первичной интерпретации и визуализации многомерных данных	Применяет основные методы понижения размерности и подбирает оптимальную размерность в зависимости от необходимой доли объяснённой дисперсии.
BD-1.4 Отбирает признаки данных, значимые для исследования	Применяет основы методов отбора признаков и выбирает оптимальное подномножество признаков.
BD-2 (С) Способен определять требования к наборам данных для решения задач машинного обучения, проводить разметку и анализ наборов данных, оценивать качество данных, обеспечивать непрерывную интеграцию данных	
BD-2.1 Определяет требования к наборам и качеству данных для решения задач машинного обучения	Ставит задачу разметки и оценивает качество работы разметчиков
BD-2.2 Работает с данными, в том числе собирает данные из разрозненных источников, проверяет данные на корректность	Подбирает инструментарий разметки под условия задачи; организует краудсорсинг разметки
BD-2.3 Применяет инструменты и практики непрерывной интеграции данных (DataOps)	Участвует в процессе непрерывной интеграции данных (DataOps)
BD-3 (С) Способен организовывать хранения данных, выбирая адекватные технологические решения	
BD-3.1 Разрабатывает, отлаживает и тестирует прикладные решения с элементами ИИ с применением различных технологий хранения структурированных данных, оценивает качество	Пишет аналитические запросы к данным и анализирует план запроса. Умеет создавать предсиавления, хранимые процедуры, функции и триггеры
BD-3.2 Разрабатывает, отлаживает и тестирует прикладные решения с элементами ИИ с применением различных технологий хранения неструктурированных данных, оценивает качество	Умеет создавать базы данных в хранилищах Ключ-Значение, Документные, Колоночные и Графовые. Знает и умеет использовать основные команды для работы с данными в таких хранилищах. Работает на уровне применения наиболее известных подходов. Работает на уровне применения наиболее известных технологий каждого класса хранилищ
BD-4 (П) Способен применять различные модели и (или) технологии обработки данных	
BD-4.1 Осуществляет выбор технологий обработки больших данных, приемлемых для создания прикладной системы ИИ с заданными требованиями	Организует централизованное хранилище данных (Data Lake), их распределенным хранение, параллельную оабработку, а также обраотку потоковых данных
BD-5 (П) Способен применять технологии организации инфраструктуры БД	
BD-5.1 Осуществляет выбор направления вспомогательных технологических решений	Руководит проектами по организации инфраструктуры БД

для формирования единого стека работы с большими данными для решения поставленной задачи	
LC-8 (П) Способен применять знания об истории развития и трендах современного ИИ для формулирования корректных постановок задач и поиска перспективных способов решения проблем с помощью ИИ	
LC-8.1 Позиционирует собственную задачу в заданной области знания с точки зрения трендов современного искусственного интеллекта	Аргументирует выбор постановки задачи с учётом cutting-edge технологий, выявляет потенциал интеграции новых подходов и формулирует задачи на стыке дисциплин
LC-8.2 Определяет тенденции развития, оценивает новизну и практическую значимость своих решений с точки зрения современного искусственного интеллекта	Прогнозирует перспективные направления развития ИИ, оценивает новизну и значимость решений с опорой на state-of-the-art публикации, лидерские практики и roadmaps ведущих исследовательских лабораторий, формулирует предложения по внедрению инноваций
LC-8.3 Оценивает конкурирующие решения и разработки с точки зрения трендов современного искусственного интеллекта	Проводит глубокий бенчмаркинг конкурирующих решений на основе актуальных метрик и датасетов, учитывает аспекты explainable AI, robustness, fairness, compliance, формулирует рекомендации по выбору и развитию наиболее перспективных подходов
ML-2 (П) Способен применять фундаментальные принципы и методы машинного обучения включая подготовку данных оценку качества моделей и работу с признаками	
ML-2.1 Различает основные типы задач машинного обучения и применяет на практике принципы их решения	Проектирует и реализует комплексные решения машинного обучения для нестандартных задач, включая разработку пайплайнов, оптимизацию моделей и интерпретацию результатов
ML-2.2 Применяет методы предварительной обработки данных и работы с признаками	Проектирует и внедряет комплексные пайплайны предварительной обработки данных с использованием современных методов ИИ, автоматизации и feature engineering в различных предметных областях
ML-2.3 Решает проблемы несбалансированных данных и оценивает качество моделей	Применяет продвинутые методы работы с несбалансированными данными (SMOTE weighted learning). Настраивает кастомные метрики и функции потерь. Проводит статистический анализ значимости результатов
ML-3 (П) Способен применять классические алгоритмы машинного обучения с пониманием их математических основ и областей применения	
ML-3.1 Обосновывает способы и варианты применения классических методов и моделей машинного обучения в задачах ИИ, включая их математическое (алгоритмическое) преобразование и адаптацию к специфике задачи	Разрабатывает и адаптирует собственные алгоритмические решения на основе классических методов. Обосновывает математически сложные решения
ML-3.2 Эффективно применяет классические методы и модели машинного обучения для обеспечения достижимости функциональных характеристик систем ИИ	Способен адаптировать и модифицировать существующие алгоритмы под специфику задачи. Интегрирует классические модели в сложные ИИ-системы с учётом требований к производительности и масштабированию. Разрабатывает и реализует оптимизационные стратегии под специфические функциональные характеристики (скорость, explainability)

ML-3.3 Оценивает результативность применения классических методов и моделей машинного обучения в задачах ИИ на основе сопоставления с аналогами	Понимает теоретические ограничения алгоритмов и способен находить баланс между различными подходами. Проводит системный анализ эффективности моделей на уровне бизнес-эффекта, затрат и рисков. Может объяснить результаты моделей заказчику
ML-4 (П) Способен применять методы обучения без учителя для анализа структуры данных и выявления скрытых закономерностей	
ML-4.1 Применяет алгоритмы кластеризации и понижения размерности для решения практических задач	Выбирает и настраивает алгоритмы кластеризации (DBSCAN, Mean Shift, Gaussian Mixture Models) и методы понижения размерности (UMAP, автоэнкодеры) в зависимости от специфики задачи. Интерпретирует полученные результаты и применяет их для обоснованных выводов
ML-5 (С) Способен разрабатывать и (или) применять методы повышения устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов МО	
ML-5.1 Обосновывает способы и варианты применения методов повышения устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов МО задачах ИИ, включая их преобразование и адаптацию к специфике задачи	Обосновывает выбор и применение методов повышения устойчивости и надежности моделей с учётом специфики задачи, включая адаптацию моделей и использование подходов объяснимого ИИ и доверенного ИИ. Учитывает риски атак и методы их противодействия
ML-5.2 Применяет методы повышения устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов МО для проверки разведочных гипотез и подготовки данных к применению современных методов ИИ	Использует продвинутые методы дообучения моделей при подготовке данных, применяет методы повышения устойчивости моделей к атакам и искажениям данных
ML-5.3 Оценивает результативность применения методов повышения устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов МО в задачах ИИ на основе сопоставления с аналогами	Проводит комплексный анализ результативности с учётом объяснимости моделей, устойчивости к атакам, использует методы доверенного ИИ для оценки
ML-6 (С) Способен применять алгоритмы обучения с подкреплением	
ML-6.1 Обосновывает способы и варианты применения алгоритмов обучения с подкреплением в задачах ИИ, включая их преобразование и адаптацию к специфике задачи	Разрабатывает адаптивного агента; проводит аппроксимацию функции ценности агента, в том числе с помощью стратегии; применяет TD-методы и методы Монте-Карло для обучения агента; задает цель агента с помощью полного вознаграждения, вознаграждения с обесценением, лямбда-дохода
ML-7 (П) Способен применять автоматическое машинное обучение	
ML-7.1 Обосновывает способы и варианты применения алгоритмов автоматического машинного обучения в задачах ИИ, включая их преобразование и адаптацию к специфике задачи	Аргументирует постановку задачи с учётом cutting-edge технологий AutoML (нейросетевые архитектуры, автоматический поиск гиперпараметров, AutoML для мультимодальных данных), интегрирует AutoML в комплексные AI-системы
ML-8 (С) Способен применять алгоритмы обучения на нестандартных объемах данных	
ML-8.1 Обосновывает способы и варианты	Выбирает и адаптирует алгоритмы (например, transfer learning, few-shot learning, federated learning) с учетом

применения алгоритмов обучения на нестандартных объемах данных в задачах ИИ, включая их преобразование и адаптацию к специфике задачи	специфики нестандартных объемов данных и требований к задаче. Обосновывает выбор методов повышения эффективности и обобщаемости (например, регуляризация, уменьшение размерности модели, domain adaptation, использование разностных методов типа сиамских сетей, few-shot learning, байесовские методы)
DL-1 (П) Способен применять и (или) разрабатывать архитектуры глубоких нейронных сетей	
DL-1.1 Способен объяснять и применять математические основы нейронных сетей, включая расчет градиентов, методы оптимизации и алгоритм обратного распространения ошибки (backpropagation), для эффективного обучения моделей	Применяет оптимизаторы к функции потерь для избежания проблемных ситуаций на ландшафте функции потерь (например, овраги, седловые точки и т.п.); визуализирует ландшафт функции потерь; внедряет пакетную нормализацию в архитектуру нейронной сети; применяет для обучения нейронных сетей методы оптимизации второго порядка (L-BFGS, Левенберга-Марквардта, квазиньютоновские методы, методы Ньютона); разрабатывает байесовские нейронные сети и применяет вариационный вывод для их обучения
DL-1.2 Способен реализовывать неглубокие нейронные сети (перцептроны, MLP), выбирать количество и размер слоёв, подходящие функции активации и функции потерь для решения задач классификации и регрессии	Владеет способами борьбы с перекрутом в сетях SOM; Знает принципы построения разделяющих гиперповерхностей; Способен разрабатывать ограниченные машины Больцмана
DL-1.3 Способен применять современные архитектуры глубоких сетей для решения различных задач, понимая их внутреннюю структуру и особенности обучения	Регулирует поток вычисления градиента в глубоких нейронных сетях
DL-1.4 Способен разрабатывать и оптимизировать специализированные архитектуры для работы с изображениями, учитывая их уникальные свойства	Создает принципиально новые, эффективные архитектурные решения для CNN (новые типы слоев, схемы соединений, механизмы взаимодействия между признаками), основанные на глубоком понимании теории CNN и свойств данных
DL-1.5 Способен разрабатывать и оптимизировать специализированные архитектуры для работы с последовательностями, учитывая их уникальные свойства	Понимает принципы функционирования и обучения фильтров и ячейки памяти в GRU и LSTM блоках; Понимает принцип обучения с помощью обратного распространения по времени
DL-1.6 Способен разрабатывать, адаптировать и внедрять генеративные нейронные сети для решения практических задач, включая создание новых архитектур, оптимизацию обучения и промышленное развертывание моделей	Разрабатывает новые архитектуры генеративных сетей, адаптивно применяет архитектуру VAE+GAN; разрабатывает капсульные сети
DL-1.7 Способен разрабатывать, оптимизировать и применять автоэнкодеры (AE) и вариационные автоэнкодеры (VAE) для решения задач снижения размерности, генерации данных и	Применяет математические основы формирования пространства скрытых эмбеддингов; знает вероятностный характер и отличия естественного и искусственного генеративного процессов; Знает математические основы функционирования вероятностного автокодировщика; обосновывает применение дивергенции Кульбака-

обнаружения аномалий, включая создание архитектур, обучение моделей и их внедрение в продуктивную среду	Лейблера через основное тождество автокодировщиков
DL-1.8 Способен разрабатывать, обучать и внедрять графовые нейронные сети (GNN) для решения задач анализа графовых данных, включая создание архитектур, обработку графов различных типов и промышленное развертывание моделей	Применяет топологические основы рабты графовых нейронных сетей (сжимающее отображение, неподвижная точка); разрабатывает уникальные архитектуры графовых нейронных сетей под условия задачи; преодолевает ограничения репрезентативной особенности графовых нейронных сетей
DL-1.9 Способен разрабатывать, адаптировать и внедрять трансформерные архитектуры для решения задач обработки последовательностей, включая создание новых моделей, оптимизацию обучения и промышленное развертывание	Разрабатывает разреженные трансформеры; Понимает принцип работы Multi-head attention
DL-1.10 Способен проектировать, разрабатывать и внедрять мультимодальные модели глубокого обучения, эффективно комбинируя различные типы данных	Разрабатывает универсальные архитектуры для произвольных комбинаций модальностей. Решает фундаментальные проблемы (модальный дисбаланс, missing modalities). Строит масштабируемые системы для промышленного применения. Оптимизирует модели для работы в условиях ограниченных ресурсов
DL-1.11 Способен применять, адаптировать и разрабатывать методы сжатия нейронных сетей для оптимизации производительности моделей, включая квантование, прунинг, дистилляцию и другие техники, с учетом требований к качеству и вычислительной эффективности	Владеет аппаратом структурированного и неструктурированного прунинга, знает стратегии прореживания. Разрабатывает новые методы сжатия
DL-1.12 Способен применять, адаптировать и разрабатывать методы дообучения нейронных сетей для эффективной адаптации моделей к новым задачам и доменам	Разрабатывает новые методы параметрически-эффективного обучения. Создает универсальные фреймворки для адаптации моделей. Решает фундаментальные проблемы (catastrophic forgetting, domain gap)
DL-2 (П) Способен применять и (или) разрабатывать современные архитектуры генеративных глубоких сетей	
DL-2.1 Применяет известные архитектуры генеративных глубоких нейронных сетей для решения прикладной задачи (генерация текста, генерация изображений по тексту, синтез речи и т.д.), при необходимости проводя дообучение на наборах данных	Модифицирует архитектуры под специфические требования. Разрабатывает гибридные подходы (например, диффузионные модели + GAN). Оптимизирует архитектуры для целевых аппаратных платформ. Разрабатывает новые методы дообучения для генеративных моделей. Применяет few-shot/zero-shot learning техники. Реализует reinforcement learning для генерации
DL-2.2 Имплементирует известные архитектуры генеративных сетей, реализует пайплай-	Разрабатывает кастомные реализации генеративных архитектур. Создает high-load генеративные сервисы. Разрабатывает системы кеширования генераций. Реализует

ны их обучения на датасетах и вывод генеративных моделей в продуктивную среду	сложные A/B тестирования. Написание кастом CUDA-ядер
DL-3 (С) Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы, методы и технологии компьютерного зрения	
DL-3.1 Применяет (проводя выбор и эксперименты) известные алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, предобученные глубокие нейросетевые модели для прикладных задач анализа изображений и видеопотока, при необходимости дообучая и валидируя на собственных наборах данных	Сравнивает разные предобученные модели под конкретную задачу. Проводит transfer learning на своих данных. Оптимизирует гиперпараметры для улучшения качества. Создает сложные пайплайны аугментации (albumentations). Умеет работать с видео: извлечение кадров, обработка временных последовательностей путём применения CNN+RNN, 3D CNN
DL-3.2 Определяет стек технологий, методов и алгоритмов для построения продуктов с компьютерным зрением (системы видеоаналитики, поисковые системы по изображениям и т.д.)	Разрабатывает алгоритмы сегментации изображений (разделение-слияние регионов, нормализованный разрез графа, mean shift), включая семантическую сегментацию; применяет преобразование Хафа и RANSAC; применяет алгоритмы детекции характеристических точек (детектор Харриса, детектор Фестнера, SUSAN, блобы, DoG); применяет дескрипторы изображений, например, SIFT Нейросетевые архитектуры для анализа изображений VGG, Inception, ResNet, EfficientNet и т.д. особенности обучения и дообучения. Архитектуры FCN и Unet в задачах сегментации, функции потерь для задачи сегментации. Одностадийные (SSD, YOLO) и двухстадийные (FASTER R-CNN, Mask R-CNN) детекторы в задачах детекции, функций потерь в задаче детекции
DL-3.3 Имплементирует известные алгоритмы, архитектуры и модели компьютерного зрения на реальных данных, строит пайплайны обучения моделей и развертывания сервисов компьютерного зрения в продуктивной среде	Кастомизирует архитектуры под задачу (изменение слоев, замена backbone'а). Применяет методы ускорения инференса (квантизация, pruning, TensorRT). Строит сложные стратегии аугментации (albumentations, кастомные трансформеры). Настраивает распределённое обучение (DDP, Horovod). Создает CI/CD-пайплайны для CV-моделей
DL-3.4 Разрабатывает новые алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, новые архитектуры глубоких нейронных сетей и методы их обучения для задач анализа изображений и видео	Владеет аппаратом эпиполярной геометрии; Способен применять алгоритмы стереозрения; Способен применять алгоритмы фотограмметрии Классика GAN в задачах генерации изображений. Примеры задач: перенос стиля, замена лиц, улучшение качества (разрешения) фотографии high resolution, reenactment
DL-4 (С) Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы, методы и технологии обработки естественного языка	
DL-4.1 Применяет (проводя выбор и эксперименты) известные алгоритмы и библиотеки для обработки естественного языка, предобученные глубокие нейросетевые модели для прикладных задач анализа текстов, при необходимости дообучая и валидируя на собственных наборах данных	Владеет инструментами грамматического разбора структурированных и слабо-структурированных текстов, способен написать свой парсер. Владеет инструментами разметки текстовых данных ии формирования словарей
DL-4.2 Определяет стек технологий, методов и	Понимает основные архитектуры сетей, использующиеся для векторизации текстовых данных: Word2Vec,

алгоритмов для построения продуктов с обработкой естественного языка (диалоговые системы, вопросно-ответные системы, рекомендательные системы и т.д.)	Doc2Vec, Glove, FastText, рекуррентные нейронные сети и сети-трансформеры (энкодеры). Самостоятельно находит подходящую модель для векторизации текстовых данных в открытых источниках и применить её для практической задачи
DL-4.3 Имплементирует известные алгоритмы, архитектуры и модели обработки естественного языка на реальных данных, строит пайплайны обучения моделей и развертывания NLP-сервисов в продуктивной среде	Адаптирует и дорабатывает существующие архитектуры (например, fine-tuning BERT, GPT, T5) под конкретные задачи (классификация, генерация, NER). Оптимизирует пайплайны обработки данных и обучения (ускорение через ONNX, Quantization, распределенные вычисления). Строит CI/CD-процессы для NLP-моделей (тестирование, мониторинг дрейфа данных). Разворачивает сервисы в продакшн-среде (Docker, Kubernetes, облачные NLP-API). Умеет интерпретировать ошибки моделей и улучшать их (анализ attention-карт, ошибок предсказаний)
DL-4.4 Разрабатывает новые алгоритмы и библиотеки обработки естественного языка, новые архитектуры глубоких нейронных сетей и методы их обучения для задач анализа текста	Самостоятельно проводит анализ исследований в области применения глубокого обучения в языковых моделях и downstream задачах, использующих такие модели. Адаптирует результаты исследований к практической задаче
O-1 (Б) Способен осуществлять управление знаниями, в том числе с применением алгоритмов интеллектуального поиска решений и формирования стратегий	
O-1.1 Способен создавать базы знаний для решения задач управления бизнес-процессами предприятия	Способен преобразовать формализованные модели бизнес-процессов в структуры баз знаний
O-2 (Б) Способен применять и (или) разрабатывать мультиагентные алгоритмы	
O-2.3 Создает обученные интеллектуальные агенты, способные решать частные задачи ИИ и координировать свою работу с другими агентами	Выполняет обучение интеллектуальных агентов на основе имеющихся данных
O-3 (С) Способен применять и (или) разрабатывать интеллектуальные методы оптимизации	
O-3.2 Обосновывает способы и варианты применения интеллектуальных методов в задачах оптимизации	Обосновывает методы оптимизации на основе анализа динамики функционирования объектов оптимизации и использования статических алгоритмов
O-3.3 Эффективно применяет интеллектуальные методы оптимизации для обеспечения достижимости функциональных характеристик продуктов компании	Выбирает методы оптимизации с учетом специфики наблюдаемой системы, определяемой требованиями по назначению
PL-1 (П) Способен применять язык программирования Python для решения задач в области ИИ	
PL-1.1 Разрабатывает и отлаживает прикладные решения разной сложности и для разного круга конечных пользователей с использованием языка программирования Python, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений	Использует особенности виртуальной машины Python (например, GIL), разрабатывает библиотечный код общего пользования, а также документацию к нему. Профилирует и оптимизирует приложения на Python, используя встроенные инструменты (например, cPython)
PL-1.2	Умеет разрабатывать собственные компоненты для биб-

Осуществляет выбор инструментов разработки на Python, приемлимых для создания прикладной системы обработки научных данных, машинного обучения и визуализации с заданными требованиями	лиотек машинного обучения с учётом интеграции с ними
PL-1.3 Разрабатывает и поддерживает системы обработки больших данных различной степени сложности	Владеет инструментами профилирования и оптимизации ETL процессы для обработки больших данных в рамках Spark/Mapreduce фреймворка. Самостоятельно поддерживает инфрастуктуру обработки больших данных.
PL-2 (С) Способен применять JVM-совместимые языки программирования для решения задач в области ИИ	
PL-2.1 Разрабатывает и отлаживает прикладные решения разного уровня сложности и для широкого круга конечных пользователей с использованием JVM-совместимых языков программирования, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений	Понимает модель памяти Java и способен поддерживать приложения с высоким параллелизмом и конкуренцией. Понимает алгоритмы сборки мусора и способен оптимизировать сборку мусора
PL-2.2 Разрабатывает и поддерживает системы обработки больших данных различной степени сложности	Эффективно применяет фреймворки для пакетной обработки данных (Spark, Mapreduce) и адаптирует алгоритмы для вычислений на малых объемах данных под большие данные. Владеет инструментами организации потоковых вычислений (Kafka, Flink) и интеграции с аналитическими БД (ClickHouse, Greenplum)
PL-4 (С) Способен применять языки программирования C/C++ для решения задач в области ИИ	
PL-4.1 Разрабатывает и отлаживает эффективные многопоточные решения на C++, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений	Решает проблемы одновременного доступа к данным из нескольких потоков, грамотно применяет атомарные операции и механизм блокировок. Оценивает производительность, умеет профилировать код и устраняет найденные узкие места
PL-4.2 Разрабатывает и отлаживает системы ИИ на C++ под конкретные аппаратные платформы с ограничениями по вычислительной мощности, в том числе для встроенных систем	Понимает методы оптимизации моделей (квантование, сжатие весов модели и пр.) и вычислений ИИ. Находит и использует библиотеки, соответствующие решаемой задаче
PL-4.3 Разрабатывает и отлаживает решения на C++, использующие GPU и FPGA для массовой параллелизации вычислений в рамках общей системы ИИ, с применением как готовых решений, так и разработкой своих	Знает методы оптимизации моделей (квантование, сжатие весов модели и пр.) и вычислений ИИ. Владеет готовыми инструментами для оптимизации моделей (TensorRT и пр.). Умеет использовать средства отладки и профилирования кода, находить участки кода, ограничивающие производительность системы
LC-1 (Б) Способен проводить анализ бизнес-проблем с оценкой перспективности применения ИИ для их решения, осуществлять постановку задачи машинного обучения, формулировать требования к системе ИИ	
LC-1.1 Формализует бизнес-цели и вырабатывает под них стратегии внедрения ИИ	Определяет и формализует проблему предметной области, решение которой требует применения искусственного интеллекта
LC-1.2 Выбирает оптимальные технологии под конкретные требования проекта внедре-	Проводит анализ требований (разрешение противоречий, приоритезация) в плане выбора технологий

ния ИИ	
LC-1.3 Готовит и ведет документы для реализации проектов в области ИИ	Оценивает технические требования на основе формализованной постановки
LC-3 (С) Способен проектировать и поддерживать архитектуру систем искусственного интеллекта	
LC-3.1 Создает и развивает архитектуры системы ИИ на всех этапах жизненного цикла	Применяет различные принципы и паттерны при проектировании архитектуры систем ИИ
LC-4.1 (С) Способен управлять процессом жизненного цикла ИИ-продукта	
LC-4.1.1 Осуществляет запуск и ведение проекта в области ИИ, в том числе планирование и контроль задач, оценку ресурсов	Подбирает методологию (CRISP-DM, CRISP-ML(Q)) под ограничения задачи и ресурсное обеспечение и организует процесс разработки системы ИИ по выбранной методологии
LC-4.2 (С) Способен руководить работой команды проекта в области ИИ	
LC-4.2.1 Координирует и контролирует работу команд проекта с целью достижения общих целей проекта	Осуществляет коммуникации между аналитиками данных, инженерами данных, разработчиками, инженерами (DevOps, DataOps, MLOps) и руководителями бизнес-подразделений для управления и масштабирования инициатив в области ИИ
LC-5 (П) Способен применять и (или) проектировать различные инструменты и инженерные практики промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в продуктивной среде	
LC-5.1 Осуществляет выбор инструментов и инженерных практик промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в продуктивной среде	Разрабатывает специализированные инструменты и инженерные практики промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в рабочей версии ПО
LC-5.2 Осуществляет выбор инструментов и инженерных практик по управлению данными с необходимым уровнем доступа, контроля качества, резервирования и скоростью выполнения запросов	Кастомизирует и разрабатывает специализированные инструменты управления данными
AI S-1 (Б) Способен управлять рисками в разработке систем ИИ, выстраивать управление безопасностью ИИ в компании с учетом этики ИИ	
AI S-1.1 Выявляет и моделирует угрозы на всём жизненном цикле ИИ-систем, оценивает и приоритизирует риски	Понимает основные категории рисков и атак на ИИ (data poisoning, model stealing, evasion). Применяет типовые методики (STRIDE, MITRE ATLAS) по готовым шаблонам. Следует в работе ГОСТ Р ISO/IEC 27005-2010; ПНСТ 836-2023 «ИИ. Функциональная безопасность»; методики ФСТЭК по оценке угроз (2024); Знает международные фреймворки и стандарты NIST AI RMF 1.0; ISO/IEC 27005 (risk); MITRE ATLAS; STRIDE/PASTA
AI S-1.2 Обеспечивает соответствие нормативным требованиям и принципам доверенного/этичного ИИ	Знаком с Кодексом этики в сфере ИИ РФ (2021) , базовых принципах Responsible AI, законом 152-ФЗ «О перс. данных» и основами GDPR. Может описать процесс Data Impact Assessment
LLM-1 (С) Способен применять и (или) разрабатывать генеративные модели и БЯМ	

LLM-1.1 Знает архитектуры генеративных моделей	Сравнивает архитектуры и выбирает подходящую под задачу
LLM-1.4 Понимает принципы генерации в мультимодальных моделях	Использует мультимодальные модели для captioning и tagging
LLM-2 (С) Способен дообучать, адаптировать и оптимизировать генеративные модели под специфические задачи и условия применения	
LLM-2.1 Понимает принципы fine-tune	Применяет fine-tune к предобученным моделям на новых датасетах
LLM-2.2 Создаёт обучающие наборы данных	Адаптирует и валидирует датасеты под разные типы задач
LLM-3 (С) Проектирует и применяет техники расширения контекста генерации (RAG)	
LLM-3.2 Работает с векторными хранилищами	Оптимизирует хранение, производит индексацию, настройку кластеров
LLM-4 (С) Проектирует, разрабатывает и интегрирует интеллектуальных агентов на базе генеративных моделей	
LLM-4.1 Умеет применять и разрабатывать интеллектуальных агентов	Настраивает агентов и управляет их контекстом и задачами
LLM-4.2 Интегрирует агентов с внешними сервисами	Организует взаимодействие между агентом и внешними источниками
LLM-4.3 Разрабатывает агентные паттерны	Реализует рассуждение на основе цепочек (ReAct, Plan&Solve)
LLM-4.4 Управляет состоянием и памятью агентов	Настраивает и переключает долгосрочную/контекстную память
LLM-4.5 Оценивает и оптимизирует эффективность агентов	Оценивает отклонения, настраивает поведение и порог доверия
LLM-5 (С) Организует взаимодействие с генеративными моделями через проектирование, анализ и применение промптов	
LLM-5.1 Использует базовые шаблоны промптов	Выбирает и адаптирует шаблоны под задачу
LLM-5.2 Встраивает промпты в пайплайн взаимодействия	Применяет цепочки (Chain of Thought) и условную логику
LLM-5.3 Настраивает API для работы с LLM	Управляет параметрами генерации для контроля результата
LLM-5.4 Разрабатывает дизайн и структуру промптов	Оптимизирует промпты под точность, длину, уменьшение галлюцинаций
LLM-5.6 Анализирует и отлаживает промпты	Интерпретирует логи генерации и attention
LLM-5.7 Применяет мультимодальные промпты	Интегрирует промпты для мультимодальной генерации
SS-1	

(Б) Способен осуществлять свою трудовую деятельность с учетом определения корректной роли ИИ в различных процессах, критического анализа последствий применения ИИ-технологий, этических принципов	
SS-1.1 Определяет ценностные предпосылки, когнитивные искажения, культурно-обусловленные предвзятости в данных, алгоритмах, постановке задач для ИИ	Понимает, что качество обучающей выборки существенно определяет этико-социальные аспекты функционирования ИИ. Может выявить очевидные несоответствия между задачей для ИИ и обучающей выборкой
SS-1.2 Применяет методики работы с этическими и социальными рисками, возникающими на разных стадиях жизненного цикла ИИ	Осознаёт, что ИИ-системы могут порождать этические проблемы (например, дискриминация, непрозрачность, манипуляция) Знает основные этические принципы (отсутствие дискриминации, справедливость, человекоориентированность, ответственность, безопасность, прозрачность, автономия человека и т.д.)
SS-2 (Б) Способен осуществлять свою трудовую деятельность с учётом необходимости эффективной коммуникации и взаимодействия в рамках коллективной проектной работы в сфере ИИ	
SS-2.1 Эффективно коммуницирует с участниками проектной команды при планировании, реализации и анализе результатов работы	Понимает общую цель команды. Участвует в обсуждении задач, касающихся обработки данных, построения моделей или архитектурных решений. Может формулировать предложения, ориентируясь на техническую сторону задачи. Способен формулировать собственное понимание задач и уточнять его у других
SS-2.2 Учитывает профессиональные и ролевые особенности коллег при совместной разработке технических решений и представлении результатов	Участвует в подготовке презентации по своей части (например, рассказывает про архитектуру ИИ-системы или метрики). Принимает предложенное распределение ролей без активного участия в общей координации. Ориентируется в структуре общего результата проекта
SS-3 **(Б)** Способен осуществлять свою трудовую функцию с учетом неопределенности как сущностной черты функционирования искусственного интеллекта	
SS-3.1 Учитывает в работе когнитивные искажения человека и выявляет предвзятости систем ИИ, аргументированно оценивает надежность данных и выдачи ИИ	Распознаёт очевидные когнитивные искажения в работе человека (например, подтверждение своей точки зрения, слепое доверие алгоритму) обращает внимание на возможную предвзятость ИИ; воспринимает необходимость критически относиться к данным и результатам ИИ.
SS-3.2 Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Распознаёт типовые задачи, в которых ИИ может быть применим; воспринимает возможность использования ИИ-подходов в смежных предметных областях
SS-3.3 Осуществляет метарефлексию при анализе систем и принятии решений, предсказывает возможные эффекты от внедрения ИИ через несколько уровней влияния, переосмысляет ИИ в своей профессиональной роли и в обществе	Осознаёт собственную позицию и влияние ИИ на непосредственную профессиональную деятельность; описывает очевидные последствия внедрения ИИ в знакомой ситуации при заданных условиях (например, в типовом рабочем процессе или сервисе); способен различать уровни последствий (например, технический и социальный).
FC-1 (Б) Способен проводить фронтирные исследования в области архитектур, алгоритмов МО, оптими-	

зации и математики	
FC-1.2 Разрабатывает новые архитектуры глубоких нейросетей	Знает основные соотвествия в триаде: архитектура-данные-задача, способен по описанию данных и задачи подобрать архитектуру-бейзлайн. Активно пользуется алгоритмами автоматизации подбора архитектур
FC-2 (Б) Способен проводить фронтирные исследования в области фундаментальных и генеративных моделей	
FC-2.3 Исследует и создает мульти-модальные большие языковые модели (LLM)	Дообучает готовые мультимодальные модели (Flamingo, LLaVA). Строит пайплайны согласования данных разных модальностей. Владеет техниками базового выравнивания модальностей через CLIP-подобные энкодеры. Оценивает качество через стандартные метрики (cross-modal retrieval accuracy)
FC-3 (Б)Способен проводить фронтирные исследования в области управления, решения, агентных и мультиагентных систем	
FC-3.1 Разрабатывает алгоритмы обучения с подкреплением	Владеет базовыми принципами предобучения RL-агентов на множестве сред (multi-task, multi-environment). Понимает концепции трансферного обучения (transfer learning), умеет применять готовые решения (например, R3L, Procgen, OpenAI Gym Retro) для адаптации моделей к новым задачам. Знает основные метрики оценки обобщающей способности RL-агентов.
FC-3.2 Исследует и создает агентные системы	Применяет стандартные алгоритмы RL и эволюционные методы для обучения агентов в простых средах. Использует готовые фреймворки (OpenAI Gym, Stable Baselines) для быстрого прототипирования. Анализирует базовые метрики эффективности исследования среды.
FC-3.3 Исследует и создает мультиагентные системы	Применяет ключевые концепции агентных систем, включая: рассуждения (ризонинг) в языковых моделях, понятие ИИ агента, агент на основе LLM, воплощенные и невоплощенные агенты, агенты, использующие сторонние приложения, роли агента

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

4. Объем государственной итоговой аттестации

Программа государственного экзамена разрабатывается выпускающей кафедрой с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта о том, что для объективной оценки компетенций выпускника тематика экзаменационных вопросов и заданий должна носить комплексный характер и соответствовать избранным разделам из различных учебных блоков.

Итоговые аттестационные испытания, входящие в перечень обязательных итоговых аттестационных испытаний, не могут быть заменены оценкой качества освоения образовательных программ путем осуществления текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студента.

По итогам сдачи государственного экзамена выставляется оценка.

В Блок 3 "Государственная итоговая аттестация" входит защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, а также подготовка и сдача государственного экзамена

Общая трудоёмкость ГИА «Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена» составляет 3 з. е. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			4			
Контактная работа, в том числе:		**0,5**	**0,5**			
Аудиторные занятия (всего)						
Иная контактная работа:		**0,5**	**0,5**			
Контроль самостоятельной работы (КСР)						
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5	0,5			
Самостоятельная работа (всего)		**107,5**	**107,5**			
Проработка учебного (теоретического) материала		92	92			
Выполнение индивидуальных заданий						
Подготовка к текущему контролю		15,5	15,5			
Контроль:						
Подготовка к экзамену						
Общая трудоемкость	**час.**	**108**	**108**	**-**	**-**	**-**
	в том числе контактная работа	**0,5**	**0,5**			
	зач. ед	**3**	**3**			

Государственный экзамен

Государственный экзамен является составной частью обязательной государственной итоговой аттестации студентов-выпускников по направлению «02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленность (профиль) «Современные методы машинного обучения и компьютерного зрения» и призван выявить и оценить теоретическую и практическую подготовку к решению профессиональных задач в области прикладной математики и информатики с требованиями ФГОС.

Итоговый экзамен наряду с требованиями к знаниям студентов-выпускников учитывает также общие требования к будущим специалистам, предусмотренные ФГОС ВО, проводится в виде государственного экзамена.

Форма проведения государственного экзамена: письменный / устный экзамен.

В ходе государственного экзамена подлежат оценке:

– знание студентом учебного материала предмета (учебных дисциплин);

– умение выделять существенные положения предмета;

– умение формулировать конкретные положения предмета;

– умение применять теоретические знания для анализа конкретных ситуаций и решения прикладных проблем;

– общий (культурный) и специальный (профессиональный) язык ответа.

Программа государственного экзамена охватывает тематику изученных студентом дисциплин (модулей), результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников. В программу включены основные разделы таких предусмотренных образовательной программой дисциплин:

1. Математический анализ
2. Алгебра и аналитическая геометрия
3. Физика

4. Дифференциальные уравнения
5. Дискретная математика
6. Компьютерные сети
7. Физические основы построения ЭВМ
8. Комплексный анализ
9. Математический анализ
10. Базы данных
11. WEB-разработка
12. Объектно-ориентированное программирование и шаблоны проектирования
13. Программирование
14. Алгоритмы и структуры данных
15. Численные методы
16. Кроссплатформные десктоп приложения
17. Функциональный анализ
18. Разработка мобильных приложений
19. DevOps
20. Операционные системы
21. Параллельное и низкоуровневое программирование
22. Алгебра и введение в тензорный анализ
23. Микросервисная архитектура
24. Численные методы и цифровая обработка сигналов
25. Уравнения математической физики
26. Мультиагентные системы
27. Основы информационной безопасности
28. Нейросетевые технологии
29. Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности
30. Технологии компьютерного зрения
31. Современные методы компьютерного зрения
32. Обработка естественного языка
33. ИИ в робототехнике
34. Анализ и проектирование информационных систем
35. Технологии управления данными NoSQL
36. Теория вероятностей и математическая статистика
37. Технологии обработки больших данных
38. Многомерный статистический анализ
39. Интеллектуальные методы оптимизации
40. Современные технологии машинного обучения
41. Обработка данных на Python
42. Подготовка данных машинного обучения
43. Генеративные нейронные сети
44. DataOps & ML Ops
45. Коллективная разработка информационных систем
46. Анализ данных машинного обучения
47. Системы искусственного интеллекта

5. Содержание вопросов государственного экзамена

Математический анализ

1. Понятие предела последовательности и функции. Теоремы о пределах.
2. Непрерывность функции в точке и на отрезке. Свойства непрерывных функций.

Алгебра и аналитическая геометрия

3. Линейные пространства: определение, свойства, примеры.
4. Собственные значения и собственные векторы линейного оператора.

Физика

5. Кинематика и динамика материальной точки: основные понятия и законы (законы Ньютона).
6. Законы геометрической оптики: отражение и преломление света.

Дифференциальные уравнения

7. Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка: методы решения.
8. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков с постоянными коэффициентами.

Дискретная математика

9. Теория графов: основные понятия и свойства.
10. Булевы функции и их применение в информатике.

Компьютерные сети

11. Модель OSI и TCP/IP: сравнительный анализ.
12. Протоколы маршрутизации в компьютерных сетях.

Физические основы построения ЭВМ

13. Полупроводниковые элементы в цифровой схемотехнике.
14. Организация памяти в современных вычислительных системах.

Комплексный анализ

15. Функции комплексного переменного: основные понятия и свойства.
16. Интегральная формула Коши и ее применения.

Математический анализ

17. Определенный интеграл и его приложения.
18. Ряды: сходимость, признаки сходимости числовых рядов.

Базы данных

19. Реляционная модель данных: нормальные формы и целостность данных.
20. Язык SQL: основные операции и оптимизация запросов.

WEB-разработка

21. Архитектура REST API и принципы проектирования.
22. Современные фреймворки для frontend и backend разработки.

Объектно-ориентированное программирование и шаблоны проектирования

23. Основные принципы ООП: инкапсуляция, наследование, полиморфизм.
24. Классификация и примеры использования шаблонов проектирования.

Программирование

25. Динамическая память в C++. Указатели, ссылки, умные указатели.
26. Массивы и матрицы. Контейнер std:vector.

Алгоритмы и структуры данных

27. Сложность алгоритмов: асимптотический анализ.
28. Деревья и графы как структуры данных: основные алгоритмы.

Численные методы

29. Методы решения систем линейных уравнений.
30. Численное интегрирование и дифференцирование.

Кроссплатформные десктоп приложения

31. Архитектура кроссплатформенных приложений.
32. Фреймворки для создания кроссплатформенных приложений.

Функциональный анализ

33. Метрические и нормированные пространства.
34. Линейные операторы в функциональных пространствах.

Разработка мобильных приложений

35. Архитектура Android-приложений. Принципы SOLID, CLEAN. Жизненный цикл компонентов. Основы UI/UX в Android. Ресурсы приложения. Material Design.
36. Сервисы Android-приложений. Работа с камерой, сенсорами, геолокацией, уведомлениями.

DevOps

37. Принципы CI/CD и их реализация в проектах.
38. Инфраструктура как код (IaC): инструменты и практики.

Операционные системы

39. Управление памятью в операционных системах.
40. Планирование процессов и потоков.

Параллельное и низкоуровневое программирование

41. Многопоточное программирование: синхронизация и коммуникация. Потоки Posix. OpenMP.
42. Векторизация и оптимизация вычислений: SIMD, SSE, AVX.
GPU-программирование: основы архитектуры CUDA, модель потоков и памяти. OpenCL и ROCm: кроссплатформенные вычисления на GPU.

Алгебра и введение в тензорный анализ

43. Тензоры: основные понятия и операции.
44. Применение тензорного исчисления в машинном обучении.

Микросервисная архитектура

45. Принципы проектирования микросервисных архитектур.
46. Оркестрация микросервисов: инструменты и практики.

Численные методы и цифровая обработка сигналов

47. Дискретное преобразование Фурье и его применения.
48. Фильтрация сигналов: методы и алгоритмы.

Уравнения математической физики

49. Основные понятия вариационного исчисления: постановка задачи, уравнение Эйлера-Лагранжа. Экстремумы функционалов.
50. Преобразование Лапласа. Преобразования Фурье. Преобразования Бесселя, Меллина.

Мультиагентные системы

51. Архитектура и принципы работы мультиагентных систем (MAS) на основе LLM-агентов.
52. Коммуникация LLM-агентов. Память, эмбеддинги, инструменты, MCP.

Основы информационной безопасности

53. Криптографические методы защиты информации.
54. Угрозы информационной безопасности и методы защиты.

Нейросетевые технологии

55. Архитектуры нейронных сетей.
56. Алгоритмы обучения нейронных сетей.

Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности

57. Методы проектирования эффективных промптов для LLM.
58. Оценка качества и оптимизация промптов.

Технологии компьютерного зрения

59. Методы выделения и классификации признаков в изображениях.
60. Детекция и сегментация объектов на изображениях.

Современные методы компьютерного зрения

61. Глубокое обучение в задачах компьютерного зрения. Применение архитектур ResNet, Transformer. Трансферное обучение моделей.
62. 3D и 3D сверточные нейронные сети, принцип работы и основные блоки.

Обработка естественного языка

63. Векторные представления слов и текстов.

64. Современные архитектуры нейронных сетей для обработки естественного языка.

ИИ в робототехнике

65. Методы планирования траекторий и навигации роботов.
66. Сенсорная обработка и восприятие в робототехнике.

Анализ и проектирование информационных систем

67. IDEF0. DFD. BPMN.
68. UML, типы диаграмм, статические и динамические, диаграммы классов, объектов, компонентов и развертывания, диаграмма деятельности, диаграмма прототипов.

Технологии управления данными NoSQL

69. Типы NoSQL баз данных и их применение.
70. Модели согласованности в распределенных базах данных.

Теория вероятностей и математическая статистика

71. Основные распределения случайных величин и их свойства.
72. Статистические гипотезы и критерии проверки гипотез.

Технологии обработки больших данных

73. Архитектура Hadoop и экосистема больших данных.
74. Обработка потоковых данных: подходы и инструменты.

Многомерный статистический анализ

75. Методы снижения размерности в задачах анализа данных.
76. Кластерный анализ.

Интеллектуальные методы оптимизации

77. Генетические алгоритмы и эволюционные вычисления.
78. Методы роевого интеллекта в задачах оптимизации.

Современные технологии машинного обучения

79. Ансамблирование моделей машинного обучения.
80. Обучение с подкреплением: основные алгоритмы.

Обработка данных на Python

81. Библиотеки для анализа данных в Python: Pandas, NumPy.
82. Визуализация данных с использованием Matplotlib.

Подготовка данных машинного обучения

83. Методы обработки пропущенных значений и выбросов.
84. Feature engineering и feature selection.

Генеративные нейронные сети

85. Архитектуры GAN и их модификации.
86. Диффузионные модели и их применение.

DataOps & ML Ops

87. Принципы организации ML Ops в проектах.
88. Мониторинг и версионирование ML моделей.

Коллективная разработка информационных систем

89. Системы контроля версий и практики командной работы.
90. Code review и стандарты кодирования.

Анализ данных машинного обучения

91. Метрики оценки качества моделей машинного обучения.
92. Интерпретация и объяснение решений ML моделей.

Системы искусственного интеллекта

93. Архитектура экспертных систем и систем поддержки принятия решений.
94. Модели представления формализованных знаний. Инженерия онтологий.

6. Фонд оценочных средств для подготовки к сдаче и сдача государственного экзамена

Примерный перечень вопросов для подготовки к государственному экзамену

Государственный экзамен проводится в форме междисциплинарного экзамена. Тематика экзаменационных вопросов и заданий соответствует избранным дисциплинам из соответствующих разделов ОПОП по направлению 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии:

Математический и фундаментальный блок

Математический анализ

1. Сформулируйте и докажите теорему о достаточных условиях экстремума функции двух переменных. Проиллюстрируйте на примере.

2. Что такое несобственный интеграл? Сформулируйте признаки сравнения для несобственных интегралов 1-го рода.

Алгебра и аналитическая геометрия

3. Дайте определение линейного пространства. Что такое базис и размерность линейного пространства? Приведите примеры. Сформулируйте критерий Сильвестра знакоопределенности квадратичной формы.

4. Что такое собственные значения и собственные векторы линейного оператора? Опишите метод их нахождения.

Физика

5. Опишите основные понятия и законы кинематики и динамики материальной точки (законы Ньютона).

6. Сформулируйте законы геометрической оптики: отражения и преломления света.

Дифференциальные уравнения

7. Перечислите методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.

8. Опишите метод решения линейных дифференциальных уравнений высших порядков с постоянными коэффициентами.

Дискретная математика

9. Что такое граф? Опишите основные понятия и свойства теории графов.

10. Что такое булевы функции и каково их применение в информатике?

Комплексный анализ

11. Что такое функции комплексного переменного? Опишите их основные свойства.

12. Сформулируйте интегральную формулу Коши и опишите её применения.

Численные методы

13. Сравните методы решения систем линейных алгебраических уравнений: точные (например, метод Гаусса) и итерационные (например, метод Якоби или Зейделя). Укажите их достоинства, недостатки и области применимости.

14. Опишите метод Рунге-Кутты для решения обыкновенных дифференциальных уравнений. В чем его преимущества перед методом Эйлера?

Функциональный анализ

15. Что такое метрические и нормированные пространства?

16. Дайте определение линейных операторов в функциональных пространствах.

Алгебра и введение в тензорный анализ

17. Что такое тензоры? Опишите основные операции над тензорами.

18. Где применяется тензорное исчисление в машинном обучении?

Уравнения математической физики

19. Опишите основные понятия вариационного исчисления: постановка задачи, уравнение Эйлера-Лагранжа.

20. Что такое преобразования Лапласа, Фурье, Бесселя? Опишите их свойства.

Теория вероятностей и математическая статистика

21. Сформулируйте и докажите центральную предельную теорему (Ляпунова или Линдеберга-Леви). В чем её практическое значение?

22. Дайте определение условной вероятности. Сформулируйте и докажите формулу полной вероятности и формулу Байеса.

Многомерный статистический анализ

23. Какие методы снижения размерности используются в задачах анализа данных?

24. Что такое кластерный анализ? Опишите основные алгоритмы.

Интеллектуальные методы оптимизации

25. Как работают генетические алгоритмы и эволюционные вычисления?

26. Опишите методы роевого интеллекта в задачах оптимизации.

Блок программирования и компьютерных наук

Компьютерные сети

27. В чем заключается разница между моделями OSI и TCP/IP?

28. Опишите основные протоколы маршрутизации в компьютерных сетях.

Физические основы построения ЭВМ

29. Какие полупроводниковые элементы используются в цифровой схемотехнике?

30. Как организована память в современных вычислительных системах?

Базы данных

31. Что такое реляционная модель данных? Опишите нормальные формы и целостность данных.

32. Перечислите основные операции языка SQL и методы оптимизации запросов.

Объектно-ориентированное программирование и шаблоны проектирования

33. Что такое инкапсуляция, наследование и полиморфизм? Поясните на примерах.

34. Как классифицируются шаблоны проектирования? Приведите примеры их использования.

Программирование

35. Как работает динамическая память в C++? Поясните разницу между указателями, ссылками и умными указателями.

36. Что такое контейнер std::vector? Опишите его основные характеристики и методы.

Алгоритмы и структуры данных

37. Что такое асимптотическая сложность алгоритмов? Поясните методы её анализа. Проанализируйте временную и пространственную сложность алгоритмов сортировки (быстрая сортировка, сортировка слиянием, пирамидальная сортировка).

38. Опишите основные алгоритмы работы с деревьями и графами как структурами данных.

Операционные системы

39. Как осуществляется управление памятью в операционных системах?

40. Опишите алгоритмы планирования процессов и потоков.

Параллельное и низкоуровневое программирование

41. Что такое многопоточное программирование? Опишите методы синхронизации и коммуникации.

42. В чем заключается разница между SIMD, SSE и AVX при векторизации вычислений?

Технологии управления данными NoSQL

43. Какие типы NoSQL баз данных существуют и где они применяются? Что такое векторные базы данных и как они используются в приложениях ИИ?

44. Что такое модели согласованности в распределенных базах данных?

Обработка данных на Python

45. Какие библиотеки для анализа и визуализации данных в Python вы знаете? Опишите возможности Pandas и NumPy.

46. Опишите основные структуры данных библиотеки Pandas (Series и DataFrame). Как выполняются операции выборки, фильтрации и агрегации данных?

Блок машинного обучения и компьютерного зрения

Нейросетевые технологии

47. Опишите известные вам архитектуры нейронных сетей?

48. Какие алгоритмы используются для обучения глубоких нейронных сетей?

Технологии компьютерного зрения

49. Какие методы выделения и классификации признаков применяются в компьютерном зрении?

50. Опишите методы детекции и сегментации объектов на изображениях.

Современные методы компьютерного зрения

51. Как применяется глубокое обучение в задачах компьютерного зрения? Опишите архитектуры ResNet и Transformer.

52. Что такое 3D сверточные нейронные сети? Опишите их основные блоки и принцип работы.

Обработка естественного языка

53. Что такое векторные представления слов и текстов? Опишите основные методы их получения.

54. Какие современные архитектуры нейронных сетей используются для обработки естественного языка?

Современные технологии машинного обучения

55. В чем разница между обучением с учителем и без учителя? Приведите по два примера алгоритмов для каждого типа и задач, которые они решают. Опишите метод опорных векторов (SVM) для линейно разделимой выборки.

56. Какие основные алгоритмы обучения с подкреплением вы знаете? Что такое ансамблирование моделей машинного обучения? Опишите основные методы

Генеративные нейронные сети

57. Опишите архитектуры Generative Adversarial Networks (GAN) и их модификации.

58. Что такое диффузионные модели? Опишите их применение.

Подготовка данных машинного обучения

59. Какие методы обработки пропущенных значений и выбросов существуют?

60. Что такое feature engineering и feature selection? Опишите основные подходы.

Анализ данных машинного обучения

61. Какие метрики оценки качества моделей машинного обучения вы знаете?

62. Как осуществляется интерпретация и объяснение решений ML-моделей?

Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности

63. Какие методы проектирования эффективных промптов для LLM вы знаете?

64. Как осуществляется оценка качества и оптимизация промптов?

ИИ в робототехнике

65. Какие методы планирования траекторий и навигации используются в робототехнике?

66. Как организована сенсорная обработка и восприятие в робототехнике?

Мультиагентные системы

67. Опишите архитектуру мультиагентных систем (MAS) на основе LLM-агентов.

68. Как организована коммуникация LLM-агентов? Опишите работу с памятью, эмбеддингами и инструментами.

Системы искусственного интеллекта

69. Опишите компоненты и этапы создания экспертных систем и систем поддержки принятия решений.

70. Какие модели представления формализованных знаний существуют? Опишите инженерию онтологий.

Блок промышленной разработки и MLOps

WEB-разработка

71. Что такое архитектура REST? Опишите ее принципы и ограничения.

72. Опишите основные принципы реактивного программирования и управления состоянием библиотек React и Redux.

Кроссплатформные десктоп приложения

73. Опишите особенности архитектуры кроссплатформенных десктоп приложений.

74. Какие языки программирования и фреймворки используются для создания кроссплатформенных десктоп приложений?

Разработка мобильных приложений

75. Опишите архитектуру Android-приложений: принципы SOLID, CLEAN, жизненный цикл компонентов.

76. Как организована работа с сервисами в Android-приложениях (камера, сенсоры, геолокация)?

DevOps

77. Что такое принципы CI/CD? Опишите их реализацию в проектах.

78. Что такое инфраструктура как код (IaC)? Перечислите основные инструменты и практики.

Микросервисная архитектура

79. Какие принципы лежат в основе проектирования микросервисных архитектур?

80. Как осуществляется оркестрация микросервисов? Опишите инструменты и практики.

DataOps & ML Ops

81. Опишите основные принципы организации ML Ops в проектах? Как работает DVS?

82. Как осуществляется мониторинг и версионирование ML-моделей?

Коллективная разработка информационных систем

83. Какие системы контроля версий и практики командной работы вы знаете?

84. Что такое code review? Опишите стандарты кодирования.

Технологии обработки больших данных

85. Опишите принцип работы алгоритмов MapReduce.

86. Какие подходы и инструменты используются для обработки потоковых данных?

Основы информационной безопасности

87. Опишите основные криптографические методы защиты информации.

88. Какие угрозы информационной безопасности существуют и методы защиты от них?

Анализ и проектирование информационных систем

89. В чем разница между методологиями IDEF0, DFD и BPMN?

90. Какие типы диаграмм UML вы знаете? Опишите диаграммы классов, объектов, компонентов и развертывания.

Критерии результатов на государственном экзамене

При оценке уровня профессиональной подготовленности по результатам государственного экзамена необходимо учитывать следующие критерии:

– знание студентом учебного материала предмета (учебных дисциплин);

– умение выделять существенные положения предмета;

– умение формулировать конкретные положения предмета;

– умение применять теоретические знания для анализа конкретных ситуаций и решения прикладных проблем;

– общий (культурный) и специальный (профессиональный) язык ответа.

На каждый вопрос предполагается, что экзаменуемый приводит полный развернутый ответ, включающий в себя основные определения и понятия, а также доказательства

необходимых утверждений и теорем. При необходимости приводит примеры и контрпримеры. Государственная экзаменационная комиссия задает экзаменуемому дополнительные вопросы, соответствующие программе итоговой государственный аттестации.

Шкала оценивания ответа на вопрос

Характеристика ответа	Оценка в баллах
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по теме, доказательно раскрыты основные положения вопросов, приведены необходимые примеры и контрпримеры; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий; показано полное понимание темы	отлично
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен. В формулировках утверждений присутствуют незначительные неточности, или при их доказательстве имеются несущественные пропуски. Могут отсутствовать примеры. Дан полный ответ на основные вопросы, однако бакалавр не ответил на дополнительный вопрос	хорошо
Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Обучающийся не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Приведен неполный ответ на поставленный вопрос, некоторые моменты изложены излишне кратко. частичный ответ на все вопросы или развернутый ответ на два вопроса, а ответ на третий – отсутствует	удовлетворительно
Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют требуемые доказательства утверждений. В ответе имеются грубые ошибки, отсутствуют важные понятия и определения. Не получен ответ на большую часть вопросов	неудовлетворительно

Оценка государственного экзамена выставляется на основании следующих критериев:

№ пп	Шкала оценивания	Критерии оценивания
1	Отлично	свободное владение основным материалом без ошибок и погрешностей, все компетенции (части компетенций), относящиеся к данной дисциплине, освоены полностью на высоком уровне, сформирована устойчивая система компетенций
2	Хорошо	владение основным материалом с рядом заметных погрешностей, компетенции (части компетенций), относящиеся к данной дисциплине в целом освоены
3	Удовлетворительно	владение минимальным материалом, по освещаемым вопросам, наличие ошибок, способность решения основных задач, уровень сформированности компетенций (частей компетенций), относящихся к данной дисциплине – минимально необходимый для достижения основных целей обучения
4	Неудовлетворительно	владение материалом недостаточно, необходима

№ пп	Шкала оценивания	Критерии оценивания
		дополнительная подготовка, уровень сформированности компетенций (частей компетенций), относящихся к освещаемым темам – недостаточный для достижения основных целей обучения

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся при подготовке к сдаче государственного экзамена

Учебно-методическим обеспечением самостоятельной работы студентов при подготовке к сдаче и сдача государственного экзамена являются:

1. учебная литература;
2. нормативные документы, регламентирующие проведение государственного экзамена;
3. методические разработки для студентов, определяющие порядок самостоятельной работы студентов при подготовке к сдаче и сдача государственного экзамена.

Для самостоятельной работы представляется аудитория с компьютером и доступом в Интернет, к электронной библиотеке вуза и к информационно-справочным системам.
Перечень учебно-методического обеспечения:

1. Основная образовательная программа высшего образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.
2. Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный университет».
3. Положение об организации практики студентов в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный университет».
4. Общие требования к построению, содержанию, оформлению и утверждению рабочей программы практики (учебной/производственной) Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования. СМК МИ 3.1.8-12-10.
5. Методические рекомендации по содержанию, оформлению и применению образовательных технологий и оценочных средств в учебном процессе, основанном на Федеральном государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования СМК МР 3.1.8-4-11.
6. Учебный план основной образовательной программы по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.
7. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.
8. Литература согласно ниже приведенного списка.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

–в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

8. Методические указания по подготовке к сдаче и сдача государственного экзамена

Для проведения государственной итоговой аттестации формируются государственные экзаменационные комиссии для защиты выпускной квалификационной работы и для проведения государственных экзаменов по соответствующему направлению подготовки высшего образования.

Задача ГАК – выявление качеств профессиональной подготовки бакалавра-выпускника и принятия решения о присвоении ему квалификации «бакалавр».

Государственная экзаменационная комиссия руководствуется в своей деятельности нормативными актами об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений Российской Федерации, Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, иными локальными актами ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» и настоящей программой.

Государственный экзамен по направлению подготовки и защита выпускной квалификационной работы магистра проводится на заседаниях Государственной экзаменационной комиссии. Присутствие посторонних лиц на государственных экзаменах допускается только с разрешения ректора (проректора) вуза.

Выпускники, не сдавшие итоговый государственный экзамен, к защите выпускной квалификационной работы не допускаются.

Порядок проведения аттестационных испытаний определяется действующим законодательством. Студенты обеспечиваются программами экзаменов, им создаются необходимые для подготовки условия, накануне государственных экзаменов проводятся консультации.

До сведения студентов не позднее, чем за шесть месяцев до начала итоговой государственной аттестации доводятся:

сроки проведения государственных аттестационных испытаний по данному направлению подготовки высшего образования;

форма проведения государственных аттестационных испытаний;

процедура проведения государственных аттестационных испытаний;

критерии и параметры оценки результатов сдачи государственных экзаменов и защиты выпускных квалификационных работ.

При самостоятельной работе студентам необходимо изучить литературу, приведенную в перечнях выше, для осмысления вводимых понятий, анализа предложенных подходов и методов разработки программ. При решении задач, студент должен уметь выбрать эффективные и надежные методы, структуры данных для представления информации, подобрать соответствующие алгоритмы для их обработки.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта

между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Государственный междисциплинарный экзамен по направлению 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии проводится в устной форме с обязательным составлением письменных тезисов ответов на специально подготовленных для этого бланках и включает вопросы по дисциплинам, входящим в раздел 6 настоящей программы.

Вопросы по дисциплинам формируются исходя из требований государственного образовательного стандарта по направлению в соответствии с утвержденными рабочими программами. Список вопросов по каждой дисциплине, входящей в государственный междисциплинарный экзамен, утверждается на заседании кафедры прикладной математики.

В билеты государственного экзамена включаются три вопроса. Ознакомление обучаемых с содержанием экзаменационных билетов запрещается.

Ответы обучаемых на все поставленные вопросы заслушиваются членами государственной экзаменационной комиссии, каждый из которых выставляет в оценочный лист частные оценки по отдельным вопросам экзамена и итоговую оценку, являющуюся результирующей по всем вопросам. Оценка знаний обучаемого на экзамене выводится по частным оценкам ответов на вопросы билета членов комиссии. В случае равного количества голосов мнение председателя является решающим.

Для ответа на билеты студентам предоставляется возможность подготовки в течение не менее 30 минут. Для ответа на вопросы билета каждому студенту предоставляется время для выступления (не более 10 минут), после чего председатель государственной экзаменационной комиссии предлагает ее членам задать студенту дополнительные вопросы в рамках тематики вопросов в билете. Если студент затрудняется при ответе на дополнительные вопросы, члены комиссии могу задать вопросы в рамках тематики программы государственного междисциплинарного экзамена. По решению председателя государственной экзаменационной комиссии студента могут попросить отвечать на дополнительные вопросы членов комиссии и после его ответа на отдельный вопрос билета, а также ответить на другие вопросы, входящие в программу государственного междисциплинарного экзамена.

Ответы студентов оцениваются каждым членом комиссии, а итоговая оценка по пятибалльной системе выставляется в результате закрытого обсуждения. При отсутствии большинства в решении вопроса об оценке, решающий голос принадлежит председателю государственной экзаменационной комиссии по приему междисциплинарного экзамена. Результаты междисциплинарного экзамена объявляются в день его проведения после оформления протокола заседания государственной экзаменационной комиссии.

Каждый студент имеет право ознакомиться с результатами оценки своей работы. Листы с ответами студентов на экзаменационные вопросы хранятся в течение одного месяца на выпускающей кафедре. Результаты проведения государственного междисциплинарного экзамена рассматриваются на заседании кафедры прикладной математики.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

I. Цель и задачи экзамена

Цель**:** Комплексная оценка уровня теоретической и практической подготовки выпускника, его способности системно мыслить, применять полученные знания для решения профессиональных задач и владения терминологией.

Задачи**:**

- Проверить усвоение фундаментальных понятий и концепций по всей программе обучения.
- Оценить умение анализировать, сравнивать и синтезировать знания из разных дисциплин.
- Определить уровень сформированности профессионального мышления и способности решать комплексные задачи.
- Проверить готовность к самостоятельной профессиональной деятельности.

II. Структура и формат экзамена

1. Формат**:** Экзамен проводится в устной форме. Студент билет, содержащий 2-3 вопроса из различных областей подготовки.
2. Время подготовки**:** 25-30 минут.
3. Время ответа**:** 10 минут на билет.
4. Критерии оценки:

«Отлично»: Полный, развернутый ответ на все вопросы. Демонстрация глубокого понимания материала, умения строить логические связи между дисциплинами. Свободное владение терминологией. Возможность привести точные примеры и ответить на все дополнительные вопросы комиссии.

«Хорошо»: В основном правильный и полный ответ на вопросы. Наличие незначительных ошибок или неточностей. Умение строить связный рассказ, но с некоторыми затруднениями в ответах на уточняющие вопросы.

«Удовлетворительно»: Ответ в целом правильный, но неполный. Наличие пробелов в знаниях, затруднения с терминологией, неумение привести примеры или построить междисциплинарные связи. Ответы на дополнительные вопросы с серьезными затруднениями.

«Неудовлетворительно»: Наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сути вопросов, значительные пробелы в знаниях.

III. Этапы подготовки к экзамену

Этап 1. Стратегическое планирование (начало семестра)

Составьте план-график: Разделите все дисциплины на блоки (как в предоставленном списке вопросов). Распределите их изучение по неделям, оставив последние 2-3 недели на повторение и решение проблемных тем.

Соберите ресурсы: Найдите все лекции, учебники, конспекты, практические работы за все годы обучения. Создайте единую папку (как цифровую, так и, при желании, бумажную).

Этап 2. Систематизация знаний (в течение семестра)

Не просто читайте, а структурируйте**:** По каждой теме создавайте интеллект-карты (mind maps) или конспекты-шпаргалки, где выделяются основные понятия, определения, алгоритмы, плюсы/минусы, связи с другими темами.

От общего к частному: Сначала убедитесь, что вы понимаете общую концепцию (например, «что такое MLOps?»), а затем углубляйтесь в детали (инструменты, этапы жизненного цикла).

Формулируйте ответы устно: Проговаривайте ответы на вопросы вслух. Это помогает выявить слабые места в понимании и натренировать навык устной речи.

Этап 3. Углубленное изучение и установление связей (за 1-2 месяца до экзамена)

Решайте комплексные задачи: Подумайте, как знания из разных курсов сочетаются в реальном проекте. Например, как для развертывания ML-модели (Машинное обучение) вам понадобятся Docker (Микросервисная архитектура), оркестратор (MLOps), мониторинг (Высоконагруженные приложения) и обеспечение безопасности (Безопасность ИС).

Готовьте примеры: Для каждого теоретического положения готовьте конкретный пример: не просто «что такое переобучение», а «как бороться с переобучением в Random Forest с помощью параметра `max_depth`».

Работайте в группах: Обсуждайте вопросы с одногруппниками. Объяснение материала другому – лучший способ проверить и углубить собственное понимание.

Этап 4. Финальное повторение и психологическая подготовка (последняя неделя)

Повторяйте по блокам: Пробегитесь по всем своим конспектам и интеллект-картам, активируя знания.

Прорешайте типовые вопросы: Отвечайте на вопросы из списка в случайном порядке, имитируя ситуацию на экзамене.

Отдыхайте и высыпайтесь: Нельзя эффективно работать с информацией в состоянии стресса и усталости.

IV. Рекомендации по ответу на экзамене

1. Используйте время подготовки рационально:

Быстро набросайте структуру ответа на каждый вопрос в виде тезисного плана. Это ваш каркас, который не даст вам сбиться.

Продумайте, какие примеры и междисциплинарные связи вы будете использовать.

2. Структурируйте свой ответ:

Начало: Дайте четкое определение основным терминам из вопроса. («Машинное обучение – это...», «REST API – это...»).

Основная часть: Раскройте суть вопроса логично и последовательно. Сравнивайте, приводите аргументы «за» и «против», используйте схемы (если позволяет ситуация). («Существует три основных типа обучения...», «Архитектура микросервисов, в отличие от монолитной, имеет следующие преимущества... но и недостатки...»).

Междисциплинарные связи: Покажите, как вопрос связан с другими областями. («Этот метод оптимизации применим не только в машинном обучении, но и в задачах исследования операций»).

Примеры: Обязательно приведите конкретный пример из практики или гипотетический кейс.

Заключение: Сделайте краткий вывод.

3. Взаимодействие с комиссией:

- Начинайте ответ без дополнительного приглашения, уверенно.
- Держитесь спокойно и уважительно. Смотрите на всех членов комиссии.
- Если вопрос непонятен, не стесняйтесь переспросить или уточнить («Правильно ли я понимаю, что вы спрашиваете о...?»).

- Если вы не знаете точного ответа, не молчите. Опирайтесь на смежные знания. Можно сказать: «Я не помню точную формулировку, но могу рассказать об общем принципе...». Это показывает вашу способность мыслить.

V. Типичные ошибки и как их избежать

- *Ошибка:* Неумение сформулировать мысль, ответ в стиле «поток сознания».
  Решение: Тренируйтесь структурировать ответы по плану.
- *Ошибка:* Заучивание текстов без понимания сути.
  Решение: Всегда задавайте себе вопрос «Почему?» и «Как это применяется?».
- *Ошибка:* Паника и ступор при незнании части ответа.
  Решение: Помните, что можно говорить о том, что вы знаете, даже если это не полностью отвечает на вопрос. Комиссия ценит попытку мыслить.
- *Ошибка:* Использование жаргона или, наоборот, излишне упрощенный язык.
  Решение: Используйте корректную профессиональную терминологию, но будьте готовы объяснить сложные понятия простыми словами.

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для подготовки к государственному экзамену

9.1 Учебная литература

1. Астапов, Михаил Борисович (КубГУ). Структура и оформление бакалаврской, дипломной, курсовой работ и магистерской диссертации : учебно-методические указания / составители М. Б. Астапов, Ж. О. Карапетян, О. А. Бондаренко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный университет" (ФГБОУ ВО "КубГУ"). - Краснодар : Кубанский государственный университет, 2021. - 48 с.
URL:http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=230160&idb=0

2. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие для вузов / Н. В. Голубева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-8721-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=147663&idb=0

3. Коваленко, А. В. Интеллектуальные информационные системы в экономике: учебное пособие / А. В. Коваленко, Е. В. Казаковцева. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 222 с. — ISBN 978-5-4497-1658-3. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART [сайт]. — URL: http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=270070&idb=0

4. Коваленко, А. В. Искусственный интеллект в экономике: монография / А. В. Коваленко, Е. В. Казаковцева. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 347 с. — ISBN 978-5-4497-1656-9. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=270069&idb=0

5. Коваленко, А. В. Нейросетевые технологии в экономике: учебное пособие / А. В. Коваленко, Е. В. Казаковцева. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 183 с. — ISBN 978-5-4497-1633-0. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL:http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=270068&idb=0

6. Халафян, Алексан Альбертович (КубГУ). Методы машинного обучения в Data Mining пакета STATISTICA: учебное пособие для студентов / А. А. Халафян. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2022. - 259 с.: ил. - Библиогр.: с. 257-258. - ISBN 978-5-9912-0975-

5: 649 p. - Текст: непосредственный. (15 экз. в НБ КубГУ). URL: http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=262989&idb=0

7. Халафян А.А. Системный анализ: учебное пособие / А. А. Халафян, Г. В. Калайдина, В. А. Акиньшина, Е. Ю. Пелипенко; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2020. - 179 с.: ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 178. - ISBN 978-5-8209-1773-8: 29 р. 11 к. - Текст: непосредственный. (32 экз. в НБ КубГУ) URL:http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=197990&idb=0

8. Математические методы и модели исследования операций: учеб. пособие / Калайдина Г.В., Силинская С.М., Коваленко А.В., Кармазин В.Н – Краснодар, КубГУ. – 2022. – 121 с. URL:http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=263540&idb=0

9. Кулямин В. В. Технологии программирования. Компонентный подход: учебное пособие.- М.: Интернет-Университет Информационных Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 463 с. (38 экз. в библиотеке КубГУ). URL:http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=84705&idb=0

10.Орлов, С. А. Технологии разработки программного обеспечения [Текст]: учебник/ С.А. Орлов. - СПб. : ПИТЕР, 2002. - 463с. - (Учебник для вузов). - Библиогр.:с.454-457 . - Алф. указ.: с. 458-463. (37 экз. в библиотеке КубГУ). URL:http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=35593&idb=0

11.Павловская Т. А. C#. Программирование на языке высокого уровня: учебник для вузов / Т. А. Павловская. - Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2014. - 432 с.: ил. - (30 экз. в библиотеке КубГУ). URL:http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=59750&idb=0

12.Мокий, В. С. Методология научных исследований. Трансдисциплинарные подходы и методы : учебное пособие для вузов / В. С. Мокий, Т. А. Лукьянова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 229 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13916-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/493258 (дата обращения: 27.11.2024).

13.Постолит, Анатолий Владимирович. Основы искусственного интеллекта в примерах на Python : самоучитель / Анатолий Постолит. - 2-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2024. - 446 с. : ил. - (Самоучитель). - Библиогр.: с. 440-443. - ISBN 978-5-9775-1818-5 http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=276189&idb=0

14.Жданов, А. А. Автономный искусственный интеллект : учебное пособие / А. А. Жданов. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2024. - 362 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/387629 (дата обращения: 19.02.2024)

15.Михайлов, Г. А. Статистическое моделирование. Методы Монте-Карло : учебное пособие для вузов / Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 323 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11518-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/494032 (дата обращения: 27.11.2024).

16.Свешников, А. А. Прикладные методы теории вероятностей : учебник / А. А. Свешников. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1219-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210821 (дата обращения: 27.11.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

17.Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети / В. С. Ростовцев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 216 с. — ISBN 978-5-507-46446-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

https://e.lanbook.com/book/310184 (дата обращения: 27.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

18.Брантон, Стивен Л. Анализ данных в науке и технике = Data-Driven Science and Engineering : машинное обучение, динамические системы и управление / Стивен Л. Брантон, Дж. Натан Куц ; перевод с английского А. А. Слинкина. - Москва: ДМК Пресс, 2021. - 541 с.:- ISBN 978-1-108-42209-3. - ISBN 978-5-97060-910-1 – URL: http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=255429&idb=0

19.Уиндер, Фил. Обучение с подкреплением для реальных задач : инженерный подход / Фил Уиндер ; перевод с английского Екатерины Черских. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2023. - 400 с. : ил. - ISBN 978-1-098-11483-1. - ISBN 978-5-9775-6885-2 – URL: http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=268551&idb=0

20.Новиков, Ф. А. Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний : учебное пособие для вузов / Ф. А. Новиков. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 278 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00734-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://www.urait.ru/bcode/490386 (дата обращения: 27.11.2024).

21.Белов, П. Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование в 3 ч. Часть 3 : учебник и практикум для вузов / П. Г. Белов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 272 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02609-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490636 (дата обращения: 27.11.2024).

22.Алексеева, М. Б. Теория систем и системный анализ : учебник и практикум для вузов / М. Б. Алексеева, П. П. Ветренко. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 304 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00636-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/489572 (дата обращения: 27.11.2024).

23.Внуков, А. А. Защита информации : учебное пособие для вузов / А. А. Внуков. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 161 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07248-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/512268 (дата обращения: 27.11.2024).

24.Калайдин, Евгений Николаевич (КубГУ). Теория игр. Кооперативные игры: учебное пособие / Е. Н. Калайдин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар : Кубанский государственный университет, 2021. - 80 с. - Библиогр.: с. 79. - ISBN 978-5-8209-1904-6. – URL: http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=220641&idb=0

25. Баранова, Е. К. Информационная безопасность и защита информации : учебное пособие / Е.К. Баранова, А.В. Бабаш. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2022. — 336 с. — (Высшее образование). — DOI: https://doi.org/10.29039/1761-6. - ISBN 978-5-369-01761-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/1861657 (дата обращения: 27.11.2024). – Режим доступа: по подписке.

26. Богатырев, В. А. Информационные системы и технологии. Теория надежности : учебное пособие для вузов / В. А. Богатырев. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 366 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15951-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/510320 (дата обращения: 27.11.2024).

27. Проектирование информационных систем : учебник и практикум для вузов / под общей редакцией Д. В. Чистова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 258 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00492-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/489307 (дата обращения: 20.11.2024).

28. Грекул, В. И. Проектирование информационных систем : учебник и практикум для вузов / В. И. Грекул, Н. Л. Коровкина, Г. А. Левочкина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 385 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8764-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/489918 (дата обращения: 20.11.2024).

29. Ботрос, Сильвия. MySQL по максимуму = High performance MySQL : проверенные стратегии / Сильвия Ботрос, Джереми Тинли ; [перевел с английского В. Дмитрущенков]. - 4-е изд. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2023. - 430 с. : ил. - (Бестселлеры O'Reilly). - ISBN 978-1492080510. - ISBN 978-5-4461-2261-5 : 2384 р. 49 к. - Текст : непосредственный. URL: http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=276240&idb=0

30. Галиаскаров, Э. Г. Анализ и проектирование систем с использованием UML : учебное пособие для вузов / Э. Г. Галиаскаров, А. С. Воробьев. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 125 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14903-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/544559 (дата обращения: 20.11.2024).

31. Черткова, Е. А. Программная инженерия. Визуальное моделирование программных систем : учебник для вузов / Е. А. Черткова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 146 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18197-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/534516 (дата обращения: 20.11.2024).

32. Белоконская, Е. Г. Интернет-трейдинг: как грамотно вложить и приумножить сбережения / Елена Белоконская. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023 ; Алматы : EDP Hub (Идипи Хаб), 2023. – 163 с. – ISBN 978-5-4497-2083-2 – Текст : непосредственный. — URL: http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=275961&idb=0

33. Иванилова, С. В. Биржевое дело : учебное пособие / С. В. Иванилова. - 4-е изд., стер. – Москва : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К°", 2022. – ISBN 978-5-394-05075-6 – Текст : непосредственный. — URL: http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=261018&idb=0

34. Григорьев, А. Машинное обучение : портфолио реальных проектов / Алексей Григорьев ; перевел с английского Р. Чикин. – Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2023. – 496 с. – ISBN 978-5-4461-1978-3. – ISBN 978-1617296819 – Текст : непосредственный. — URL: http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=276186&idb=0

35. Постолит, А. В. Основы искусственного интеллекта в примерах на Python : самоучитель / Анатолий Постолит. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2024. – 446 с. – ISBN 978-5-9775-1818-5 – Текст : непосредственный. — URL: http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=276189&idb=0

36. Жданов, А. А. Автономный искусственный интеллект : учебное пособие / А. А. Жданов. – 5-е изд. – Москва : Лаборатория знаний, 2024. – 362 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/387629 (дата обращения: 19.02.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-93208-674-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=144012&idb=0

37. Курейчик, В. М. Учебное пособие по курсу «Дискретная математика». Раздел «Теория графов» : учебное пособие / В. М. Курейчик, В. В. Курейчик, Е. Р. Мунтян ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2022. - 164 с. - ISBN 978-5-9275-4257-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2039100 (дата обращения: 27.11.2024). – Режим доступа: по подписке.

38.Григорьев, Алексей. Машинное обучение: портфолио реальных проектов / Алексей Григорьев; перевел с английского Р. Чикин. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2023. -

496 с. : ил. - (Библиотека программиста). - ISBN 978-5-4461-1978-3. - ISBN 978-1617296819 – URL: http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=276186&idb=0

39.Халафян, Алексан Альбертович . Методы машинного обучения в Data Mining пакета STATISTICA : учебное пособие для студентов /А. А. Халафян. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2022. - 259 с.: ил. - Библиогр.: с. 257-258. - ISBN 978-5-9912-0975-5 - URL: http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=262989&idb=0

40. Янсен, Стефан. Машинное обучение для алгоритмической торговли на финансовых рынках. Практикум : [разработка инвестиционных стратегий на основе интеллектуальных, обучаемых на данных алгоритмов и их реализации на языке Python] : пер. с англ. / Стефан Янсен. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2020. - 560 с. : ил. - ISBN 978-1-78934-641-1. - ISBN 978-5-9775-6595-0 – URL: http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=254041&idb=0

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

9.2 Периодические издания и конференции (А*):

1. IEEE Transactions on Big Data – научные статьи по обработке больших данных.
2. Journal of Big Data (SpringerOpen) – открытый журнал с исследованиями в области Big Data.
3. Big Data Research (Elsevier) – публикации по анализу, управлению и визуализации данных.
4. Data Science Journal (CODATA) – междисциплинарные исследования данных.
5. ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD) – методы извлечения знаний из больших данных.
6. https://openreview.net/forum?id=FMMF1a9ifL
7. https://openreview.net/forum?id=ElUrNM9U8c#discussion
8. https://openreview.net/forum?id=JoO6mtCLHD
9. https://aclanthology.org/2024.findings-emnlp.760/
10. https://aclanthology.org/2020.coling-main.588/
11. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-72113-8_30
12. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-42448-9_10
13. https://aclanthology.org/2024.findings-naacl.288/
14. Базы данных компании «ИВИС» https://eivis.ru/
15. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU https://grebennikon.ru/

9.3 Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» https://urait.ru/
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» https://www.book.ru
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) http://webofscience.com/
2. Scopus http://www.scopus.com/
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com

4. Журналы издательства Wiley https://onlinelibrary.wiley.com/
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) http://www.elibrary.ru/
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН http://archive.neicon.ru
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) https://rusneb.ru/
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина https://www.prlib.ru/
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action
10. Springer Journals https://link.springer.com/
11. Nature Journals https://www.nature.com/siteindex/index.html
12. Springer Nature Protocols and Methods https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols
13. Springer Materials http://materials.springer.com/
14. zbMath https://zbmath.org/
15. Nano Database https://nano.nature.com/
16. Springer eBooks: https://link.springer.com/
17. "Лекториум ТВ" http://www.lektorium.tv/
18. Университетская информационная система РОССИЯ http://uisrussia.msu.ru

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. КиберЛенинка (http://cyberleninka.ru/);
2. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации https://www.minobrnauki.gov.ru/;
3. Федеральный портал "Российское образование" http://www.edu.ru/;
4. Лекториум ТВ - видеолекции ведущих лекторов России http://www.lektorium.tv/
5. Приоритетные научные направления РУДН. Специальные коллекции https://priority-lib.rudn.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/);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" https://pushkininstitute.ru/;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" http://gramota.ru/;
11. Служба тематических толковых словарей http://www.glossary.ru/;
12. Словари и энциклопедии http://dic.academic.ru/;

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ
http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ
http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6
3. Открытая среда модульного динамического обучения КубГУ
https://openedu.kubsu.ru/
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций http://infoneeds.kubsu.ru/
5. Электронный архив документов КубГУ http://docspace.kubsu.ru/

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы, подготовка к семинарским занятиям	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 22.03.2023 г. Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 22.03.2023 г.
2	Подготовка эссе, рефератов, курсовых работ.	Методические указания для подготовки эссе, рефератов, курсовых работ, утвержденные на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 22.03.2023 г.
3	Выполнение самостоятельной работы обучающихся	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 22.03.2023 г.
4	Интерактивные методы обучения	Методические указания по интерактивным методам обучения, утвержденные на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 22.03.2023 г.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

10. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер ауд. 129, 131, А-305, А-307	MS Office Word 2016 и выше Ms Power Point 2016 и выше
Учебные аудитории для проведения текущего контроля (Ауд. 101, 102, 105/1, 106 и 106а)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: Экран, компьютер Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную	Браузер Google Chrome, Jupyter Notebook 6.3.0 и выше (язык Python с библиотеками Numpy, Pandas, gensim, NLTK, PyMorphy, фреймворком PyTorch)

	среду образовательной организации	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации (Ауд. 129, 131, А-305, А-307)	Мебель: учебная мебель	-
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ (Ауд. 101, 102, 105/1, 106 и 106а)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, компьютер Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации	Браузер Google Chrome, Jupyter Notebook 6.3.0 и выше (язык Python с библиотеками Numpy, Pandas, gensim, NLTK, PyMorphy, фреймворком PyTorch)

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, вебкамеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	MS Office Word 2016 и выше Ms Power Point 2016 и выше
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Ауд. 101, 102, 103, 105/1, 106 и 106а)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, вебкамеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Браузер Google Chrome, Matlab, Jupyter Notebook 6.3.0 и выше (язык Python с библиотеками Numpy, Pandas, gensim, NLTK, PyMorphy, фреймворком PyTorch)

№	Продукт	Параметры продукта	Кол-во	Кол-во конфигураций	Ед. изм.
1	Виртуальная машина	Виртуальная машина 10% vCPU 2 vCPU 4 RAM	1	60	Шт

		ОС Ubuntu 22.04	1		Шт
		Системный диск SSD	1		Шт
			10		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
2	Виртуальная машина с GPU	Виртуальная машина с GPU NVIDIA® Tesla® V100 2 GPU 8 vCPU 128 ГБ RAM	1	1	Шт
		ОС Ubuntu_24.04	1		Шт
		Системный диск SSD	1		Шт
			2000		Гб
		Диск SSD	1		Шт
			4096		Гб
		Диск SSD	1		Шт
			4096		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
3	K8S	Master node 8 vCPU 16 RAM	1	1	Шт
		Worker node 10% доля 4 vCPU 32 RAM	5		Шт
		Worker node SSD-NVME	64		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
4	ML Inference Instance Type GPU	Время работы в месяц	40	1	Ч
		Инстанс 8 x NVIDIA® H100 NVLink PCIe 160 vCPU 1520 GB RAM	1		Шт
		Количество запросов к ML-моделям	1		Млн. Шт
		Кэш ML-моделей	160		Гб
5	LLM	Токены GigaChat 2 Max	50		Млн. Шт
		Токены Embeddings	400		Млн. Шт

Дополнительные облачные ресурсы предоставляются технологическим партнером Yandex Cloud.