

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Кубанский государственный университет»

Факультет математики и компьютерных наук
Кафедра вычислительной математики и информатики

ПРИНЯТО

На заседании Ученого совета
университета

Протокол №1 от 29.08.2025 г.



«28» августа 2025 г.

**ОСНОВНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Направление подготовки

02.03.01 Математика и компьютерные науки;

Направленность (профиль) / специализация

Искусственный интеллект и аналитика данных

Уровень высшего образования

бакалавриат

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

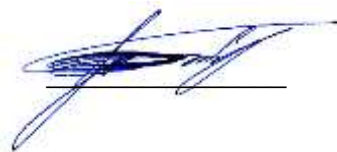
очная

Краснодар 2025 г.

Лист согласования основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Разработчики ОПОП:

1. Коваленко А.В. проф., д-р тех. наук, доцент



2. Колотий А.Д. доц., канд. физ.-мат. наук



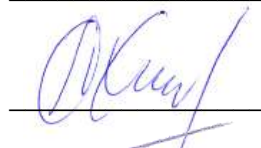
3. Подколзин В.В. доц, канд. физ.-мат. наук



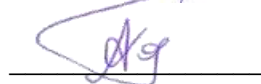
4. Калайдина Г.В., доц., канд. физ.-мат. наук



5. Халафян А.А., проф., д-р тех. наук, доцент



6. Кесиян Г.А. ведущий разработчик-консультант,
руководитель отдела ООО «СимбирСофт»



7. Вишняков Р.Ю., ведущий инженер-исследователь

АО «Специальное конструкторское бюро МО РФ» (АО «СКБ МО РФ»)



Основная профессиональная образовательная программа обсуждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики № 19 от «28» августа 2025 г.

Заведующий кафедрой ФМиИ Наумова Н.А.



Утверждена на заседании учебно-методического совета факультета математики и компьютерных наук протокол № 5 от «28» августа 2025 г.

Председатель УМС факультета Шмалько С.П.



Рецензент (-ы):

Мостовой Евгений Викторович, генеральный директор ООО «Портал-Юг»

Уртенев Махамет Али Хусеевич, доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры прикладной математики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- 1.1 Назначение образовательной программы
- 1.2. Нормативные документы
- 1.3. Информация об индустриальных партнерах
- 1.4. Перечень сокращений

Раздел 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

- 2.1. Цель образовательной программы
- 2.2. Объем образовательной программы
- 2.3. Срок получения образования
- 2.4. Форма обучения
- 2.5. Язык реализации образовательной программы
- 2.6. Требования к абитуриенту
- 2.7. Использование сетевой формы реализации образовательной программы
- 2.8. Применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Раздел 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ

- 3.1. Область (области) и сфера (сферы) профессиональной деятельности выпускников, тип (типы) задач и задачи профессиональной деятельности выпускников, объекты профессиональной деятельности выпускников или область (области) знания
- 3.2. Перечень профессиональных стандартов (при наличии)
- 3.3 Портрет выпускника
- 3.4. Сфера деятельности и потенциальные работодатели
- 3.5. Трудовые функции выпускника
- 3.6. Характерный результат профессиональной деятельности
- 3.7. Уровни готовности технологий

Раздел 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

- 4.1. Структура и объем образовательной программы
- 4.2. Учебный план и календарный учебный график
- 4.3. Рабочие программы учебных дисциплин (модулей) и практик
- 4.4. Программа государственной итоговой аттестации
- 4.5. Рабочая программа воспитания и календарный план воспитательной работы

- 4.6. Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) и практикам
- 4.7. Методические материалы по дисциплинам (модулям), практикам и государственной итоговой аттестации

Раздел 5. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

- 5.1. Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения
- 5.2. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения
- 5.3. Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения
- 5.4. Профессиональные (индустриальные) компетенции из КРМ ИИ и их индикаторы
- 5.5. Отраслевые компетенции
- 5.6. Фронтальные компетенции

Раздел 6. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

- 6.1. Электронная информационно-образовательная среда
- 6.2. Материально-технические условия реализации образовательной программы. Учебно-методическое обеспечение
- 6.3. Кадровое обеспечение
- 6.4. Механизм оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по образовательной программе
- 6.5. Характеристика социокультурной среды реализации образовательной программы
- 6.6. Условия реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.
- 6.7. План-проспект методических указаний к инфраструктурному обеспечению программы «Искусственный интеллект и аналитика данных»
- 6.8. Примеры кейсов от индустриальных партнеров

Приложение 1. Перечень профессиональных стандартов, обобщённых трудовых функций и трудовых функций, соответствующих профессиональной деятельности выпускников

Приложение 2. Учебный план и календарный учебный график

Приложение 3. Рабочие программы учебных дисциплин 1 курса

Приложение 4. Рабочая программа практики Б2.В.01.01(П) «Технологическая (проектно- технологическая) практика»

Приложение 6. Матрица компетенций

Приложение 7. Рабочая программа воспитания

Приложение 8. Календарный план воспитательной работы

Приложение 9. Рецензия (-и) на ОПОП

Приложение 10. Материально-техническое обеспечение образовательной деятельности

Раздел 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Назначение основной профессиональной образовательной программы

Основная профессиональная образовательная программа (далее – ОПОП, образовательная программа), реализуемая в Кубанском государственном университете (далее - Университет) по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки; направленность (профиль) /специализация «Искусственный интеллект и аналитика данных» является комплексным учебно-методическим документом, разработанным на основе соответствующего федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, с учетом профессиональных стандартов и компетентностно-ролевой модели, соответствующих профессиональной деятельности выпускников.

Образовательная программа «Искусственный интеллект и аналитика данных» представляет собой комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты) и организационно-педагогических условий, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ дисциплин (модулей), практик, иных компонентов, оценочных и методических материалов, а также в виде рабочей программы воспитания, календарного плана воспитательной работы, форм аттестаций.

Программа ориентирована на подготовку специалистов в области анализа данных, машинного обучения, глубоких нейронных сетей и применения искусственного интеллекта в бизнес-аналитике. Студенты изучают архитектуры нейросетей и принципы их обучения, решают задачи в области обработки данных на естественном языке, изучают методы и алгоритмы машинного обучения, а также методы анализа данных, которые применяют для решения прикладных задач в разных отраслях – от анализа экономических процессов и автоматизации производства, экономики и производства до социальной инженерии.

Цель– подготовить специалистов топ-уровня, способных осуществлять настройку и дообучение существующих моделей ИИ, использовать ранее созданные программные библиотеки и фреймворки в области ИИ для решения комплексных прикладных задач в интересах индустриальных партнеров, промышленности, экономики и социальной сферы.

Особенностью программы является углубленная подготовка в области ИИ и генеративных моделей, прямая интеграция индустриальных кейсов в учебный процесс образовательных программ высшего образования для топ-специалистов в сфере искусственного интеллекта, проектное обучение по методологии CDIO, участие студентов в грантовой и прикладной научной деятельности с публикационной активностью, возможность прохождения стажировок и практик на базе ведущих технологических компаний.

Ключевые компетенции выпускников:

- Владение методами предобработки и анализа данных.
- Применение и настройка алгоритмов машинного обучения и глубокого обучения.
- Настройка, обучение и интеграция моделей ИИ в бизнес-процессы.
- Проектирование и обучение нейросетевых архитектур для задач CV и NLP.
- Использование современных фреймворков и библиотек (например, TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn).
- Навыки проектной и командной работы, включая коммуникацию с индустриальными партнерами.

Компоненты подготовки:

- Теоретическая база по ИИ, ML, NLP и аналитике.
- Практические курсы с решением кейсов на основе реальных данных.

- Курсовые и дипломные проекты, выполняемые совместно с индустриальными партнерами.
- Развитие навыков проектной и командной работы: управление проектами, презентация результатов, критическое мышление.

1.2. Нормативные документы

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в РФ»;
- Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки, утвержденный приказом Минобрнауки России № 922 от 19.09.2017 г.(далее - ФГОС ВО)далее - ФГОС ВО);
- Профессиональный стандарт «Программист», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20.07.2022 г. №424н;
- Профессиональный стандарт «Специалист по большим данным», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «06» июля 2020 г. № 405н;
- Профессиональный стандарт «Специалист по моделированию, сбору и анализу данных цифрового следа», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «09» июля 2021 г. № 462н;
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. № 245; – Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 29.06.2015 г. № 636 (в ред. Приказов Минобрнауки России 09.02.2016 г. №8, от 28.04.2016 г. №502, 27.03.2020 г. N 490);
- Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 05.08.2020 № 885 и приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 390;
- Устав ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»;
- Локальные нормативные акты по основным вопросам организации и осуществления образовательной деятельности.

1.3. Информация об индустриальных партнерах

1. «Якорный» индустриальный партнер Краснодарское отделение № 8619 ПАО «Сбербанк»

Индустриальный партнер: ПАО «Сбербанк» (Сбер) (ИНН: 7707083893, Президент, председатель правления: Греф Герман Оскарович, взаимодействие осуществляется через Краснодарское отделение № 8619 ПАО Сбербанк, управляющий: Сергиенко Татьяна Геннадьевна)

ПАО «Сбербанк» активно развивает направления искусственного интеллекта (ИИ), применяя передовые технологии для повышения эффективности банковских услуг и процессов. Среди ключевых разработок банка:

- автоматизация клиентского обслуживания: внедрение голосовых ассистентов и чат-ботов для взаимодействия с клиентами;

- анализ больших данных: использование алгоритмов машинного обучения для прогнозирования рисков и улучшения качества продуктов.

- финансовое консультирование: разработка рекомендательных систем для подбора оптимальных финансовых решений клиентам.

- безопасность транзакций: применение методов глубокого обучения для обнаружения мошеннических операций.

Эти проекты позволяют ПАО «Сбербанк» эффективно решать актуальные задачи бизнеса и улучшать качество предоставляемых услуг.

Взаимодействие между Кубанским государственным университетом и ПАО «Сбербанк» в рамках подготовки топ-специалистов в области искусственного интеллекта предполагает несколько ключевых аспектов, включающих в себя практическую подготовку студентов (работа над проектами с использованием современных инструментов и платформ, таких как PyTorch, TensorFlow и Keras, наставничество через поддержку опытных сотрудников Сбербанка, курирующих учебный процесс), совместные исследовательские проекты (анализ поведения клиентов для персонализации предложений, создание инновационных сервисов финансового планирования, оптимизация внутренних процессов региональных отделений банка посредством анализа данных), предоставление кейсов для учебного процесса (разработка системы распознавания лиц для биометрической идентификации клиентов, автоматизированный анализ кредитных заявок для снижения риска невозвратных кредитов, использование нейросетей для оптимизации маршрутов доставки товаров), а также предоставление доступа к облачным вычислительным ресурсам для разработки и обучения моделей искусственного интеллекта и экосистеме GigaChat API

Партнёрство с ПАО «Сбербанк» предоставит студентам университета возможность работать с передовыми технологиями в области искусственного интеллекта, получить опыт разработки прикладных ИИ-решений для банковской сферы и смежных областей и участвовать в процессе технологической трансформации российской банковской системы.

2. Индустриальный партнер: ООО «АВА ЛАБ» (AVALAB) (ИНН: 2310230576, директор: Александян Грачья Ашотович)

Фирма AVALAB является IT-подразделением холдинга AVA Group, крупного российского многопрофильного холдинга, основанного в 2007 году. Холдинг входит в ТОП-30 России по объёмам жилищного строительства и ТОП-5 застройщиков Краснодарского края, с общей численностью сотрудников более 3500 человек. Флагманским проектом AVALAB, востребованным как внутри AVA Group, так и внешним бизнесом, является программный продукт «FastBoard». «FastBoard» – это российская BI-платформа для визуального анализа данных, разработанная как решение по импортозамещению западных BI-систем (Power BI, Qlik и др.), покинувших российский рынок после 2022 года. Ее целевой аудиторией являются предприятия электронной коммерции, производства, инвестиций и девелопмента, нефтегазового сектора, телекоммуникаций, государственного сектора. Ключевыми особенностями «FastBoard» являются возможности Self-service создание дашбордов без программирования, поддержка нескольких ассоциативных моделей данных, визуализация данных в реальном времени и использование AI-ассистента FastBot для интеллектуальной визуализации.

Взаимодействие между Кубанским государственным университетом и ООО «АВА ЛАБ» в рамках подготовки топ-специалистов в области искусственного интеллекта предполагает несколько ключевых аспектов, включающих в себя практическую подготовку студентов (стажировки в области разработки BI-систем; изучение современных технологий визуализации данных; работа с Python, SQL, REST API в реальных проектах), совместные исследовательские проекты (развитие AI-компонентов для бизнес-аналитики; исследования в области больших данных; разработка инновационных методов визуализации информации) и предоставление кейсов для учебного процесса (реальные примеры импортозамещения в IT; успешная трансформация строительного холдинга в технологическую компанию; методология быстрого внедрения BI-систем).

Партнёрство с ООО «АВА ЛАБ» предоставит студентам университета возможность работать с передовыми технологиями в области бизнес-аналитики, получить опыт разработки критически важных для экономики страны решений и участвовать в процессе технологической трансформации российского бизнеса.

3. ООО «СвязьРесурс-Кубань»

ООО «СвязьРесурс-Кубань» предоставляет телекоммуникационные услуги с 2014 года. Технические возможности компании позволяют обеспечить широкий спектр услуг связи самого высокого качества.

Компания предоставляет услуги связи по подключению высокоскоростного интернета по выделенной линии, занимается проектированием, организацией Wi-Fi сети, строительством и эксплуатацией сетей передачи данных.

1.4. Перечень сокращений

- ВКР - выпускная квалификационная работа
- ВКРС – выпускная квалификационная работа в форме «Стартап как диплом»
- ГИА - государственная итоговая аттестация
- ЕКС - единый квалификационный справочник
- з.е. - зачетная единица (1 з.е. – 36 академических часов; 1 з.е. – 24 астрономических часов)
- ИКТ - информационно-коммуникационные технологии
- ОВЗ - ограниченные возможности здоровья
- ОПОП - основная профессиональная образовательная программа
- ОТФ - обобщенная трудовая функция
- ОПК - общепрофессиональные компетенции
- ПК - профессиональные компетенции
- ПКС - специальные профессиональные компетенции (в случае установления Университетом)
- ПС - профессиональный стандарт
- УГСН - укрупненная группа направлений и специальностей
- УК - универсальные компетенции
- ФЗ - Федеральный закон
- ФГОС ВО - федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования
- ОС - оценочные средства
- ФТД - факультативные дисциплины
- ИП - индустриальный партнер
- КРМ ИИ - компетентностно-ролевая модель в сфере ИИ
- МО - машинное обучение

- МРП - методические рекомендации по применению
- ОП ВО - образовательная программа высшего образования
- ОПД - область профессиональной деятельности
- ППС - профессорско-преподавательский состав
- ПР - профессиональная роль
- РОП - руководитель образовательной программы
- УГТ - уровень готовности технологий
- РФ - Российская Федерация

Раздел 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1 Цель образовательной программы

Образовательная программа имеет своей целью развитие у обучающихся личностных качеств, а также формирование универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО и КРМ ИИ по данному направлению подготовки.

В области воспитания целью образовательной программы является оказание содействия формированию личности обучающегося на основе присущей российскому обществу системы ценностей, развитие у студентов личностных качеств, способствующих их творческой активности, общекультурному росту и социальной мобильности, целеустремленности, организованности, трудолюбия, ответственности, самостоятельности, гражданственности, патриотизма.

2.2. Объем образовательной программы

Объем образовательной программы составляет 240 зачетных единиц (далее - з.е.).

Объем образовательной программы, реализуемый за один учебный год, не включая объем факультативных дисциплин, составляет не более 70 з.е., а при ускоренном обучении - не более 80 з.е.

2.3. Срок получения образования

Срок получения образования 4 года, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации.

При обучении по индивидуальному учебному плану инвалидов и лиц с ОВЗ может быть увеличен по их заявлению не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования, установленным для соответствующей формы обучения.

2.4. Форма обучения - очная

2.5. Язык реализации образовательной программы – русский

2.6. Требования к абитуриенту

К освоению образовательной программы допускаются лица, имеющие среднее общее образование.

Требования к абитуриенту, вступительные испытания, особые права при приёме на обучение по образовательным программам бакалавриат регламентируются локальным нормативным актом.

2.7. Использование сетевой формы реализации образовательной программы

Образовательная программа в сетевой форме не реализуется.

2.8 Применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий
 Не реализуется.

Раздел 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ

3.1. Область (области) и сфера (сферы) профессиональной деятельности выпускников, тип (типы) задач и задачи профессиональной деятельности выпускников, объекты профессиональной деятельности выпускников или область (области) знания

Таблица 3.1.

Область (области) и сфера (сферы) профессиональной деятельности выпускников	Тип (типы) задач и задачи профессиональной деятельности выпускников	Задачи профессиональной деятельности выпускников	Объекты профессиональной деятельности выпускников или область (области) знания
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии (в сфере проектирования и разработки программного обеспечения; в сфере проектирования, создания и поддержки информационно-коммуникационных систем; в сфере системного анализа, больших данных, моделирования, сбора и анализа данных цифрового следа)	Производственно-технологический	Анализ и согласование требований к программному обеспечению и датасету. Оценка времени и трудоемкости реализации требований к программному обеспечению, системам искусственного интеллекта и методам машинного обучения. Вырабатывать варианты реализации требований. Проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений. Осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами. Методологии требований к датасету, разработки программного обеспечения, технологии программирования, систем искусственного интеллекта и машинного обучения. Методологии и технологии проектирования и использования баз данных для систем искусственного интеллекта и машинного обучения. Определение стандартов и согласование регламентов в области качества. Планирование работы. Разработка регламентных документы. Проводить переговоры. Технологии выполнения	Системы искусственного интеллекта. Машинное обучение. Программное обеспечение. Информационные системы. Требования к программному обеспечению, системам искусственного интеллекта и методам машинного обучения. Качество программного обеспечения, систем искусственного интеллекта и машинного обучения. Планирование и разработка ИС систем искусственного интеллекта и машинного обучения.

		работ по созданию (модификации) и сопровождению информационных систем, систем искусственного интеллекта и машинного обучения.	
	Организационно-управленческий	Руководство разработкой программного кода, систем искусственного интеллекта и машинного обучения. Распределение задач. Оценка качества формализации поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания. Оценка качества алгоритмизации поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации нормативных документов. Оценка качества и эффективности программного кода, систем искусственного интеллекта и машинного обучения. Редактирование программного кода, систем искусственного интеллекта и машинного обучения. Контроль версий программного обеспечения в соответствии с регламентом и выбранной системой контроля версий. Методы и приемы формализации и алгоритмизации задач для подготовки датасета. Языки формализации функциональных спецификаций. Методологии разработки программного обеспечения, систем искусственного интеллекта и машинного обучения. Технологии программирования и разработки систем искусственного интеллекта и машинного обучения. Методы принятия управленческих решений.	Разработка программного обеспечения, систем искусственного интеллекта и машинного обучения. Качество программного обеспечения, систем искусственного интеллекта и машинного обучения. Руководство разработкой программного обеспечения, систем искусственного интеллекта и машинного обучения.

	Проектный	Проведение проектных работ в сфере разработки и использования систем искусственного интеллекта и машинного обучения. Определение состава проектной группы, распределение ролей и аналитических работ. Знакомство проектной группы. Представление и обсуждение плана проектной деятельности. Планирование проектных работ. Подходы к управлению группой проекта. Проектное управление в ИТ.	Организация и управление аналитической группы, Проектирование ИС

3.2. Перечень профессиональных стандартов (при наличии)

Перечень профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников, освоивших образовательную программу «Искусственный интеллект и аналитика данных»:

- Профессиональный стандарт «Программист», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20.07.2022 г. №424н;
- Профессиональный стандарт «Специалист по большим данным», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «06» июля 2020 г. № 405н;
- Профессиональный стандарт «Специалист по моделированию, сбору и анализу данных цифрового следа», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «09» июля 2021 г. № 462н;

Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, соответствующих профессиональной деятельности выпускников образовательной программы, представлен в Приложении 1.

3.3. Портрет выпускника.

Портрет выпускника. Специалист по разработке и внедрению прикладных ИИ-систем и аналитических решений в интересах высокотехнологичных компаний (в том числе финтех и промышленность), способный управлять проектами цифровой трансформации, извлекать инсайты из данных и обеспечивать эксплуатацию ML-моделей в продакшене. УГТ 5–8.

Общие сведения о программе. Образовательная программа бакалавриата «Искусственный интеллект и аналитика данных» (направления 02.03.01) факультета математики и компьютерных наук ориентирована на подготовку высококвалифицированных специалистов в области искусственного интеллекта (ИИ) и анализа данных. Программа разработана на основе компетентностно-ролевой модели ИИ (КРМ ИИ) в сотрудничестве с промышленными партнёрами и нацелена на формирование

у студентов практических компетенций, соответствующих ключевым профессиональным ролям: **AI PM (менеджер проектов ИИ)**, **Data Analyst (аналитик данных)** и **MLOps (инженер по эксплуатации ML-моделей)**. Выпускник данной программы обладает современной теоретической базой и широким спектром прикладных навыков, позволяющим ему эффективно работать на стыке информационных технологий, математического моделирования и бизнес-аналитики при создании и внедрении систем ИИ.

Роли выпускника.

Портрет выпускника формируется на основе трех ролей:

Роль 1: AI PM (Менеджер проектов ИИ)

Продуктовый менеджер управляющий жизненным циклом ИИ-продуктов и координирующий междисциплинарные команды:

- Управление ИИ-проектами от идеи до внедрения
- Анализ бизнес-требований и постановка задач
- Координация работы технических и бизнес-команд
- Планирование ресурсов и контроль сроков
- Оценка эффективности и ROI ИИ-решений

Роль 2: Data Analyst (Аналитик данных)

Специалист по анализу данных извлечению инсайтов и построению аналитических моделей для поддержки бизнес-решений:

- Исследовательский анализ данных (EDA)
- Построение отчетов и дашбордов
- Статистический анализ и тестирование гипотез
- Создание прогнозных моделей
- Визуализация результатов для стейкхолдеров

Роль 3: MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)

DevOps-инженер специализирующийся на автоматизации и операционном управлении жизненным циклом ML-моделей:

- Автоматизация процессов обучения и развертывания моделей
- Мониторинг производительности ML-систем
- Управление версиями моделей и данных
- Обеспечение CI/CD для ML-проектов
- Оптимизация вычислительных ресурсов

Роль	Определение	Трудовые действия	Фокус компетенций	Функция в ИИ-проекте

AI PM (Менеджер проектов ИИ)	Продуктовый менеджер, управляющий жизненным циклом ИИ-продуктов и координирующий междисциплинарные команды	• Управление ИИ-проектами от идеи до внедрения • Анализ бизнес-требований и постановка задач • Координация работы технических и бизнес-команд • Планирование ресурсов и контроль сроков • Оценка эффективности и ROI ИИ-решений	Управление проектами, бизнес-анализ, координация команд	Управление процессами создания ИИ-решений, включая координацию команды разработки
Data Analyst (Аналитик данных)	Специалист по анализу данных извлечению инсайтов и построению аналитических моделей для поддержки бизнес-решений	• Исследовательский анализ данных (EDA) • Построение отчетов и дашбордов • Статистический анализ и тестирование гипотез • Создание прогнозных моделей • Визуализация результатов для стейкхолдеров	Статистический анализ, визуализация данных, предварительная обработка	Извлечение знаний из данных, построение аналитических моделей, использующих МО и ИИ
MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)	DevOps-инженер, специализирующийся на автоматизации и операционном управлении жизненным циклом ML-моделей	• Автоматизация процессов обучения и развертывания моделей • Мониторинг производительности ML-систем • Управление версиями моделей и данных • Обеспечение CI/CD для ML-проектов • Оптимизация вычислительных ресурсов	DevOps для ML, автоматизация, мониторинг систем	Автоматизация и операционное управление жизненным циклом МО-моделей

Фокус компетенции - Управление проектами, бизнес-анализ, координация команд. Статистический анализ, визуализация данных, предварительная обработка. DevOps для ML, автоматизация, мониторинг систем.

Функции в ИИ-проектах - Управление процессами создания ИИ-решений, включая координацию команды разработки. Извлечение знаний из данных, построение аналитических моделей, использующих МО и ИИ. Автоматизация и операционное управление жизненным циклом МО-моделей

3.4. Сфера деятельности и потенциальные работодатели

Выпускник работает в сфере разработки и применения систем ИИ и анализа данных для решения практических задач в различных отраслях. Его профессиональная деятельность охватывает проекты по созданию моделей машинного обучения, аналитических сервисов и программных продуктов, внедряющих технологии ИИ в бизнес-процессы. Выпускники востребованы в индустриях, использующих анализ данных и машинное обучение: в информационных технологиях, финансах (финтех), промышленности (например, автоматизация производства), строительстве, телекоммуникациях, медицине и даже социальной сфере. Типичные работодатели – крупные IT-компании и технологические корпорации, банки и финансовые организации, исследовательские центры и высокотехнологичные стартапы, развивающие продукты с использованием ИИ. В частности, индустриальными партнёрами программы (и потенциальными работодателями для выпускников) являются ведущие компании, такие как ПАО «Сбербанк», ООО «АВА Лаб», и другие организации, заинтересованные в специалистах по анализу данных и искусственному интеллекту. Благодаря тесной интеграции обучения с реальными проектами (практики, стажировки, кейсы от компаний), выпускники хорошо знакомы с актуальными задачами отрасли и готовы к эффективной работе в междисциплинарных командах, занимающихся цифровой трансформацией и внедрением ИИ-решений.

3.5. Трудовые функции выпускника

Сразу после окончания вуза

Непосредственно после завершения обучения выпускник обладает компетенциями, достаточными для выполнения функций специалиста в проектной команде, занимающейся разработкой и внедрением ИИ-решений. На начальном этапе карьеры он способен проводить сбор и предварительный анализ данных, исследовательский анализ данных (EDA), разрабатывать модели машинного обучения и настраивать их под требования задачи. Выпускник участвует в создании и тестировании прототипов моделей, их интеграции в программные системы и подготовке аналитических отчетов. В зависимости от конкретной должности, молодой специалист может работать **младшим аналитиком данных** (участвуя в анализе данных, построении дашбордов и визуализации результатов), **инженером по машинному обучению** (разрабатывая и обучая модели, проводя эксперименты) или **MLOps-инженером начального уровня** (автоматизируя развёртывание моделей, настраивая инфраструктуру и мониторинг ML-систем). Во всех этих ролях выпускник применяет полученные знания на практике: от владения языками программирования и библиотеками для анализа данных до навыков командной работы и коммуникации с бизнес-заказчиками. Под руководством более опытных коллег он осваивает корпоративные процессы разработки и экспертизу предметной области, что позволяет ему уверенно выполнять поставленные задачи и вносить вклад в общий результат проекта.

Через три года после выпуска

Спустя несколько лет профессионального опыта (порядка 3–4 лет) выпускник существенно расширяет и углубляет сферу своих трудовых функций, переходя на уровень **ведущего специалиста или руководителя проектов**. Накопленный опыт и компетенции позволяют ему брать на себя ответственность за ключевые направления работ. Так, выпускник может выступать в роли **менеджера ИИ-проектов (AI PM)**, фактически руководя жизненным циклом AI-продукта: от определения целей и требований совместно с бизнес-заказчиком до планирования ресурсов, координации команды разработчиков и аналитиков, контроля сроков и качества, а также оценки эффективности внедряемого решения. В этой роли он анализирует бизнес-требования и формулирует задачи для команды, управляет рисками и обеспечивает достижение запланированных результатов проекта с ИИ-компонентом.

Альтернативно, выпускник может занять позицию **ведущего аналитика данных или дата-сайентиста**. В этой функции он самостоятельно определяет методологию анализа и моделирования, курирует сбор и качество данных, строит сложные **прогнозные модели** машинного обучения для поддержки бизнес-решений и проводит их статистическую оценку (тестирование гипотез, оценка точности и устойчивости моделей). Также он отвечает за интерпретацию результатов анализа для стейкхолдеров и формулирует на основе данных конкретные рекомендации по развитию продукта или бизнес-процесса.

Ещё одно возможное направление роста – специализация в области **MLOps**. Через три года выпускник способен возглавлять направление эксплуатации ML-моделей в организации, выступая **лидом MLOps-команды**. Он организует автоматизацию процессов обучения и деплоя моделей, внедряет систему непрерывной интеграции и доставки моделей (CI/CD для ML-проектов), управляет версиями данных и моделей, следит за метриками качества и надежности ML-сервисов в продакшене. Таким образом, за несколько лет работы выпускник превращается в ценного универсального специалиста, который не только выполняет технические задачи, но и формирует стратегию разработки и внедрения ИИ-решений. Он способен наставлять младших коллег, грамотно распределять обязанности в команде и нести ответственность за конечные результаты проектов, обеспечивая внедрение интеллектуальных технологий в деятельность компании с ощутимым экономическим эффектом.

3.6. Характерный результат профессиональной деятельности

Характерным итогом профессиональной деятельности выпускника данной программы является создание **конкретного прикладного решения на основе технологий искусственного интеллекта**, приносящего пользу организации-заказчику. Формы такого результата могут быть разнообразны, однако в центре всегда находится программно-аналитический продукт, реализующий методы ИИ для решения практической задачи. Например, выпускник может разработать и **внедрить модель машинного обучения** (классификационную, прогнозную или рекомендательную), которая интегрирована в существующий бизнес-процесс и автоматизирует обработку данных или поддержку принятия решений. Результатом такой работы станет функционирующий программный модуль или сервис (например, API-сервис с обученной моделью), способный обрабатывать реальные данные и выдавать целевые прогнозы либо рекомендации пользователям. Другим типичным результатом может быть **аналитический отчет** или интерактивный дашборд, подготовленный для руководства компании: в нём выпускник выявляет скрытые закономерности в данных, проводит статистическое тестирование гипотез, визуализирует ключевые метрики и формулирует рекомендации по улучшению бизнес-показателей на

основе полученных инсайтов. Во всех случаях выпускник демонстрирует способность **применять современные методы анализа данных и предиктивного моделирования** для извлечения новых знаний из больших массивов информации и доведения решения до стадии практической апробации. Если в проекте используются уже существующие модели или прототипы, выпускник умеет провести их адаптацию и тонкую настройку под новые вводные (дообучение моделей на специфических данных, перенос технологий в новую предметную область), а также внедрить необходимый программный каркас (фреймворки, библиотеки) для бесшовной интеграции решения. **Форма результата** обычно представляет собой либо **опытно-промышленный образец** ИИ-системы, готовый к пилотному использованию, либо **завершённый продукт**, внедренный в рабочий процесс организации. Критерием успешности результата служит доказанная эффективность разработанного решения (например, улучшение точности прогнозов, сокращение затрат или времени на операционные процедуры, повышение качества сервиса и т.п.), что отражает умение выпускника соединять технические достижения ИИ с реальными потребностями бизнеса.

3.7. Уровни готовности технологий

Профессиональная деятельность выпускника охватывает этапы жизненного цикла AI-решений, соответствующие **уровням готовности технологий (УГТ) – от 5-го до 8-го**. Это означает, что выпускник вовлечён в работы начиная от стадии прикладных исследовательских разработок и прототипирования, вплотную приближенных к реальным условиям эксплуатации, и вплоть до этапа тестирования в рабочей среде. На уровне **УГТ-5** реализуются и испытываются опытные компоненты и макеты систем ИИ в условиях, близких к реальным (например, пилотное тестирование модели на ограниченных данных заказчика, проверка работоспособности алгоритмов на стендах). Дальнейшие уровни – **УГТ-6 и УГТ-7** – подразумевают создание полнофункциональных прототипов и их апробацию в профильной среде: выпускник участвует в демонстрации модели или подсистемы ИИ в условиях, максимально приближённых к боевым, проводит необходимые доработки по результатам пилота, подтверждает реализуемость и эффективность решения на практике. **УГТ 8** – подразумевает создание завершённого, протестированного «прототипа» с рекомендацией для выхода на рынок. Выпускник подготовлен к деятельности на всех этих этапах: он обладает компетенциями доводить проект **от концепции и экспериментальной модели до «приближается к заключительным стадиям разработки или завершает их. В финальной стадии этапа предполагается создание прототипа, который тестируется в рабочей среде.** Это включает в себя как умение реализовать и оптимизировать саму модель, так и обеспечить ее интеграцию в инфраструктуру, настройку мониторинга, поддержку пользователей и последующее улучшение по мере накопления новых данных. Таким образом, работы, которые выполняет выпускник, напрямую соответствуют **УГТ 5–8**, то есть заключительным стадиям разработки и внедрения инновационных технологий ИИ в индустрию.

Уровни технологической готовности	Интеграция в образовательный процесс
УГТ 5 – Концепция испытывается в условиях, максимально близких к реальным	Проверка данного уровня проводится в средах имитационного моделирования эмулирующих условия приближенные к реальности. Таким образом реализуется основная цель, продемонстрировать уровень готовности технологии на модельной среде максимально приближенной к реальности, а также проверить соответствие технологии требованиям к производительности (провести

	профилирование на реальных объемах и убедиться в эффективности процедуры масштабирования).
УГТ 6 – Полнофункциональный прототип проходит испытания в реальной среде эксплуатации	ИП дает возможность реализовать бета версию компонентов технологии или размещает в своем информационном пространстве свободно оцениваемый прототип, не имеющий доступ к основным базам данных организации
УГТ 7 – Технология интегрирована в предсерийный продукт, готовый к производству	Технология, продемонстрированная на этом уровне, «приближается к заключительным стадиям разработки или завершает их. В финальной стадии этапа предполагается создание прототипа, который тестируется в рабочей среде.
УГТ 8 – Технология прошла все тесты и сертификации, готова к массовому производству.	Система завершена и квалифицирована с помощью тестов и демонстраций. Данный этап является пред коммерческим и имеет рекомендации для выхода на рынок.

Раздел 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

4.1. Структура и объем образовательной программы

Образовательная программа «Искусственный интеллект и аналитика данных» по направлению 02.03.01 Математика и компьютерные науки:

Блок 1 «Дисциплины (модули)»;

Блок 2 «Практика»;

Блок 3 «Государственная итоговая аттестация».

Структура и объем образовательной программы

Таблица 4.1.

Структура образовательной программы		Объем образовательной программы и ее блоков в з.е.
Блок 1	Дисциплины (модули)	207
Блок 2	Практика	24
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	9
Объем образовательной программы		240

Программа включает обязательную часть и часть, формируемую участниками образовательных отношений.

К обязательной части программы относятся дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование общепрофессиональных компетенций, установленных ФГОС ВО.

В обязательную часть программы включаются, в том числе:

дисциплины (модули), указанные в пункте 2.2 ФГОС ВО;

дисциплины (модули) по физической культуре и спорту, реализуемые в рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование универсальных компетенций, могут включаться в обязательную часть программы и в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Объем обязательной части, без учета объема государственной итоговой аттестации, составляет 56 процентов общего объема программы.

При реализации образовательной программы обучающимся обеспечивается возможность освоения элективных дисциплин (модулей) (избираемых в обязательном порядке) и факультативных дисциплин (модулей) (необязательных для изучения при освоении образовательной программы). Избранные обучающимся элективные дисциплины (модули) являются обязательными для освоения.

Факультативные дисциплины не включаются в объём образовательной программы и призваны углублять и расширять научные и прикладные знания, умения и навыки обучающихся, способствовать повышению уровня сформированности компетенций. Избранные обучающимся факультативные дисциплины являются обязательными для освоения.

В Блок 2 «Практика» входят учебная и производственная практики (далее вместе - практики).

Типы учебной практики:

- научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы).

Типы производственной практики:

- технологическая (проектно-технологическая) практика.
- проектная работа.
- преддипломная практика.

В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входят:

- подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена;
- выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

4.2. Учебный план и календарный учебный график

Учебный план – документ, который определяет перечень, трудоёмкость, последовательность и распределение по периодам обучения учебных курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, формы промежуточной аттестации обучающихся. В учебном плане выделяется объём работы обучающихся во взаимодействии с преподавателем (далее – контактная работа) по видам учебных занятий и самостоятельной работы обучающихся.

Календарный учебный график устанавливает по годам обучения (курсам) последовательность реализации и продолжительность теоретического обучения, зачётно-экзаменационных сессий, практик, ГИА, каникул.

Учебный план и календарный учебный график представлены в приложении 2, копии размещаются на официальном сайте Университета.

4.3. Рабочие программы учебных дисциплин (модулей) и практик

ОП топ-уровня «Искусственный интеллект и аналитика данных» предусматривает практическую подготовку студентов, включающую прохождение практик, стажировок и выполнение практических заданий от ИП, которая начнется во 2 семестре 1 года обучения и продолжается в 4 семестре 2 года обучения (УГТ 5-6). Она называется «Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)».

ОП топ-уровня «Искусственный интеллект и аналитика данных» предусматривает практическую подготовку студентов на 4 курсе в виде «проектной работы», которая выполняется студентами по заданиям промышленных партнёров и ИТ-компаний (УГТ 7-8).

В рамках проектной работы студенты будут проходить стажировку продолжительностью не менее 3 недель на базе организаций–партнёров, что обеспечит выполнение требований ФГОС и методических рекомендаций.

В программу внесено уточнение, что проектная работа на 4 курсе является формой стажировки в компаниях ИП, ИТ-компаниях и ЦИИ, обеспечивающей практико-ориентированный характер подготовки.

4.4. Программа государственной итоговой аттестации

Целью ГИА является установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки.

Порядок проведения государственной итоговой аттестации определяется локальными нормативными актами Университета.

Копия программы ГИА размещается на официальном сайте Университета.

4.5. Рабочая программа воспитания

Рабочая программа воспитания ОПОП бакалавриата это нормативный документ, регламентированный Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012г., ФЗ-273 (ст.2,12.1,30), который содержит характеристику основных положений воспитательной работы направленной на формирование универсальных компетенций выпускника; информацию об основных мероприятиях, направленных на развитие личности выпускника, создание условий для профессионализации и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде.

Основные направления воспитательной работы вуза и годовой круг событий и творческих дел отражены в программе воспитания вуза и календарном плане воспитательной работы (приложение 8, приложение 9).

В рабочей программе воспитания указаны возможности ФГБОУ ВО «КубГУ» и конкретного структурного подразделения (факультета/института) в формировании личности выпускника.

В рабочей программе воспитания приводятся стратегические документы ФГБОУ ВО «КубГУ», определяющие концепцию формирования образовательной среды вуза, обеспечивающей развитие универсальных компетенций обучающихся, а также документы, подтверждающие реализацию вузом выбранной стратегии воспитания.

Дается характеристика условий, созданных для развития личности и регулирования социально-культурных процессов, способствующих укреплению нравственных, гражданственных, общекультурных качеств обучающихся.

Указаны задачи и основные направления воспитательной работы факультета (института) и условия их реализации.

Календарный план воспитательной работы

В календарном плане воспитательной работы указана последовательность реализации воспитательных целей и задач по годам, включая участие студентов в мероприятиях ФГБОУ ВО «КубГУ» деятельности общественных организаций вуза, волонтерском движении и других социально-значимых направлениях воспитательной работы.

4.6. Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) и практикам

Оценка качества освоения обучающимися данной образовательной программы включает текущий контроль, промежуточную аттестацию и государственную итоговую аттестацию выпускников.

Оценочные материалы для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям представлены в виде комплекса оценочных средств.

Оценочные средства (далее - ОС) - это комплект методических материалов, устанавливающий процедуру и критерии оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам.

Комплект оценочных средств включает в себя:

- перечень типовых контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) или практике (задания для семинаров, практических занятий и лабораторных работ, практикумов, коллоквиумов, контрольных работ, зачетов и экзаменов, контрольные измерительные материалы для тестирования, примерная тематика курсовых работ, рефератов, эссе, докладов и т.п.);

- методические материалы, определяющие процедуры и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) или практике.

Примерный перечень оценочных средств образовательной программы для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся: вопросы и задания для проведения экзамена (зачёта); отчёт по практике (дневник практики); деловая и/или ролевая игра; проблемная профессионально-ориентированная задача; кейс-задача; коллоквиум; контрольная работа; дискуссия; портфолио; проект; разноуровневые задачи и задания; реферат; доклад (сообщение); собеседование; творческое задание; тест; эссе и др.

В целях приближения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся к задачам их будущей профессиональной деятельности Университет привлекает к экспертизе оценочных средств представителей сообщества работодателей из числа действующих руководителей и работников профильных организаций.

4.7. Методические материалы по дисциплинам (модулям), практикам и государственной итоговой аттестации

Методические материалы представляют комплект методических материалов по дисциплине (модулю, практике, ГИА), сформированный в соответствии со структурой и содержанием дисциплины (модуля, практики, ГИА), используемыми образовательными технологиями и формами организации образовательного процесса и являются неотъемлемой частью соответствующих рабочих программ дисциплин (модулей), практик, программы государственной итоговой аттестации.

Организационно-методические материалы (методические указания, рекомендации), позволяют обучающемуся оптимальным образом спланировать и организовать процесс освоения учебного материала.

Учебно-методические материалы направлены на усвоение обучающимися содержания дисциплины (модуля, практики, ГИА), а также направлены на проверку и соответствующую оценку сформированности компетенций обучающихся на различных этапах освоения учебного материала.

В качестве учебных изданий используются учебники, учебные пособия, учебно-методические пособия, рабочие тетради, практикум, задачник и др.

Раздел 5. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

02.03.01 Математика и компьютерные науки

5.1. Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

(УК-1-УК-10, SS-1- SS-3)

Индекс	Содержание
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-1.1	Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор
Б1.О.13	Алгебра и геометрия
Б1.О.28	Технологии управления данными NoSQL
Б1.О.36	Безопасность информационных систем
Б1.В.02	Математические модели защиты информации
Б2.О.01	Учебная практика
Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
Б2.В.01	Производственная практика
Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-1.2	Осуществляет поиск необходимой информации, опираясь на результаты анализа поставленной задачи
Б1.О.13	Алгебра и геометрия
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
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
Б1.О.06	Правоведение
Б1.В.ДВ.02.01	Правовые основы оценки проектных решений
Б1.В.ДВ.02.02	Правовые основы рынка программного обеспечения
Б2.В.01	Производственная практика
Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-2.2	Выбирает оптимальный способ решения задач, имеющихся ресурсов и ограничений, оценки рисков исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
Б1.О.06	Правоведение
Б1.В.ДВ.02.01	Правовые основы оценки проектных решений
Б1.В.ДВ.02.02	Правовые основы рынка программного обеспечения
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
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
Б1.О.04	Философия
Б1.О.08	Психология
Б2.В.01	Производственная практика
Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	УК-3.2	Применяет методы командного взаимодействия, планирует и организует командную работу
	Б1.О.08	Психология
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
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
	Б1.О.03	Иностранный язык
	Б1.О.06	Правоведение
	Б1.О.07	Русский язык и основы деловой коммуникации
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	УК-4.2	Демонстрирует способность к реализации деловой коммуникации в устной и письменной формах на иностранном(ых) языке(ах)
	Б1.О.03	Иностранный язык
	Б1.О.07	Русский язык и основы деловой коммуникации
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
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 философском контекстах
	Б1.О.01	История России
	Б1.О.02	Основы российской государственности
	Б1.О.04	Философия
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	УК-5.2	Интерпретирует проблемы современности с позиции этики и философских знаний
	Б1.О.04	Философия
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	УК-5.3	Определяет место и роль России в контексте мирового исторического развития
	Б1.О.01	История России
	Б1.О.02	Основы российской государственности
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	УК-5.4	На основе исторических знаний оценивает историческое наследие и социокультурные традиции
	Б1.О.01	История России
	Б1.О.02	Основы российской государственности
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-6		Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
	УК-6.1	Понимает необходимость осознанного управления своим временем и другими личностными ресурсами для выстраивания и реализации траектории саморазвития, личностных достижений, постоянного самообразования
	Б1.О.08	Психология
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа

Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-6.2	Планирует траекторию саморазвития, определяет ресурсы, ограничения и приоритеты собственной деятельности, эффективно использует личностные ресурсы
Б1.О.08	Психология
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
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
Б1.О.11	Физическая культура и спорт
Б1.В.ДВ.03.01	Баскетбол
Б1.В.ДВ.03.02	Волейбол
Б1.В.ДВ.03.03	Бадминтон
Б1.В.ДВ.03.04	Общая физическая и профессионально-прикладная подготовка
Б1.В.ДВ.03.05	Футбол
Б1.В.ДВ.03.06	Легкая атлетика
Б1.В.ДВ.03.07	Атлетическая гимнастика
Б1.В.ДВ.03.08	Аэробика и фитнес технологии
Б1.В.ДВ.03.09	Единоборства
Б1.В.ДВ.03.10	Плавание
Б1.В.ДВ.03.11	Физическая рекреация
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-7.2	Выполняет индивидуально подобранные комплексы оздоровительной или адаптивной физической культуры
Б1.О.11	Физическая культура и спорт
Б1.В.ДВ.03.01	Баскетбол
Б1.В.ДВ.03.02	Волейбол
Б1.В.ДВ.03.03	Бадминтон
Б1.В.ДВ.03.04	Общая физическая и профессионально-прикладная подготовка
Б1.В.ДВ.03.05	Футбол
Б1.В.ДВ.03.06	Легкая атлетика
Б1.В.ДВ.03.07	Атлетическая гимнастика
Б1.В.ДВ.03.08	Аэробика и фитнес технологии
Б1.В.ДВ.03.09	Единоборства
Б1.В.ДВ.03.10	Плавание
Б1.В.ДВ.03.11	Физическая рекреация
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
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
Б1.О.09	Безопасность жизнедеятельности
Б1.О.10	Основы военной подготовки
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	УК-8.2	Демонстрирует приемы оказания первой помощи пострадавшему
	Б1.О.09	Безопасность жизнедеятельности
	Б1.О.10	Основы военной подготовки
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
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
	Б1.О.05	Экономическая теория
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	УК-9.2	Принимает обоснованные экономические решения на основе инструментария управления финансами
	Б1.О.05	Экономическая теория
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
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
	Б1.О.06	Правоведение
	Б1.В.ДВ.02.01	Правовые основы оценки проектных решений
	Б1.В.ДВ.02.02	Правовые основы рынка программного обеспечения
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

SS-1		Способен осуществлять свою трудовую деятельность с учетом этических принципов, социального контекста и критического анализа последствий применения ИИ-технологий
	SS-1.1	Определяет ценностные предпосылки, когнитивные искажения, культурно-обусловленные предвзятости в данных, алгоритмах, постановке задач для ИИ.
	Б1.О.04	Философия
	Б1.О.29	MLOps&DevOps
	Б1.О.36	Безопасность информационных систем
	Б1.О.37	Этика и социальная ответственность в ИИ
	Б1.В.03	Искусственный интеллект в оценке рисков и разработке страховых продуктов
	Б1.В.11	A/B-тестирование и Uplift-моделирование
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б1.В.ДВ.02.01	Правовые основы оценки проектных решений
	Б1.В.ДВ.02.02	Правовые основы рынка программного обеспечения
	Б2.О.01	Учебная практика
	Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	SS-1.2	Применяет методики работы с этическими и социальными рисками, возникающими на разных стадиях жизненного цикла ИИ

	Б1.О.04	Философия
	Б1.О.29	MLOps&DevOps
	Б1.О.36	Безопасность информационных систем
	Б1.О.37	Этика и социальная ответственность в ИИ
	Б1.В.03	Искусственный интеллект в оценке рисков и разработке страховых продуктов
	Б1.В.11	А/В-тестирование и Uplift-моделирование
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б1.В.ДВ.02.01	Правовые основы оценки проектных решений
	Б1.В.ДВ.02.02	Правовые основы рынка программного обеспечения
	Б2.О.01	Учебная практика
	Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
SS-2		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.
	Б1.О.21	WEB-разработка
	Б1.О.30	Микросервисная архитектура
	Б1.О.33	Облачные технологии и бэкэндразработка
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	Б2.О.01	Учебная практика
	Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	SS-2.2	Учитывает профессиональные и ролевые особенности коллег при совместной разработке технических решений и представлении результатов
	Б1.О.21	WEB-разработка
	Б1.О.30	Микросервисная архитектура
	Б1.О.33	Облачные технологии и бэкэндразработка
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	Б2.О.01	Учебная практика
	Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
SS-3		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.
	Б1.В.08	Методы обучения с подкреплением
	Б1.В.11	А/В-тестирование и Uplift-моделирование
	Б1.В.12	Машинное обучение

Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
Б1.В.ДВ.02.01	Правовые основы оценки проектных решений
Б1.В.ДВ.02.02	Правовые основы рынка программного обеспечения
Б2.О.01	Учебная практика
Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
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
Б1.В.08	Методы обучения с подкреплением
Б1.В.11	А/В-тестирование и Uplift-моделирование
Б1.В.12	Машинное обучение
Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
Б1.В.ДВ.02.01	Правовые основы оценки проектных решений
Б1.В.ДВ.02.02	Правовые основы рынка программного обеспечения
Б2.О.01	Учебная практика
Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
Б2.В.01	Производственная практика
Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
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
Б1.В.08	Методы обучения с подкреплением
Б1.В.11	А/В-тестирование и Uplift-моделирование
Б1.В.12	Машинное обучение
Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
Б1.В.ДВ.02.01	Правовые основы оценки проектных решений
Б1.В.ДВ.02.02	Правовые основы рынка программного обеспечения
Б2.О.01	Учебная практика
Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

5.2. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (ОПК-1- ОПК-8)

ОПК-1	Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности
ОПК-1.1	Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при построении моделей в заданной предметной области
Б1.О.12	Математический анализ
Б1.О.13	Алгебра и геометрия
Б1.О.14	Дифференциальные уравнения
Б1.О.15	Курс теории вероятностей

Б1.О.16	Методы математической физики
Б1.О.17	Фундаментальные дискретные модели
Б1.О.25	Численные методы
Б1.О.27	Многомерный статистический анализ
Б2.О.01	Учебная практика
Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ФТД.03	Случайные процессы
ФТД.04	Дополнительные главы анализа
ОПК-1.2	Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при выборе методов решения задач профессиональной деятельности
Б1.О.12	Математический анализ
Б1.О.13	Алгебра и геометрия
Б1.О.14	Дифференциальные уравнения
Б1.О.15	Курс теории вероятностей
Б1.О.16	Методы математической физики
Б1.О.17	Фундаментальные дискретные модели
Б1.О.22	Физическая теория функционирования компьютера
Б1.О.25	Численные методы
Б2.О.01	Учебная практика
Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ФТД.03	Случайные процессы
ФТД.04	Дополнительные главы анализа
ОПК-2	Способен проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности
ОПК-2.1	Применяет современные математические и вычислительные методы для решения научных задач в рамках поставленной проблемы
Б1.О.16	Методы математической физики
Б1.О.18	Основы программирования
Б1.О.19	Алгоритмы и структуры данных
Б1.О.24	Объектно-ориентированное программирование
Б1.О.25	Численные методы
Б1.О.26	Аналитика данных
Б1.О.27	Многомерный статистический анализ
Б2.О.01	Учебная практика
Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-2.2	Формулирует гипотезы, планирует и выполняет эксперименты, обрабатывает и интерпретирует полученные данные с использованием специализированного ПО
Б1.О.19	Алгоритмы и структуры данных
Б1.О.26	Аналитика данных
Б1.О.27	Многомерный статистический анализ
Б1.О.35	Обработка данных на Python
Б1.О.39	Технологии тестирования программного обеспечения

	Б1.О.40	Технологии обработки больших данных
	Б2.О.01	Учебная практика
	Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-3		Способен самостоятельно представлять научные результаты, составлять научные документы и отчеты
	ОПК-3.1	Оформляет научные работы в соответствии с академическими стандартами
	Б1.О.26	Аналитика данных
	Б1.О.27	Многомерный статистический анализ
	Б1.О.40	Технологии обработки больших данных
	Б2.О.01	Учебная практика
	Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	ОПК-3.2	Участствует в научных конференциях и семинарах, аргументированно защищает свою точку зрения и отвечает на вопросы по теме исследования
	Б1.О.26	Аналитика данных
	Б1.О.37	Этика и социальная ответственность в ИИ
	Б2.О.01	Учебная практика
	Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-4		Способен находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем
	ОПК-4.1	Разрабатывает и оптимизирует алгоритмы с учетом вычислительной сложности и аппаратных ограничений
	Б1.О.19	Алгоритмы и структуры данных
	Б1.О.25	Численные методы
	Б1.О.32	Параллельное и низкоуровневое программирование
	Б1.О.38	Высоконагруженные приложения
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	ОПК-4.2	Тестирует и внедряет алгоритмы в реальные задачи, оценивая их точность и производительность
	Б1.О.29	MLOps&DevOps
	Б1.О.32	Параллельное и низкоуровневое программирование
	Б1.О.34	Разработка мобильных приложений
	Б1.О.36	Безопасность информационных систем
	Б1.О.38	Высоконагруженные приложения
	Б1.О.39	Технологии тестирования программного обеспечения
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-5		Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
	ОПК-5.1	Применяет современные языки программирования и технологии для решения математических и вычислительных задач
	Б1.О.19	Алгоритмы и структуры данных
	Б1.О.21	WEB-разработка
	Б1.О.23	Администрирование информационных сетей

Б1.О.30	Микросервисная архитектура
Б1.О.31	Операционные системы
Б1.О.32	Параллельное и низкоуровневое программирование
Б1.О.33	Облачные технологии и бэкэндразработка
Б1.О.34	Разработка мобильных приложений
Б1.О.38	Высоконагруженные приложения
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-5.2	Использует специализированные программные пакеты для анализа данных и математического моделирования
Б1.О.20	Базы данных
Б1.О.26	Аналитика данных
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-6	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
ОПК-6.1	Разрабатывает эффективные алгоритмы и реализует их в виде программного кода с учетом временной и пространственной сложности
Б1.О.18	Основы программирования
Б1.О.19	Алгоритмы и структуры данных
Б1.О.25	Численные методы
Б1.О.29	MLOps&DevOps
Б1.О.31	Операционные системы
Б1.О.32	Параллельное и низкоуровневое программирование
Б1.О.33	Облачные технологии и бэкэндразработка
Б1.О.34	Разработка мобильных приложений
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-6.2	Применяет методы структурного и объектно-ориентированного программирования, создает модульные и масштабируемые программы
Б1.О.18	Основы программирования
Б1.О.19	Алгоритмы и структуры данных
Б1.О.24	Объектно-ориентированное программирование
Б1.О.28	Технологии управления данными NoSQL
Б1.О.29	MLOps&DevOps
Б1.О.32	Параллельное и низкоуровневое программирование
Б1.О.35	Обработка данных на Python
Б1.О.38	Высоконагруженные приложения
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-7	Способен использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности
ОПК-7.1	анализирует экономическую эффективность IT-решений
Б1.О.05	Экономическая теория
Б1.О.26	Аналитика данных
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-7.2	Применяет методы оптимизации и математического моделирования для решения экономических задач (управление ресурсами, прогнозирование)
Б1.О.05	Экономическая теория
Б1.О.25	Численные методы

	Б1.О.26	Аналитика данных
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-8		Способен использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности
	ОПК-8.1	Соблюдает нормы авторского права и лицензирования при использовании и разработке программного обеспечения
	Б1.О.23	Администрирование информационных сетей
	Б1.О.36	Безопасность информационных систем
	Б1.О.37	Этика и социальная ответственность в ИИ
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	ОПК-8.2	Понимает юридические основы кибербезопасности и ответственности за нарушения в цифровой среде
	Б1.О.23	Администрирование информационных сетей
	Б1.О.36	Безопасность информационных систем
	Б1.О.37	Этика и социальная ответственность в ИИ
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

5.3. Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (ПК-1-ПК-4)

ПК-1		Способен решать актуальные и значимые задачи прикладной информатики
	ПК-1.1	Умеет анализировать и формулировать требования к решению прикладных задач в области информатики
	Б1.В.02	Математические модели защиты информации
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	ПК-1.2	Применяет современные технологии и методы прикладной информатики, разрабатывает эффективные решения
	Б1.В.02	Математические модели защиты информации
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-2		Способен участвовать в исследовании новых математических моделей в прикладных областях
	ПК-2.1	Умеет анализировать и адаптировать существующие математические модели для решения прикладных задач в конкретной предметной области
	Б1.В.03	Искусственный интеллект в оценке рисков и разработке страховых продуктов
	Б1.В.08	Методы обучения с подкреплением
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	ПК-2.2	Способен предлагать и обосновывать новые математические подходы для моделирования процессов в прикладных исследованиях
	Б1.В.03	Искусственный интеллект в оценке рисков и разработке страховых продуктов
	Б1.В.08	Методы обучения с подкреплением

	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-3		Способен применять современные информационные технологии при проектировании, реализации, оценке качества и анализе эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях
	ПК-3.1	Использует современные решения и технологии проектирования при разработке программного обеспечения
	Б1.В.01	Современные экономико-информационные системы
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	ПК-3.2	Использует современные языки и системы программирования, технологии проектирования программного обеспечения
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	ПК-3.3	Применяет критерии и методики оценки эффективности проектного решения при разработке отдельных программно-аппаратных компонентов информационных систем
	Б1.В.01	Современные экономико-информационные системы
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-4		Способность анализировать цифровой след в соответствии с моделью деятельности человека (группы людей) и информационно-коммуникационной системой (ИКС) для выявления закономерностей, прогнозирования поведения и принятия управленческих решений
	ПК-4.1	Умение применять методы сбора и обработки цифрового следа для построения и анализа моделей деятельности человека/группы
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.07	Технологии интеллектуальной поддержки принятия решений и управления
	Б1.В.12	Машинное обучение
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б1.В.ДВ.02.01	Правовые основы оценки проектных решений
	Б1.В.ДВ.02.02	Правовые основы рынка программного обеспечения
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	ПК-4.2	Интеграция данных в ИКС и интерпретация результатов, прогнозирование и рекомендации на основе анализа
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации

Б1.В.07	Технологии интеллектуальной поддержки принятия решений и управления
Б1.В.12	Машинное обучение
Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
Б1.В.ДВ.02.01	Правовые основы оценки проектных решений
Б1.В.ДВ.02.02	Правовые основы рынка программного обеспечения
Б2.В.01	Производственная практика
Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-4.3	Способен провести оценку этических и правовых аспектов работы с цифровым следом
Б1.В.02	Математические модели защиты информации
Б1.В.12	Машинное обучение
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

5.4 Профессиональные (индустриальные) компетенции из КРМ ИИ и их индикаторы

(LLM-1- LLM-3, О -1, О -3, PL-1- PL-3, LC-1- LC-3, ML-1- ML-8, DL-1- DL-5, BD-1- BD-3, MF-1- MF-4, MF-6, AI S-1)

Индекс		Содержание	
LLM-1		(Б) Способен применять и (или) разрабатывать генеративные модели и БЯМ	
LLM-1.1	понимает принципы fine-tune		
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи	
	Б1.В.10	Глубокое обучение	
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект	
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
LLM-1.2	использует адаптивные методы дообучения		
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи	
	Б1.В.10	Глубокое обучение	
	Б1.В.11	А/В-тестирование и Uplift-моделирование	
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект	
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
LLM-1.3	Знает архитектуры генеративных моделей		
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи	
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов	
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
LLM-1.4	Оценивает производительность генеративных моделей		
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи	
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии	
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов	
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	

LLM-1.5	Понимает роль латентного пространства в генеративных моделях	
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LLM-1.6	Понимает принципы генерации в мультимодальных моделях	
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LLM-1.7	Оценивает защищённость моделей генерации	
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LLM-1.8	Учитывает этические аспекты генерации	
	Б1.О.37	Этика и социальная ответственность в ИИ
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LLM-1.9	Проводит валидацию и тестирование генеративных моделей	
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LLM-1.10	Создаёт обучающие наборы данных	
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LLM-1.11	Проектирует и применяет техники RAG	
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LLM-2	(Б) Проектирует, разрабатывает и интегрирует интеллектуальных агентов на базе генеративных моделей	

LLM-2.1	Умеет применять и разрабатывать интеллектуальных агентов	
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LLM-2.2	Интегрирует агентов с внешними сервисами	
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LLM-2.3	Разрабатывает агентные паттерны	
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LLM-3	(П) Организует взаимодействие с генеративными моделями через проектирование, анализ и применение промптов	
LLM-3.1	Использует базовые шаблоны промптов	
	Б1.В.14	Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LLM-3.2	Встраивает промпты в пайплайн взаимодействия	
	Б1.В.14	Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LLM-3.3	Настраивает API для работы с LLM	
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LLM-3.4	Разрабатывает дизайн и структуру промптов	
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LLM-3.5	Использует методы контроля и выравнивания	
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика

	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LLM-3.6	Анализирует и отлаживает промпты	
	Б1.В.14	Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LLM-3.7	Применяет мультимодальные промпты	
	Б1.В.14	Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
О -1		(Б) Способен осуществлять управление знаниями, в том числе с применением алгоритмов интеллектуального поиска решений и формирования стратегий
О - 1.1	Обеспечивает условия для применения методов и моделей ИИ для решения типовых задач управления знаниями, включая подготовку данных и разработку пайплайнов	
	Б1.В.07	Технологии интеллектуальной поддержки принятия решений и управления
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
О - 1.2	Оценивать качество решения задач управления знаниями, в т.ч. на основе тестирования, бенчмарков и сопоставления с аналогами	
	Б1.В.07	Технологии интеллектуальной поддержки принятия решений и управления
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
О -3		(Б) Способен применять и (или) разрабатывать интеллектуальные методы оптимизации
О - 3.1	Обосновывает способы и варианты применения интеллектуальных методов оптимизации в задачах ИИ, включая их математическое (алгоритмическое) преобразование и адаптацию к специфике задачи	
	Б1.В.03	Искусственный интеллект в оценке рисков и разработке страховых продуктов
	Б1.В.04	Математические модели нейронных сетей
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.20	Интеллектуальные методы оптимизации
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
О - 3.2	Эффективно применяет интеллектуальные методы оптимизации для обеспечения достижимости функциональных характеристик систем ИИ	
	Б1.В.03	Искусственный интеллект в оценке рисков и разработке страховых продуктов
	Б1.В.04	Математические модели нейронных сетей
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.20	Интеллектуальные методы оптимизации

	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
О - 3.3	Оценивает результативность применения интеллектуальных методов оптимизации в задачах ИИ на основе сопоставления с аналогами	
	Б1.В.03	Искусственный интеллект в оценке рисков и разработке страховых продуктов
	Б1.В.04	Математические модели нейронных сетей
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.20	Интеллектуальные методы оптимизации
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
PL-1	(П) Способен применять язык программирования Python для решения задач в области ИИ	
PL-1.1	Осуществляет выбор инструментов разработки на языке Python, приемлемых для создания прикладной системы ИИ с заданными требованиями	
	Б1.О.21	WEB-разработка
	Б1.О.35	Обработка данных на Python
	Б2.О.01	Учебная практика
	Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
PL-1.2	Разрабатывает и отлаживает прикладные решения с элементами ИИ с использованием языка программирования Python	
	Б1.О.21	WEB-разработка
	Б1.О.35	Обработка данных на Python
	Б2.О.01	Учебная практика
	Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
PL-2	(П) Способен применять JVM-совместимые языки программирования для решения задач в области ИИ	
PL-1.2	Осуществляет выбор инструментов разработки на JVM-совместимых языках, приемлемых для создания прикладной системы ИИ с заданными требованиями	
	Б1.О.24	Объектно-ориентированное программирование
	Б1.О.34	Разработка мобильных приложений
	Б2.О.01	Учебная практика
	Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
PL-2.2	Разрабатывает и отлаживает прикладные решения с элементами ИИ с использованием языков программирования Java/Scala/Kotlin	
	Б1.О.24	Объектно-ориентированное программирование
	Б1.О.34	Разработка мобильных приложений
	Б2.О.01	Учебная практика
	Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

PL-3		(Б) Способен применять языки программирования C/C++ для решения задач в области ИИ	
PL-3.1	Осуществляет выбор инструментов разработки на языке C/C++, приемлемых для создания прикладной системы ИИ с заданными требованиями		
	B1.O.18	Основы программирования	
	B1.O.32	Параллельное и низкоуровневое программирование	
	B1.B.17	Технологии компьютерного зрения	
	B2.O.01	Учебная практика	
	B2.O.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
PL-3.2	Разрабатывает и отлаживает прикладные решения с элементами ИИ с использованием языка программирования C/C++		
	B1.O.18	Основы программирования	
	B1.O.32	Параллельное и низкоуровневое программирование	
	B1.B.17	Технологии компьютерного зрения	
	B2.O.01	Учебная практика	
	B2.O.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
PL-3.3	Тестирует, испытывает и оценивает качество решений с элементами ИИ, реализованных с использованием языка программирования C/C++		
	B1.O.38	Высоконагруженные приложения	
	B1.O.39	Технологии тестирования программного обеспечения	
	B1.B.17	Технологии компьютерного зрения	
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
LC-1		(Э) Способен применять требования нормативно-правовых актов в областях персональных данных, информационной безопасности, интеллектуальной собственности	
LC-1.1	Оценивает проектные решения с точки зрения соблюдения требований нормативно-правовых актов в областях персональных данных, информационной безопасности, интеллектуальной собственности		
	B1.B.02	Математические модели защиты информации	
	B1.B.ДВ.02.01	Правовые основы оценки проектных решений	
	B1.B.ДВ.02.02	Правовые основы рынка программного обеспечения	
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
LC-1.2	Реализует и корректирует проектные решения с точки зрения соблюдения требований нормативно-правовых актов в областях персональных данных, информационной безопасности, интеллектуальной собственности		
	B1.B.02	Математические модели защиты информации	
	B1.B.ДВ.02.01	Правовые основы оценки проектных решений	
	B1.B.ДВ.02.02	Правовые основы рынка программного обеспечения	
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
LC-2		(Э) Способен проводить анализ бизнес-проблем с оценкой перспективности применения ИИ для их решения, осуществлять постановку задачи машинного обучения, формулировать требования к системе ИИ	
LC-2.1	Определяет и формализует проблему предметной области, решение которой требует применения искусственного интеллекта		
	B1.B.03	Искусственный интеллект в оценке рисков и разработке страховых продуктов	
	B1.B.18	Технологии создания и поддержки ПО	
	B1.B.22	ИИ ФинТех	
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	

LC-2.2	Оценивает технические требования и разрабатывает техническое задание на системы искусственного интеллекта в конкретной предметной области	
	Б1.В.03	Искусственный интеллект в оценке рисков и разработке страховых продуктов
	Б1.В.18	Технологии создания и поддержки ПО
	Б1.В.22	ИИ ФинТех
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LC-3	(П) Способен проводить эксперименты на данных, формулировать гипотезы исследования, строить (обучать, дообучать) модели машинного обучения с оценкой их качества и анализом ошибок, обеспечивать воспроизводимость и масштабируемость исследований на данных	
LC-3.1	Проводит исследования на данных, выдвигает гипотезы, проводит эксперименты на данных	
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.07	Технологии интеллектуальной поддержки принятия решений и управления
	Б1.В.12	Машинное обучение
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
LC-3.2	Тестирует, испытывает и оценивает качество решений с элементами искусственного интеллекта	
	Б1.В.11	А/В-тестирование и Uplift-моделирование
	Б1.В.12	Машинное обучение
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ML-1	(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	
ML-1.1	Позиционирует собственную задачу в заданной области знания с точки зрения трендов современного искусственного интеллекта	
	Б1.В.14	Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
	ФТД.02	Современные методы фронтирных исследований ИИ
ML-1.2	Определяет тенденции развития, оценивает новизну и практическую значимость своих решений с точки зрения современного искусственного интеллекта	
	Б1.В.01	Современные экономико-информационные системы
	Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
	ФТД.02	Современные методы фронтирных исследований ИИ
ML-1.3	Оценивает конкурирующие решения и разработки с точки зрения трендов современного искусственного интеллекта	
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.14	Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности
	Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
	ФТД.02	Современные методы фронтирных исследований ИИ
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	
	Б1.В.14	Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности
	Б2.В.01	Производственная практика

	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ML-2.2	Применяет методы предварительной обработки данных и работы с признаками	
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.14	Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ML-2.3	Решает проблемы несбалансированных данных и оценивает качество моделей	
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.14	Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
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.	
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.12	Машинное обучение
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.16	Нейросетевые технологии
	Б1.В.21	Рекомендательные системы
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ML-3.2	Эффективно применяет классические методы и модели машинного обучения для обеспечения достижения функциональных характеристик систем ИИ	
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.12	Машинное обучение
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.16	Нейросетевые технологии
	Б1.В.21	Рекомендательные системы
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ML-3.3	Оценивает результативность применения классических методов и моделей машинного обучения в задачах ИИ на основе сопоставления с аналогами	
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.12	Машинное обучение

	B1.B.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	B1.B.16	Нейросетевые технологии
	B1.B.21	Рекомендательные системы
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
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	
	B1.B.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	B1.B.12	Машинное обучение
	B1.B.16	Нейросетевые технологии
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ML-4.2	Выявляет аномалии и применяет методы поиска ассоциативных правил	
	B1.B.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	B1.B.12	Машинное обучение
	B2.B.01	Производственная практика
	B2.B.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	B2.B.01.03(Пд)	преддипломная практика
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ML-4.3	Оценивает качество результатов обучения без учителя	
	B1.B.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	B1.B.12	Машинное обучение
	B1.B.16	Нейросетевые технологии
	B2.B.01	Производственная практика
	B2.B.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	B2.B.01.03(Пд)	преддипломная практика
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ML-5		(П) 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	
	B1.B.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	B1.B.12	Машинное обучение
	B1.B.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	B2.B.01	Производственная практика
	B2.B.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ML-5.2	Применяет методы повышения устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов МО для проверки разведочных гипотез и подготовки данных к применению современных методов ИИ	
	B1.B.02	Математические модели защиты информации
	B1.B.12	Машинное обучение
	B2.B.01	Производственная практика
	B2.B.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ML-6		(Б) 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	
	B1.B.02	Математические модели защиты информации
	B1.B.08	Методы обучения с подкреплением
	B1.B.12	Машинное обучение
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ML-6.2	Применяет методы повышения устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов обучения с подкреплением для проверки разведочных гипотез и подготовки данных к применению современных методов ИИ	
	B1.B.02	Математические модели защиты информации
	B1.B.08	Методы обучения с подкреплением
	B1.B.12	Машинное обучение
	B2.B.01	Производственная практика
	B2.B.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
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	
	B1.B.12	Машинное обучение
	B1.B.16	Нейросетевые технологии
	B2.B.01	Производственная практика
	B2.B.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ML-7.2	Применяет методы повышения устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов автоматического машинного обучения для проверки разведочных гипотез и подготовки данных к применению современных методов ИИ	
	B1.B.02	Математические модели защиты информации
	B1.B.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	B1.B.12	Машинное обучение
	B2.B.01	Производственная практика
	B2.B.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ML-8	(Б) Способен применять алгоритмы обучения на нестандартных объемах данных	
ML-8.1	Обосновывает способы и варианты применения алгоритмов обучения на нестандартных объемах данных в задачах ИИ, включая их преобразование и адаптацию к специфике задачи	
	B1.B.02	Математические модели защиты информации
	B1.B.12	Машинное обучение
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ML-8.2	Применяет методы повышения устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов обучения на нестандартных объемах данных для проверки разведочных гипотез и подготовки данных к применению современных методов ИИ	
	B1.B.02	Математические модели защиты информации
	B1.B.12	Машинное обучение
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
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.	

	Б1.В.04	Математические модели нейронных сетей
	Б1.В.16	Нейросетевые технологии
	Б1.В.20	Интеллектуальные методы оптимизации
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
	ФТД.01	Управление жизненным циклом ИИ-продукта
DL-1.2	Способен проектировать и реализовывать неглубокие нейронные сети (перцептроны, MLP), выбирать appropriate функции активации и регуляризации для решения задач классификации и регрессии	
	Б1.В.04	Математические модели нейронных сетей
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.16	Нейросетевые технологии
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
	ФТД.01	Управление жизненным циклом ИИ-продукта
DL-1.3	Способен применять современные архитектуры глубоких сетей для решения различных задач, понимая их внутреннюю структуру и особенности обучения.	
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	Б1.В.10	Глубокое обучение
	Б1.В.16	Нейросетевые технологии
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
DL-1.4	Способен разрабатывать и оптимизировать специализированные архитектуры для работы с изображениями и последовательностями, учитывая их уникальные свойства.	
	Б1.В.10	Глубокое обучение
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
DL-1.5	Способен разрабатывать, адаптировать и внедрять генеративные нейронные сети для решения практических задач, включая создание новых архитектур, оптимизацию обучения и промышленное развертывание моделей	
	Б1.В.11	A/B-тестирование и Uplift-моделирование
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
DL-1.6	Способен разрабатывать, оптимизировать и применять автоэнкодеры (AE) и вариационные автоэнкодеры (VAE) для решения задач снижения размерности, генерации данных и обнаружения аномалий, включая создание архитектур, обучение моделей и их внедрение в продуктивную среду	
	Б1.В.16	Нейросетевые технологии
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика

	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
DL-1.7	Способен разрабатывать, адаптировать и внедрять трансформерные архитектуры для решения задач обработки последовательностей, включая создание новых моделей, оптимизацию обучения и промышленное развертывание	
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	Б1.В.11	А/В-тестирование и Uplift-моделирование
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
DL-1.8	Способен проектировать, разрабатывать и внедрять мультимодальные и мультизадачные модели глубокого обучения, эффективно комбинируя различные типы данных и оптимизируя совместное решение нескольких задач.	
	Б1.В.10	Глубокое обучение
	Б1.В.16	Нейросетевые технологии
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
DL-2	(Б) 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	
	Б1.В.10	Глубокое обучение
	Б1.В.11	А/В-тестирование и Uplift-моделирование
	Б1.В.14	Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
	ФТД.02	Современные методы фронтальных исследований ИИ
DL-2.2	Имплементирует известные архитектуры генеративных сетей, реализует пайплайны их обучения на датасетах и вывод генеративных моделей в продуктивную среду	
	Б1.В.10	Глубокое обучение
	Б1.В.11	А/В-тестирование и Uplift-моделирование
	Б1.В.14	Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
	ФТД.02	Современные методы фронтальных исследований ИИ
DL-3	(П) 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	
	Б1.В.10	Глубокое обучение
	Б1.В.17	Технологии компьютерного зрения
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
	ФТД.01	Управление жизненным циклом ИИ-продукта
	ФТД.02	Современные методы фронтальных исследований ИИ

DL-3.2	Определяет стек технологий, методов и алгоритмов для построения продуктов с компьютерным зрением (системы видеоаналитики, поисковые системы по изображениям и т.д.)	
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.17	Технологии компьютерного зрения
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
	ФТД.01	Управление жизненным циклом ИИ-продукта
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	
	Б1.В.11	А/В-тестирование и Uplift-моделирование
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.17	Технологии компьютерного зрения
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
DL-3.4	Разрабатывает новые алгоритмы и библиотеки обработки естественного языка, новые архитектуры глубоких нейронных сетей и методы их обучения для задач анализа текста	
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	Б1.В.17	Технологии компьютерного зрения
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
DL-4	(П) 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	
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	Б1.В.10	Глубокое обучение
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
DL-4.2	Определяет стек технологий, методов и алгоритмов для построения продуктов с обработкой естественного языка (диалоговые системы, вопросно-ответные системы, рекомендательные системы и т.д.)	
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.21	Рекомендательные системы
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
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	
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	Б1.В.11	А/В-тестирование и Uplift-моделирование
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

DL-5		(Б) Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы распознавания и генерации речи	
DL-5.1	Осуществляет выбор и адаптацию методов и моделей ИИ для решения типовых задач распознавания и генерации речи		
	B1.B.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи	
	B1.B.10	Глубокое обучение	
	B1.B.19	Генеративный искусственный интеллект	
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
DL-5.2	Обеспечивает условия для применения методов и моделей ИИ для решения типовых задач распознавания и генерации речи, включая подготовку данных и разработку пайплайнов		
	B1.B.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи	
	B1.B.16	Нейросетевые технологии	
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
BD-1		(Э) 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		
	B1.O.26	Аналитика данных	
	B1.O.27	Многомерный статистический анализ	
	B2.O.01	Учебная практика	
	B2.O.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
	ФТД.02	Современные методы фронтирных исследований ИИ	
BD-1.2	Применяет методы анализа данных для проверки разведочных гипотез и подготовки данных к применению современных методов ИИ		
	B1.O.27	Многомерный статистический анализ	
	B2.O.01	Учебная практика	
	B2.O.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
BD-1.3	Оценивает результативность применения методов предварительного анализа данных в задачах ИИ на основе сопоставления с аналогами		
	B1.O.26	Аналитика данных	
	B1.O.27	Многомерный статистический анализ	
	B2.O.01	Учебная практика	
	B2.O.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
BD-2		(Э) 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		
	B1.O.27	Многомерный статистический анализ	
	B1.O.29	MLOps&DevOps	
	B2.O.01	Учебная практика	
	B2.O.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
BD-2.2	Работает с данными, в том числе собирает данные из разрозненных источников, проверяет данные на корректность		

		B1.O.27	Многомерный статистический анализ
		B1.O.29	MLOps&DevOps
		B2.O.01	Учебная практика
		B2.O.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
		B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
		B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
BD-2.3	Применяет инструменты и практики непрерывной интеграции данных (DataOps)		
		B1.O.27	Многомерный статистический анализ
		B1.O.29	MLOps&DevOps
		B2.O.01	Учебная практика
		B2.O.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
		B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
		B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
BD-3	(П) 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 неструктурированных данных, оценивает качество		
		B1.O.20	Базы данных
		B1.O.28	Технологии управления данными NoSQL
		B1.O.40	Технологии обработки больших данных
		B2.O.01	Учебная практика
		B2.O.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
		B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
		B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
		ФТД.01	Управление жизненным циклом ИИ-продукта
MF-1	(П) Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ		
MF-1.1	Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах искусственного интеллекта, включая их математическое (алгоритмическое) преобразование и адаптацию к специфике задачи		
		B1.O.12	Математический анализ
		B1.O.13	Алгебра и геометрия
		B1.O.15	Курс теории вероятностей
		B1.O.27	Многомерный статистический анализ
		B1.B.04	Математические модели нейронных сетей
		B1.B.10	Глубокое обучение
		B1.B.12	Машинное обучение
		B1.B.15	Инструментальные средства нейросетевого моделирования
		B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
		B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
MF-1.2	Применяет аппарат теории вероятностей, матстатистики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта		
		B1.O.13	Алгебра и геометрия
		B1.O.15	Курс теории вероятностей
		B1.O.27	Многомерный статистический анализ
		B1.B.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
		B1.B.10	Глубокое обучение
		B1.B.12	Машинное обучение
		B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
		B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

MF-1.3	Применяет современный математический аппарат теории вероятностей для исследования методов и моделей машинного обучения	
	Б1.О.13	Алгебра и геометрия
	Б1.О.15	Курс теории вероятностей
	Б1.О.27	Многомерный статистический анализ
	Б1.В.04	Математические модели нейронных сетей
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.10	Глубокое обучение
	Б1.В.15	Инструментальные средства нейросетевого моделирования
	Б1.В.20	Интеллектуальные методы оптимизации
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
MF-2		(П) Способен применять байесовский подход для построения вероятностных моделей анализа неопределенности и создания адаптивных систем ИИ
MF-1.1	Применяет аппарат байесовского моделирования и теорию информации для построения и анализа устойчивости и интерпретируемости современных моделей искусственного интеллекта	
	Б1.О.15	Курс теории вероятностей
	Б1.О.27	Многомерный статистический анализ
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.12	Машинное обучение
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
MF-3		(Б) Способен применять современные методы оптимизации для обучения моделей машинного обучения настройки гиперпараметров и решения задач ИИ
MF-3.1	Применяет методы оптимизации, для разработки и исследования обучающих алгоритмов	
	Б1.В.04	Математические модели нейронных сетей
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.15	Инструментальные средства нейросетевого моделирования
	Б1.В.20	Интеллектуальные методы оптимизации
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
MF-4		(Э) 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	
	Б1.О.15	Курс теории вероятностей
	Б1.О.27	Многомерный статистический анализ
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.12	Машинное обучение
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
MF-6		Дополнительные главы математической теории ИИ
MF-6.1	Применяет современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ	
	Б1.О.38	Высоконагруженные приложения
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
AI S-1		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	
	Б1.О.36	Безопасность информационных систем

	B1.O.38	Высоконагруженные приложения
	B1.O.39	Технологии тестирования программного обеспечения
	B1.B.02	Математические модели защиты информации
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
AI S-1.2	Обеспечивает соответствие нормативным требованиям и принципам доверенного/этичного ИИ	
	B1.O.36	Безопасность информационных систем
	B1.O.38	Высоконагруженные приложения
	B1.O.39	Технологии тестирования программного обеспечения
	B1.B.02	Математические модели защиты информации
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

5.5. Отраслевые компетенции (Bld-1, E1, H-1)

Индекс		Содержание
Bld-1		Способен осуществлять трудовые функции, обусловленные профессиональной ролью, в ОПД «Строительство и городское хозяйство»
Bld-1.1	Применяет методы и технологии ИИ для решения актуальных задач в строительстве	
	B1.B.01	Современные экономико-информационные системы
	B1.B.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	B1.B.21	Рекомендательные системы
	B1.B.22	ИИ ФинТех
	B1.B.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	B1.B.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	B2.B.01	Производственная практика
	B2.B.01.02(П)	проектная работа
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
Bld-1.2	Применяет методы и технологии ИИ в управлении городским хозяйством	
	B1.B.01	Современные экономико-информационные системы
	B1.B.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	B1.B.21	Рекомендательные системы
	B1.B.22	ИИ ФинТех
	B1.B.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	B1.B.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	B2.B.01	Производственная практика
	B2.B.01.02(П)	проектная работа
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
Bld-1.3	Применяет технологии в архитектурном проектировании	
	B1.B.01	Современные экономико-информационные системы
	B1.B.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	B1.B.21	Рекомендательные системы
	B1.B.22	ИИ ФинТех
	B1.B.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	B1.B.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	B2.B.01	Производственная практика

	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
Bld-1.4	Применяет технологии в комплексном развитии территорий	
	Б1.В.01	Современные экономико-информационные системы
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.22	ИИ ФинТех
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
Bld-1.5	Применяет технологии в дорожном строительстве	
	Б1.В.01	Современные экономико-информационные системы
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.22	ИИ ФинТех
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
Bld-1.6	Применяет технологии в промышленном строительстве	
	Б1.В.01	Современные экономико-информационные системы
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.22	ИИ ФинТех
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
Bld-1.7	Применяет методы и технологии ИИ для решения актуальных задач в благоустройстве	
	Б1.В.01	Современные экономико-информационные системы
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.22	ИИ ФинТех
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
E1	Способен осуществлять трудовые функции, обусловленные профессиональной ролью, в ОПД «Экономика, финансы и управление»	
E1.1	Применяет методы и технологии организации и управления данными и знаниями в финансовой сфере	
	Б1.В.01	Современные экономико-информационные системы
	Б1.В.03	Искусственный интеллект в оценке рисков и разработке страховых продуктов

	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.16	Нейросетевые технологии
	Б1.В.21	Рекомендательные системы
	Б1.В.22	ИИ ФинТех
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
Е1.2	Применяет современные методы и технологии ИИ для решения задач прогнозирования финансовой сфере	
	Б1.В.01	Современные экономико-информационные системы
	Б1.В.03	Искусственный интеллект в оценке рисков и разработке страховых продуктов
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.16	Нейросетевые технологии
	Б1.В.22	ИИ ФинТех
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
Е1.3	Применяет современные методы и технологии ИИ для решения задач оценки рисков и управления рисками в финансовой сфере	
	Б1.В.01	Современные экономико-информационные системы
	Б1.В.03	Искусственный интеллект в оценке рисков и разработке страховых продуктов
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.16	Нейросетевые технологии
	Б1.В.22	ИИ ФинТех
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
Е1.4	Применяет современные методы и технологии ИИ для решения оперативного управления и стратегического планирования в финансовой деятельности	
	Б1.В.01	Современные экономико-информационные системы
	Б1.В.03	Искусственный интеллект в оценке рисков и разработке страховых продуктов
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.16	Нейросетевые технологии
	Б1.В.22	ИИ ФинТех
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
Н-1	Способен осуществлять трудовые функции, обусловленные профессиональной ролью в медицине	

Н-1.1	Применяет ИИ для анализа медицинских данных в целях поддержки клинических решений, в диагностике и интерпретации, в задачах персонализированной медицины	
	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.21	Рекомендательные системы
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

5.6 Фронтирные компетенции (FC-1, FC-2)

Индекс		Содержание
FC-1		(Б) Способен проводить фронтирные исследования в области архитектур, алгоритмов МО, оптимизации и математики
FC-1.1	Разрабатывает фундаментальные основы и новые алгоритмы машинного обучения	
	Б1.В.04	Математические модели нейронных сетей
	Б1.В.06	Гибридный ИИ: математическое моделирование и МО
	Б1.В.10	Глубокое обучение
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.15	Инструментальные средства нейросетевого моделирования
	Б2.В.01	Производственная практика
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
FC-1.2	Разрабатывает новые архитектуры глубоких нейросетей	
	Б1.В.06	Гибридный ИИ: математическое моделирование и МО
	Б1.В.10	Глубокое обучение
	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии
	Б1.В.15	Инструментальные средства нейросетевого моделирования
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
FC-2		(Б) Способен проводить фронтирные исследования в области фундаментальных и генеративных моделей
FC-2.1	Исследует и разрабатывает большие языковые модели (LLM) и другие модели для символьных данных	
	Б1.В.07	Технологии интеллектуальной поддержки принятия решений и управления
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	Б1.В.10	Глубокое обучение
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	Б2.В.01.02(П)	проектная работа
	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Б3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
FC-2.2	Исследует и разрабатывает диффузионные и другие модели для несимвольных данных	
	Б1.В.07	Технологии интеллектуальной поддержки принятия решений и управления
	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	Б1.В.10	Глубокое обучение
	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект
	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов

	B1.B.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	B2.B.01	Производственная практика
	B2.B.01.02(П)	проектная работа
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
FC-2.3	Исследует и создает мульти-модальные большие языковые модели (LLM)	
	B1.B.07	Технологии интеллектуальной поддержки принятия решений и управления
	B1.B.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	B1.B.10	Глубокое обучение
	B1.B.19	Генеративный искусственный интеллект
	B1.B.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	B1.B.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	B2.B.01	Производственная практика
	B2.B.01.02(П)	проектная работа
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
FC-2.4	Развивает методы переноса знаний с адаптацией моделей	
	B1.B.07	Технологии интеллектуальной поддержки принятия решений и управления
	B1.B.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи
	B1.B.10	Глубокое обучение
	B1.B.19	Генеративный искусственный интеллект
	B1.B.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов
	B1.B.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов
	B2.B.01	Производственная практика
	B2.B.01.02(П)	проектная работа
	B3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	B3.02(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Матрица компетенций представлена в приложении 7.

Раздел 6. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

6.1. Электронная информационно-образовательная среда

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде Университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды созданы с использованием собственных ресурсов и ресурсов иных организаций (официальный сайт <https://kubsu.ru/>; электронно-библиотечные системы (ЭБС).

Электронная информационно-образовательная среда Университета обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Использование ресурсов электронной системы обучения в процессе реализации программы регламентируется соответствующими локальными нормативными актами.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных

технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации.

6.2. Материально-технические условия реализации образовательной программы. Учебно-методическое обеспечение

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

Образовательный процесс по реализации образовательной программы организуется на базе Кубанского государственного университета.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета. Список аудиторий и их оснащение представлены в приложении 11.

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению при необходимости).

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль), проходящих соответствующую практику.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ (при наличии) обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Учебно-методическое обеспечение

Виртуальные машины, кластер Managed Kubernetes и ресурсы GPU в облаке предоставляется индустриальным партнером образовательной программы ПАО «Сбербанк»:

№	Продукт	Параметры продукта	Кол-во	Кол-во	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 образовательной программы Yandex Cloud.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

Образовательный процесс по реализации образовательной программы организуется на базе Кубанского государственного университета.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета. Список аудиторий и их оснащение представлены в приложении 11.

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению при необходимости).

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль), проходящих соответствующую практику.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ (при наличии) обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

6.3. Кадровое обеспечение

Реализация образовательной программы обеспечивается педагогическими работниками Университета, а также лицами, привлекаемыми Университетом к реализации программы на иных условиях.

Квалификация педагогических работников Университета отвечает квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках и (или) профессиональных стандартах (при наличии).

В соответствии с требованиями ФГОС ВО не менее 60 процентов численности педагогических работников Университета, участвующих в реализации программы бакалавриата, и лиц, привлекаемых Университетом к реализации программы бакалавриата на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), ведут научную, учебно-методическую и (или) практическую работу, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модуля).

В соответствии с требованиями ФГОС ВО не менее 5 процентов численности педагогических работников Университета, участвующих в реализации программы бакалавриата, и лиц, привлекаемых Университетом к реализации программы бакалавриата на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), являются руководителями и (или) работниками иных организаций (индустриальных партнеров), осуществляющими трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники (имеют стаж работы в данной профессиональной сфере не менее 3 лет).

В соответствии с требованиями ФГОС ВО не менее 50 процентов численности педагогических работников Университета и лиц, привлекаемых к образовательной деятельности Университета на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок,

приведенного к целочисленным значениям), имеют ученую степень (в том числе ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное в иностранном государстве и признаваемое в Российской Федерации).

В реализации программы участвуют ведущие преподаватели Университета, имеющие научный и практический опыт в сфере искусственного интеллекта, анализа данных, методов машинного обучения, математического моделирования, программирования, разработки информационных и программных систем - авторы учебников, учебных пособий, монографий и научных статей по проблемам искусственного интеллекта, анализа данных, методов машинного обучения, математического моделирования, численных методов, программирования, защиты информации и разработке программных комплексов.

Среди них прошли обучение по программам ДПО ИТМО в 2025 году и получили соответствующие удостоверения 16 человек из РОП и ППС и получили (Акиньшина Вера Александровна, Голуб Михаил Владимирович, Добровольская Наталья Юрьевна, Жук Арсений Сергеевич, Казаковцева Екатерина Васильевна, Калайдин Евгений Николаевич, Калайдина Галина Вениаминовна, Коваленко Анна Владимировна, Колотий Александр Дмитриевич, Левченко Дмитрий Александрович, Подколзин Вадим Владиславович, Синица Сергей Геннадьевич, Уртенев Махамед Али Хусеевич, Халафян Алексан Альбертович, Харченко Анна Владимировна, Чубырь Наталья Олеговна).

1) Коваленко Анна Владимировна, РОП «Искусственный интеллект и аналитика данных», Доктор технических наук, Доцент, Педагогический стаж 18, Сведения об образовании (город, вуз, дата окончания) Краснодар, КубГУ, 2005, Опыт работы в индустрии 18, Педагогический стаж: Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности, научно-исследовательская работа, Разработка ИИ-решений для индустрии, Публикаций РИНЦ: 524, ядро РИНЦ: 86, Scopus: 41, WOS: 46, Участие в конференциях: 172, Индекс Хирша РИНЦ 25, ядро РИНЦ 13 Осуществляла руководство и была исполнителем в 23 грантах РФФИ, РНФ, в том числе и международных.

2) Кадури Артур Аликович ст. преподаватель, внешний совместитель, Сведения об образовании (город, вуз, дата окончания) - Краснодар, КубГУ, 2008, Опыт работы в индустрии 10, Перечень преподаваемых дисциплин: Компьютерное зрение, Глубокое обучение, Директор ключевых исследовательских программ. Институт Искусственного Интеллекта. Соавтор курсов "Компьютерное зрение" и "Deep Learning" В Mail.Ru Group был первым сотрудником в группе по анализу данных департамента рекламных технологий. После того, как группа выросла в отдел, возглавил группу сегментирования аудитории. Руководил и участвовал в проектах, связанных с анализом пользовательского поведения в рекламе, соцсетях, играх и т. д. С 2016 года применяет методы глубокого обучения для научных исследований в области медицинской химии совместно с командой Insilico Medicine, где после успешного проекта занял должность директора по AI. В конце 2017 г. возглавил дочернюю компанию Insilico Taiwan в качестве исполнительного директора. Руководитель 5 грантов РФФИ исполнитель 13 грантов РФФИ и РНФ

3) Синица Сергей Геннадьевич, доцент, Кандидат технических наук, Педагогический стаж 18, Сведения об образовании (город, вуз, дата окончания), Краснодар, КубГУ, 2005, Опыт работы в индустрии 18, Перечень преподаваемых дисциплин: WEB-разработка, Публикаций РИНЦ: 45, ядро РИНЦ: 10, Scopus/WOS: 11, Индекс Хирша РИНЦ 6, ядро РИНЦ 3 Был соисполнителем в 7 грантах.

4) Халафян Алексан Альбертович, профессор, Доктор технических наук, Доцент, Педагогический стаж 45, Сведения об образовании (город, вуз, дата окончания) Краснодар, КГУ, 1977, Опыт работы в индустрии 45, Перечень преподаваемых дисциплин: Курс теории вероятностей, Многомерный статистический анализ,

Публикаций в РИНЦ: 240, ядро РИНЦ: 81, Scopus: 35, WOS: 34, Индекс Хирша РИНЦ: 15, ядро РИНЦ: 9 Был исполнителем в 6 грантах и руководителем в 1 гранте

5) Акиншина Вера Александровна, доцент, канд. пед. наук, доцент, Педагогический стаж 23, Краснодар, КубГУ, 2001, Опыт работы в индустрии 13, Перечень преподаваемых дисциплин: Алгебра и геометрия, ИИ ФинТех, Интеллектуальные методы оптимизации, Публикаций РИНЦ: 131, ядро РИНЦ: 14, Scopus/WOS: 7, Индекс Хирша РИНЦ 5, ядро РИНЦ 4 Была исполнителем в 2 грантах РФФИ

6) Казаковцева Екатерина Васильевна, доцент, канд. физ.-мат. наук, Педагогический стаж 12, Сведения об образовании (город, вуз, дата окончания) Краснодар, КубГУ, 2012, Опыт работы в индустрии 12, Перечень преподаваемых дисциплин: А/В-тестирование и Uplift-моделирование, Машинное обучение, Публикаций РИНЦ: 28, ядро РИНЦ: 1, Scopus/WOS: 1, Индекс Хирша РИНЦ: 4 Была исполнителем в 5 грантах РФФИ и РФ

7) Калайдина Галина Вениаминовна, доцент, канд. физ.-мат. наук, Педагогический стаж 24, Сведения об образовании (город, вуз, дата окончания) Москва, МГУ, 1986, Опыт работы в индустрии 4, Перечень преподаваемых дисциплин Инструментальные средства нейросетевого моделирования, Публикаций – 36, Конференций - 4

8) Левченко Дмитрий Александрович, доцент, кандидат педагогических наук, Педагогический стаж 22, Сведения об образовании (город, вуз, дата окончания), Ленинград, ЛКИ, 1989; Опыт работы в индустрии 16, Перечень преподаваемых дисциплин: Нейросетевые технологии, Технологии управления данными NoSQL, Научные достижения: 1-е место на XXVII Московском международном Салоне изобретений и инновационных технологий «АРХИМЕД 2024» проекта «Нейросетевой программный комплекс распознавания точек лазерного отражения «НйроКомРат»».

9) Добровольская Наталья Юрьевна, доцент, кандидат педагогических наук, доцент, Педагогический стаж 32, Сведения об образовании (город, вуз, дата окончания) Краснодар, КубГУ, 1993, Опыт работы в индустрии 12, Перечень преподаваемых дисциплин: Основы программирования, MLOps&DevOps, Публикаций: 195, Участие в конференциях: 38

10) Вишняков Ренат Юрьевич доцент, внешний совместитель кандидат технических наук, Педагогический стаж 20, Сведения об образовании (город, вуз, дата окончания) ЮФУ, 2003, Опыт работы в индустрии 10, Перечень преподаваемых дисциплин: Технологии создания и поддержки ПО ППС За период 5 лет 2020-2024

11) Подколзин Вадим Владиславович, доцент, канд. физ.-мат. наук, доцент, Педагогический стаж 30, Сведения об образовании (город, вуз, дата окончания) Математик с 1997 г, Перечень преподаваемых дисциплин: Фундаментальные дискретные модели, Разработка мобильных приложений, Публикаций: 62, Участие в конференциях: 19

12) Полупанова Елена Евгеньевна, доцент, канд. техн. наук, доцент, Педагогический стаж 8, Перечень преподаваемых дисциплин: Операционные системы, Публикаций: 39, Участие в конференциях: 4

13) Калайдин Евгений Николаевич, профессор, доктор физ.-мат. наук, Педагогический стаж 38, Сведения об образовании (город, вуз, дата окончания) Москва, МГУ, 1986, Опыт работы в индустрии 10, Перечень преподаваемых дисциплин: Искусственный интеллект в оценке рисков и разработке страховых продуктов, Технологии обработки больших данных, Публикаций РИНЦ: 145, ядро РИНЦ: 53, Scopus: 43, WOS: 43, Участие в конференциях: 84, Индекс Хирша РИНЦ 20, Scopus, WOS: 12, ядро РИНЦ 15. Руководило научными грантами: проводимыми РФФИ 4, международными INTAS, РФФИ и Департаментом науки и технологии правительства Индии.

14) Чубырь Наталья Олеговна, доцент, канд. физ.-мат. наук, доцент, Педагогический стаж 23, Сведения об образовании (город, вуз, дата окончания) Краснодар, КубГУ, 2001, Опыт работы в индустрии 3, Перечень преподаваемых дисциплин: Математический

анализ, Рекомендательные системы, Публикаций РИНЦ: 111, ядро РИНЦ: 13, Scopus: 11, WOS: 3, Участие в конференциях: 19, Индекс Хирша РИНЦ 12, ядро РИНЦ 5 Была исполнителем в двух грантах

15) Харченко Анна Владимировна, доцент, канд. пед. наук, Педагогический стаж 24, Сведения об образовании (город, вуз, дата окончания) Краснодар, КубГУ, 2001, Опыт работы в индустрии 5, Перечень преподаваемых дисциплин: Алгоритмы и структуры данных, Обработка данных на Python, Разработка ИИ агентов.

Информация о ведущих преподавателях с указанием их роли и степени участия в реализации образовательной программы топ-уровня

1. Коваленко Анна Владимировна, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой анализа данных и искусственного интеллекта, руководитель Центра искусственного интеллекта,

РОП «Искусственный интеллект и аналитика данных».

Академический лидер программы.

Педагогический стаж 18 лет,

Сведения об образовании: Краснодар, КубГУ, 2005,

Опыт работы в индустрии 18 лет,

Перечень преподаваемых дисциплин: Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности, Научно-исследовательская работа, Разработка ИИ-решений для индустрии

Степень вовлеченности в программу: ведение полноценных курсов, чтение лекции, проведение практик, руководство КР и ВКР.

Наукометрические показатели: h-индекс =13 (Scopus), индекс Хирша =27 (РИНЦ), индекс Хирша по ядру РИНЦ =13,

Публикаций РИНЦ: 524; ядро РИНЦ: 86; Scopus: 41; WOS: 46.

Участие в конференциях: 172. Осуществляла руководство и была исполнителем в 23 грантах РФФИ, РНФ, в том числе и международных.

Значимые публикации:

Sun, X., Li, J., Kovalenko, A.V., Feng, W., Ou, Y. Integrating Reinforcement Learning and Learning From Demonstrations to Learn Nonprehensile Manipulation //IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2023, 20(3), 1735–1744, DOI: 10.1109/TASE.2022.3185071, Q1

Petukhova, A.V.; Kovalenko, A.V.; Ovsyannikova, A.V. Algorithm for Optimization of Inverse Problem Modeling in Fuzzy Cognitive Maps. Mathematics 2022, 10, 3452. DOI: 10.3390/math10193452, Q1

Kirillova, E.; Kovalenko, A.; Urtenov, M. Study of the Current–Voltage Characteristics of Membrane Systems Using Neural Networks. AppliedMath 2025, 5, 10. <https://doi.org/10.3390/appliedmath5010010>,

Первые работы по ИИ:

Коваленко А.В. Оценка кредитоспособности заёмщика при помощи нейронных сетей и нечётких множеств // Современное состояние и приоритеты развития фундаментальных наук в регионах. труды III Всероссийской научной конференции молодых ученых и студентов, 2-5 октября 2006 г. Краснодар, 2006. С. 190-192.

Коваленко А.В., Кармазин В.Н. Нечеткое моделирование в среде MATLAB кредитоспособности предприятий малого и среднего бизнеса // Проектирование научных и инженерных приложений в среде MATLAB. Труды Всероссийской научной конференции. 2007. С. 1509-1520.

Коваленко А.В., Кармазин В.Н. Комплексная оценка кредитоспособности предприятий малого и среднего бизнеса на основе нечетких моделей // Обозрение прикладной и промышленной математики. 2007. Т. 14. № 4. С. 722-724.

Руководила проектом РФФИ: Использование методов машинного обучения и искусственного интеллекта для анализа социально-экономического развития городских округов, районов и поселений Краснодарского края

Примеры лучших/репрезентативных работ и ВКР: Разработка системы искусственного интеллекта для анализа видео с беспилотных летательных аппаратов; Идентификация пыльцы в микропрепаратах мёда с использованием YOLOv8: сравнительный анализ с Pytorch-моделью; Устройство контроля доступа на объект транспортных средств с применением искусственного интеллекта; Интеграция нейросетей в 1С для автоматизации документооборота в медицинских учреждениях; Обнаружение нефтяных загрязнений с использованием методов машинного обучения и т.д.

Примеры свидетельств о гос.рег.:

Коваленко А.В., Романюта Д.Ю. Программа дообучения моделей для мобильных устройств с помощью библиотеки Tensorflow // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024610228, 09.01.2024. Заявка № 2023689161 от 25.12.2023.

Коваленко А.В., Коваленко С.А. Программа для обучения нейронной сети, определяющей эмоции человека // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024611014, 17.01.2024. Заявка № 2023689068 от 25.12.2023.

Под руководством Коваленко А.В. выполнена диссертация Петуховой А.В. «Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия решений в слабоструктурированных задачах выбора на основе нечётких когнитивных карт» на соискание степени кандидата технических наук по специальности 2.3.4. - Управление в организационных системах. Защита состоится «18» сентября 2025 г. в 14:00 на заседании диссертационного совета Пермского национального исследовательского политехнического университета Д ПНИПУ.05.21 по адресу: 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, ауд. 345. https://vak.minobrnauki.gov.ru/advert_independent/93370081002

2. Кадури Артур Аликович, АНО "Институт Искусственного Интеллекта" инженер-исследователь, Руководитель группы «Глубокое обучение в науках о жизни» Института AIRI, старший научный сотрудник. ППС «Искусственный интеллект и аналитика данных».

Педагогический стаж 3 года,

Сведения об образовании: Краснодар, КубГУ, 2008,

Опыт работы в индустрии 12 лет,

Перечень преподаваемых дисциплин: «Компьютерное зрение», «Глубокое обучение»

Степень вовлечённости в программу: чтение лекции, руководство КР и ВКР, общее экспертирование и консультирование ОП «Искусственный интеллект и аналитика данных».

Наукометрические показатели:
h-index =9 (Scopus), h-index =8 (WOS), WOS Core collection: 15, общее количество цитирований: 3800

Значимые

публикации:

1. Kadurin, Artur, et al. "The cornucopia of meaningful leads: Applying deep adversarial autoencoders for new molecule development in oncology." *Oncotarget* 8.7 (2016): 10883.
2. Kadurin, Artur, et al. "druGAN: an advanced generative adversarial autoencoder model for de novo generation of new molecules with desired molecular properties in silico." *Molecular pharmaceutics* 14.9 (2017): 3098-3104.
3. Polykovskiy, Daniil, et al. "Molecular sets (MOSES): a benchmarking platform for molecular generation models." *Frontiers in pharmacology* 11 (2020): 565644.
4. Khrabrov, Kuzma, et al. "\$\nabla^2\$ DFT: A Universal Quantum Chemistry Dataset of Drug-Like Molecules and a Benchmark for Neural Network Potentials." *Advances in Neural Information Processing Systems* 37 (2024): 36869-36889.
5. Polykovskiy, Daniil, et al. "Entangled conditional adversarial autoencoder for de novo drug discovery." *Molecular pharmaceutics* 15.10 (2018): 4398-4405.

6. Николенко, Сергей, Кадури, Артур и Архангельская Екатерина. Глубокое обучение. "Издательский дом"" Питер""", 2017.

Конференции А*:

1. <https://openreview.net/forum?id=FMMF1a9ifL>
2. <https://openreview.net/forum?id=ElUrNM9U8c#discussion>
3. <https://openreview.net/forum?id=JoO6mtCLHD>
4. <https://aclanthology.org/2024.findings-emnlp.760/>
5. <https://aclanthology.org/2020.coling-main.588/>
6. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-72113-8_30
7. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-42448-9_10
8. <https://aclanthology.org/2024.findings-naacl.288/>

3. Казаковцева Екатерина Васильевна, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры анализа данных и искусственного интеллекта.

ППС «Искусственный интеллект и аналитика данных»,

Педагогический стаж 12 лет.

Сведения об образовании: Краснодар, КубГУ, 2012,

Опыт работы в индустрии 12 лет,

Перечень преподаваемых дисциплин: Машинное обучение, А/В-тестирование и Uplift-моделирование,

Степень вовлеченности в программу: ведение полноценных курсов, чтение лекции, руководство КР и ВКР.

Наукометрические показатели: Публикаций РИНЦ: 31, ядро РИНЦ: 2, Scopus: 2, WOS: 2. Участие в конференциях: 11. Была исполнителем в 5 грантах РФФИ и РФФИ.

Диплом лауреата I Всероссийского конкурса авторских публикаций и инновационного контента "Библиотека цифрового университета" (2022 г.) за работу "Интеллектуальные информационные системы в экономике: учебное пособие"

Значимые публикации:

Коваленко, А.В. Искусственный интеллект в бизнесе: анализируем и применяем / А.В. Коваленко, Е.В. Казаковцева. - Москва : Ай Пи Ар Медиа; Алматы : EDP Hub (Индипи Хаб), 2023. - 354 с.

Коваленко, А. В. Искусственный интеллект в экономике / А. В. Коваленко, Е. В. Казаковцева. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 347 с. – ISBN 978-5-4497-1656-9. – EDN DOXTOW.

Коваленко, А. В. Нейросетевые технологии в экономике / А. В. Коваленко, Е. В. Казаковцева. – Москва : Ай Пи, 2022. – 183 с. – ISBN 978-5-4497-1633-0. – EDN ADSPQM.

Коваленко, А. В. Искусственный интеллект в экономике / А. В. Коваленко, Е. В. Казаковцева. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 347 с. – ISBN 978-5-4497-1656-9. – EDN DOXTOW.

Казаковцева, Е.В. Математическое моделирование переноса ионов соли в электромембранных системах с осевой симметрией: специальность 1.2.2 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. КубГУ- Краснодар, 2024. - 176 с. <http://docspace.kubsu.ru/docspace/handle/1/1777> (в п. 4.4 и 4.5 диссертации приведена реализация нейронной сети)

Темы работ со студентами: разработка нейронной сети для распознавания объектов на изображении, подбор событий для календаря по свойствам номенклатуры с использованием машинного обучения, случайный лес и деревья решений на Python, разработка сайта со встроенной моделью машинного обучения, использование языка Python для распознавания изображений, применение машинного обучения для оценки релевантности отзывов, разработка системы рекомендаций фильмов на Python, детекция

объектов на изображении нейронной сетью, разработка CNN модели для распознавания объектов на изображении.

4. Кесиян Грант Арутович, руководитель отдела Backend в Краснодаре компании SimbirSoft. Привлечен как представитель индустрии.

Педагогический стаж 12 лет,

Сведения об образовании: Краснодар, КубГУ, 2010,

Опыт работы в индустрии 13 лет,

Перечень преподаваемых дисциплин: Управление проектами, Проектирование информационных систем, Объектно-ориентированные модели, Проектирование и администрирование экономико-информационных систем, Объектно-ориентированные языки и системы программирования, Современные интернет-технологии в экономике, Разработка и проектирование информационных корпоративных систем, Объектно-ориентированные модели.

Степень вовлеченности в программу: руководство КР и ВКР.

Наукометрические показатели: индекс Хирша РИНЦ 2, ядро РИНЦ 0, Публикаций РИНЦ: 20, ядро РИНЦ: 1, Scopus: 1. Участие в конференциях: 13.

Значимые публикации:

Математические модели финансовых пирамид, учитывающие стохастическую природу принятия решений / Г. А. Кесиян, А. В. Коваленко, М. А. Х. Уртенев [и др.] // Журнал Белорусского государственного университета. Математика. Информатика. – 2024. – № 2. – С. 27-39. – EDN OGJSND.

Кесиян, Г. А. Стохастические модели финансовых пирамид, учитывающие прирост клиентов за счет рекламной компании / Г. А. Кесиян // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 200. – С. 288-301. – DOI 10.21515/1990-4665-200-026. – EDN FAXFPR.

Кесиян, Г. А. Методика подготовки обучающей выборки для повышения качества прогнозов цен акций в задачах машинного обучения / Г. А. Кесиян, М. Б. Ласкин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 204(10). – 638 с.

Темы работ со студентами: разработка модели машинного обучения для предсказания победителя в теннисном матче, создание модели машинного обучения с калибровками для прогнозирования финансовых инструментов, приложение для оптимизации параметров торговых стратегий на фондовом рынке, мобильное приложение для генерации временных рядов с долговременной корреляционной структурой, разработка клиент-серверного приложения с двусторонней связью в реальном времени на примере стриминговой платформы, разработка масштабируемой системы для маркетплейсов.

Примеры свидетельств о гос.рег.:

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025610952 Российская Федерация. Программа для прогнозирования временных рядов с применением псевдофазовой реконструкции и искусственных нейронных сетей : № 2024692996 : заявл. 28.12.2024 : опубл. 16.01.2025 / Г. А. Кесиян, М. Б. Ласкин ; правообладатель Кесиян Грант Арутович.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024692375 Российская Федерация. Программа для нахождения периодических и непериодических циклов временных рядов с помощью фрактального анализа : № 2024692054 : заявл. 19.12.2024 : опубл. 27.12.2024 / Г. А. Кесиян, М. Б. Ласкин ; правообладатель Кесиян Грант Арутович.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024660128 Российская Федерация. Программа для анализа стохастических финансовых пирамид (StochasticFPyramidsBuilder) : № 2024617376 : заявл. 10.04.2024 : опубл. 02.05.2024 / Г. А. Кесиян, А. В. Коваленко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет». – EDN ZCDMRK.

5. Урtenов Махамет Хусеевич, Доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики.

Педагогический стаж 47 лет,

Сведения об образовании: Краснодар, КубГУ, 1975,

Опыт работы в индустрии 47 лет,

Перечень преподаваемых дисциплин: Математические модели нейронных сетей, научно-исследовательская работа.

Степень вовлеченности в программу: ведение полноценных курсов, чтение лекции, проведение практик, руководство КР и ВКР.

Наукометрические показатели: h-индекс =20 (Scopus), индекс Хирша РИНЦ 28, ядро РИНЦ 20, Публикаций РИНЦ: 343, ядро РИНЦ: 89, Scopus: 49, WOS: 41. Участие в конференциях: 71. Осуществлял руководство и был исполнителем в 57 грантах РФФИ, РНФ, в том числе и международных.

Значимые публикации:

Kirillova, E.; Kovalenko, A.; Urtenov, M. Study of the Current–Voltage Characteristics of Membrane Systems Using Neural Networks. AppliedMath 2025, 5, 10. <https://doi.org/10.3390/appliedmath5010010>,

Kovalenko A.V., Urtenov M.Kh. Creation of an artificial intelligence system for analysis of theoretical current-voltage curves // Trends in Computer Science and Information Technology. 2020. Т. 5. № 1. DOI: 10.17352/tcsit.000011

Шкоркина И.В., Урtenов М.А.Х., Коваленко А.В., Собченко К.В. Алгоритм прогнозирования вольтамперных характеристик с помощью нейронных сетей и анализа Фурье // Ломоносов-2020. Материалы XXVII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 63-65.

Пекишев Д.В., Урtenов М.Х. Программа для обработки, анализа и очистки данных в различных форматах // Наука. Технологии. Инновации. Сборник научных трудов XVII Всероссийской научной конференции молодых ученых. В 11-ти частях. Новосибирск, 2024. С. 161-163.

Пекишев Д.В., Урtenов М.Х. Комплекс программ для анализа и обработки файлов с данными // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук. Сборник материалов X Международной научно-практической конференции (школы-семинара) молодых ученых. Тольятти, 2024. С. 204-208.

Урtenов М.Х., Пекишев Д.В. Моделирование баз данных, большие данные в проекте "Приложение по защите аккаунтов от взлома" // Современное программирование. Материалы V Международной научно-практической конференции. Нижневартовск, 2024. С. 255-259.

Коваленко А.В., Урtenов М.Х. Синергетический эффект использования искусственного интеллекта при моделировании физико-химических процессов и систем // Прикладная математика и информатика в современном мире. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию начала подготовки специалистов в области программирования и прикладной математики на Кубани. Краснодар, 2022. С. 235-243.

Луценко Е.В., Коваленко А.В., Печурина Е.К., Урtenов М.А.Х. Открытая персональная интеллектуальная технология разработки и применения адаптивных методик оценки инвестиционной привлекательности и кредитоспособности предприятий // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2019. Т. 14. № 1. С. 20-50.

Арутюнян А.С., Коваленко А.В., Урtenов М.Х. Нейросетевые технологии финансово-экономического анализа. Монография. Краснодар, 2015.

Коваленко А.В., Уртенев М.Х. Нейросетевое моделирование инфляции в России // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2010. № 61. С. 44-63.

Примеры свидетельств о гос.рег.:

Коваленко А.В., Уртенев М.А.Х., Гудза В.А., Самутин А.К. Интеллектуальный анализ данных финансово-экономического состояния предприятия // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019617664, 18.06.2019.

Коваленко А.В., Уртенев М.А.Х., Курзина А.А., Русанова В.В. Интеллектуальная система комплексной оценки кредитоспособности стран // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019612231, 13.02.2019.

6. Халафян Алексан Альбертович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры анализа данных и искусственного интеллекта. Педагогический стаж 45 лет,

Сведения об образовании: Краснодар, КГУ, 1977,

Опыт работы в индустрии 25 лет,

Перечень преподаваемых дисциплин: Курс теории вероятностей и математической статистики, Многомерный статистический анализ данных, Методы ИИ в задачах классификации.

Степень вовлеченности в программу: ведение полноценных курсов, чтение лекции, проведение практик, руководство КР и ВКР.

Наукометрические показатели: h-индекс =5 (Scopus), индекс Хирша РИНЦ 19, ядро РИНЦ 9, Публикаций РИНЦ: 270, ядро РИНЦ: 82, Scopus: 38, WOS: 34. Участие в конференциях: 3. Осуществлял руководство в 1 гранте, был исполнителем в 6 грантах РФФИ, РНФ.

Значимые публикации и учебные пособия:

1. A. Khalafyan, Z. Temerdashev, A. Abakumov, E. Gipich. Identification of varietal and geographical origin of wines using artificial intelligence methods // Discover Food 5(1), July 2025. DOI: 10.1007/s44187-025-00531-2

2. A. Khalafyan, Z. Temerdashev, A. Abakumov, O. Sheludko, V. Akin'shina. Assessment of the Sensory Properties of Wines Using Artificial Intelligence Technologies // ACS Food Science & Technology, Vol 5/Issue 7 June 20, 2025. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsfoodscitech.5c00192>

3. Халафян А.А., Темердашев З.А., Абакумов А.Г. О влиянии кластерной структуры данных на прогностические свойства нейросетевой модели // Искусственный интеллект и принятие решений. 2025. №2. С.19-31.

4. Сеница С.Г., Зяблова Е.И., Кардаильская Д.О., Заяц И.А., Халафян А.А., Ищенко А.В. Разработка трёхмерной сверточной нейронной сети с вниманием для обнаружения аневризм // Искусственный интеллект и принятие решений, 2024, № 2, 116–122, K1, DOI:10.14357/20718594240209. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67938952>, RSCI. 2.

5. Влияние структуры данных на восстановление регрессии нейронными сетями. Искусственный интеллект и принятие решений. 2025. Статья на рецензировании в журнале «Искусственный интеллект и принятие решений» 2025.

6. Хомидов Д.З., Лукачик Е.П., Сеница С.Г., Халафян А.А., Зяблова Е.И. Создание модели глубокого обучения для анализа КТ- снимков на основе фреймворка Deep Medic //Прикладная математика: современные проблемы математики, информатики и моделирования. Материалы VII всероссийской научно-практической конференции. Краснодар, 2025

7. Зяблова Е.И., Сеница С.Г., Заяц И.А., Халафян А.А., Кардильская Д.О., Порханов В.А. Использование трехмерных сверточных нейронных сетей для выявления интракраниальных аневризм по данным КТ-ангиографии брахиоцефальных артерий // Инновационная медицина Кубани. 2023;(2):21–27. DOI: 10.35401/2541-9897-2023-26-2-21-27, <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2023-26-2-21-27>, K2, Q4.

8. Перова М.Д., Самохвалова Д.Д., Халафян А.А., Акиншина В.А. Определение сравнительного риска прогрессирования пародонтита с помощью нейросетевого

исследования: когортное ретроспективное исследование // Кубанский научный медицинский вестник: научный журнал. 2022. Т. 29. № 5. С.44-62. DOI: 10.25207/1608-6228-2022-29-5-44-62. РИНЦ.

9. A. Khalafyan, Z. Temerdashev, A. Abakumov, Y. Yakuba, O. Sheludko, A. Kaunova. Multidimensional analysis of the interaction of volatile compounds and amino acids in the formation of sensory properties of natural wine Heliyon, Volume 9, Issue 1e12814 January 2023. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12814>

Учебные пособия:

1. Халафян А.А. Методы машинного обучения Data Mining пакета STATISTICA. М.: Горячая линия – Телеком, 2022.

2. Халафян А.А. Методы искусственного интеллекта в медицинских задачах классификации и регрессии. М.: Горячая линия – Телеком, 2023.

3. Халафян А.А. Промышленная статистика. Контроль качества. Анализ процессов. Планирование экспериментов. М.: Бином, 2012.

4. Халафян А.А. Математическая статистика с элементами теории вероятностей. М.: Бином, 2010.

Автор более 50 программных разработок в различных областях с применением методов ИИ, примеры некоторых из них:

Акиньшина В.А., Саакян Х.Э., Карахалис Л.Ю., Халафян А.А. Программа прогнозирования риска преэклампсии у повторнобеременных методами искусственного интеллекта, номер свидетельства: гу 2025616053, 2025

Акиньшина В.А., Татаринцева З.Г., Халафян А.А. Программа прогнозирования нейронными сетями летальности в отдаленном периоде у пациентов, перенесших реваскуляризацию миокарда и операцию по поводу новообразования легкого, номер свидетельства: гу 2025617095 , 2025

Акиньшина В.А., Гендугова М.Н., Космачева Е.Д., Кручинова С.В., Карибова М.В., Халафян А.А. Программа прогнозирования госпитальной летальности у пациентов с острым коронарным синдромом нейронными сетями, номер свидетельства: гу 2025663957, 2025

Примеры тем работ со студентами:

Анализ и прогнозирование сборов художественных фильмов методами искусственного интеллекта;

Использование методов машинного обучения для прогнозирования наступления клинической беременности;

Определение географического происхождения вин методами искусственного интеллекта;

Применение методов машинного обучения для предсказания возможности послеоперационных осложнений у больных циррозом печени;

Приложение для прогнозирования возможности наступления инсульта;

Оценка уровня удовлетворённости студентов обучением в высшем учебном заведении;

Моделирование и предсказание дорожных ситуаций с помощью машинного обучения и т.д.

7. Калайдин Евгений Николаевич, Доктор физико-математических наук, профессор кафедры прикладной математики.

Педагогический стаж 38 лет,

Сведения об образовании: Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, 1986,

Опыт работы в индустрии 38 лет,

Перечень преподаваемых дисциплин: «Технологии обработки больших данных», «Искусственный интеллект в оценке рисков и разработке страховых продуктов»

Степень вовлеченности в программу: ведение полноценных курсов, чтение лекции, проведение практик, руководство КР и ВКР.

Наукометрические показатели: Публикаций РИНЦ: 139, ядро РИНЦ: 48, Scopus: 43, WOS: 43, Участие в конференциях: 84, Индекс Хирша РИНЦ 20, Scopus, WOS: 12, ядро РИНЦ 15. Руководил научными грантами: проводимыми РФФИ 4, международными INTAS, РФФИ и Департаментом науки и технологии правительства Индии.

Значимые публикации:

Калайдин Е.Н. Представление теоретико-игровых моделей отношений инструментами искусственного интеллекта. Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. 2024. № 2 (84). С. 154-159.

Дюдин М.С., Калайдин Е.Н Реконструкция корреляционной размерности зашумленной системы. Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. 2020. Т. 28. № 2. С. 201-207.

Темы работ со студентами:

Оптимизация кредитного скоринга с помощью альтернативных данных, Детекция мошенничества в реальном времени для платежных систем, Прогнозирование оттока клиентов банка на основе поведения в приложении, Автоматическая классификация обращений в колл-центр с помощью BERT, Анализ тональности отзывов о банковских продуктах, Мониторинг DDoS-атак с помощью Apache Flink, Оптимизация работы IoT-устройств в умном городе

ВКР:

ИП ПАО «Сбербанка»: Система рекомендации финансовых продуктов на основе Federated Learning, Графовый анализ транзакций для выявления сложных мошеннических схем, Автоматизация AML-отчетности с NLP.

ИП компания AVA LAB: Анализ децентрализованных финансов (DeFi) с помощью блокчейн-аналитики, Персонализация контента в fintech-приложениях на основе Reinforcement Learning, Мультимодальный чат-бот для банков (текст + голос).

Инструменты: Whisper (OpenAI), Yandex SpeechKit.

Инфраструктурные ВКР: Оптимизация хранения больших данных в облаке (S3 vs HDFS), Развертывание отказоустойчивого Spark-кластера на Kubernetes

8. Акинъшина Вера Александровна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры анализа данных и искусственного интеллекта.

Педагогический стаж 24 года,

Сведения об образовании: Краснодар, КубГУ, 2001,

Опыт работы в индустрии 24 года,

Перечень преподаваемых дисциплин: Интеллектуальные методы оптимизации, Алгебра и геометрия, ИИ ФинТех, Современные методы фронтальных исследований, научно-исследовательская работа

Степень вовлеченности в программу: ведение полноценных курсов, чтение лекции, проведение практик, руководство КР и ВКР.

Наукометрические показатели: индекс Хирша РИНЦ 6, ядро РИНЦ 5, Публикаций РИНЦ: 149, ядро РИНЦ: 15, Scopus: 8, WOS: 6. Была исполнителем в 2 грантах РФФИ.

Значимые публикации и учебные пособия:

1. A. Khalafyan, Z. Temerdashev, A. Abakumov, O. Sheludko, V. Akin'shina. Assessment of the Sensory Properties of Wines Using Artificial Intelligence Technologies // ACS Food Science & Technology, Vol 5/Issue 7 June 20, 2025. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsfoodscitech.5c00192>

2. Перова М.Д., Самохвалова Д.Д., Халафян А.А., Акиншина В.А. Определение относительного риска прогрессирования пародонтита с помощью нейросетевого моделирования: когортное ретроспективное исследование // Кубанский научный медицинский вестник. 2022.г. - Т.29.- №5. - С. 44-62.

Автор более 80 программных разработок в различных областях с применением методов ИИ, примеры некоторых из них:

Акиншина В.А., Саакян Х.Э., Карахалис Л.Ю., Халафян А.А. Программа прогнозирования риска преэклампсии у повторнобеременных методами искусственного интеллекта, номер свидетельства: ru 2025616053, 2025

Акиншина В.А., Татаринцева З.Г., Халафян А.А. Программа прогнозирования нейронными сетями летальности в отдаленном периоде у пациентов, перенесших реваскуляризацию миокарда и операцию по поводу новообразования легкого, номер свидетельства: ru 2025617095, 2025

Акиншина В.А., Гендугова М.Н., Космачева Е.Д., Кручинова С.В., Карибова М.В., Халафян А.А. Программа прогнозирования госпитальной летальности у пациентов с острым коронарным синдромом нейронными сетями, номер свидетельства: ru 2025663957, 2025

Темы работ со студентами: распознавание русского жестового языка с помощью нейросетевых технологий, разработка приложения для прогнозирования успешности курсантов государственной авиации методами машинного обучения, разработка приложения для прогнозирования финансового состояния предприятия на основе методов машинного обучения, выявление лесных пожаров на изображениях с помощью сверточной нейронной сети.

9. Чубырь Наталья Олеговна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры прикладной математики.

Педагогический стаж 24 года,

Сведения об образовании: Краснодар, КубГУ, 2001,

Опыт работы в индустрии 24 года,

Перечень преподаваемых дисциплин: математический анализ, дифференциальные уравнения, научно-исследовательская работа

Степень вовлеченности в программу: ведение полноценных курсов, чтение лекции, проведение практик, руководство КР и ВКР.

Наукометрические показатели: h-индекс =5 (Scopus), индекс Хирша РИНЦ 12, ядро РИНЦ 5, Публикаций РИНЦ: 114, ядро РИНЦ: 16, Scopus: 7, WOS: 6. Участие в конференциях: 53. Была исполнителем в 2 грантах РФФИ, в том числе и международных.

Темы работ со студентами: применение методов машинного обучения для анализа рынка недвижимости (победитель всероссийского конкурса дипломных работ); применение машинного обучения для анализа и прогнозирования параметров работы скважин нефтяных месторождений; применение нейронных сетей в прогнозировании стоимости недвижимости; применение модели искусственного интеллекта для предсказания цен в гостиничном бизнесе; выявление злокачественных форм рака кожи с помощью искусственного интеллекта

10. Синица Сергей Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий, зам. декана факультета компьютерных технологий и прикладной математики КубГУ по научной работе, заместитель директора ИТ-компании «Инитлаб». Автор:

1) Разработка трехмерной сверточной нейронной сети с вниманием для обнаружения аневризм. Синица С.Г., Зяблова Е.И., Кардаильская Д.О., Заяц И.А., Халафян А.А., Ищенко А.В. Искусственный интеллект и принятие решений. 2024. № 2. С. 116-122.

2) Intelligent analysis of labor market and educational content matching. Poletaykin A., Sinitsa S., Dvurechenskaya N., Danilova L., Shevtsova Y., Kunz E. В сборнике: IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON. 13, Digital Transformation for Sustainable Engineering Education. Сер. "Proceedings of the 2022 IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON 2022" 2022. С. 915-920.

6.4. Механизм оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по образовательной программе

Качество образовательной деятельности и подготовки обучающихся по образовательной программе определяется в рамках системы внутренней оценки, а также системы внешней оценки, в которой Университет принимает участие на добровольной основе.

В целях совершенствования образовательной программы Университет при проведении регулярной внутренней оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе привлекает работодателей и (или) их объединения, иных юридических и (или) физических лиц, включая педагогических работников Университета.

В рамках внутренней системы оценки качества образовательной деятельности по образовательной программе обучающимся предоставляется возможность оценивания условий, содержания, организации и качества образовательного процесса в целом и отдельных дисциплин (модулей) и практик.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности по образовательной программе в рамках процедуры государственной аккредитации осуществляется с целью подтверждения соответствия образовательной деятельности по программе требованиям ФГОС ВО.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по образовательной программе может осуществляться в рамках профессионально-общественной аккредитации, проводимой работодателями, их объединениями, а также уполномоченными ими организациями, в том числе иностранными организациями, либо авторизованными национальными профессионально-общественными организациями, входящими в международные структуры, с целью признания качества и уровня подготовки выпускников отвечающими требованиям профессиональных стандартов (при наличии) и (или) требованиям рынка труда к специалистам соответствующего профиля.

6.5. Характеристика социокультурной среды реализации образовательной программы

Целью формирования и развития социокультурной среды реализации образовательной программы на факультете компьютерных технологий и прикладной математики является подготовка профессионально и культурно ориентированной личности, обладающей мировоззренческим потенциалом, способностями к профессиональному, интеллектуальному и социальному творчеству, владеющей устойчивыми умениями и навыками выполнения профессиональных обязанностей.

Деятельность по организации и развитию воспитывающей социально-культурной среды на факультете ведётся деканом, заместителем декана по воспитательной, внеучебной работе и общим вопросам, студенческим советом факультета, студенческим советом общежития, профсоюзной организацией студентов, кураторами академических групп.

Приоритетными направлениями социальной, внеучебной и воспитательной работы на факультете необходимыми для всестороннего развития личности студента являются

содействие инновационному развитию Кубани и Юга России путем приумножения лучших традиций университетского образования, интеграции и интернационализации фундаментальных исследований и прикладных разработок, воспитания на основе традиционных ценностей высокообразованной прогрессивно мыслящей молодежи, нацеленной на служение России и формирующей ее лидерское будущее.

На факультете проводятся внеучебные мероприятия, расширяющие возможности овладения профессиональными компетенциями: научно-практические конференции, хакатоны.

На факультете действуют органы студенческого самоуправления: СНО, ОСО.

6.6. Условия реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Реализация образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья основывается на требованиях ФГОС ВО, Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (приказ Минобрнауки России от 06.04.2021 №245), локальных нормативных актов.

Обучение по образовательным программам инвалидов и лиц с ОВЗ осуществляется Университетом с учётом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

Университет создаёт специальные условия, для получения высшего образования по образовательной программе для инвалидов и лиц с ОВЗ:

- альтернативная версия официального сайта Университета в сети «Интернет» для слабовидящих;
- специальные средства обучения (обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов крупным шрифтом или в виде аудиофайлов; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации и др.);
- пандусы, поручни, расширенные дверные проёмы и др. приспособления;
- специально оборудованные санитарно-гигиенические помещения;
- электронная информационно-образовательная среда, включающая использование дистанционных образовательных технологий.

Обучающиеся с ОВЗ при необходимости на основании личного заявления могут получать образование на основе адаптированной основной профессиональной образовательной программы. Адаптация ОПОП осуществляется путём включения в учебный план специализированных адаптационных дисциплин (модулей). Для инвалидов образовательная программа проектируется с учётом индивидуальной программы реабилитации инвалида, разработанной федеральным учреждением медико-социальной экспертизы.

Выбор профильных организаций для прохождения практик осуществляется с учётом состояния здоровья инвалидов и лиц с ОВЗ и при условии выполнения требований доступности социальной среды.

Текущий контроль успеваемости, промежуточная и государственная итоговая аттестации обучающихся проводятся с учётом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Для инвалидов и лиц ОВЗ в Университете установлен особый порядок освоения дисциплины (модулей) по физической культуре и спорту с учетом состояния их здоровья.

В Университете создана толерантная социокультурная среда. Деканатами факультетов/институтов/филиалов, при необходимости, назначаются лица (кураторы), ответственные за педагогическое сопровождение индивидуального образовательного

маршрута инвалидов и лиц с ОВЗ, предоставляется помощь студентов-волонтеров. Университетом осуществляется комплекс мер по психологической, социальной, медицинской помощи и поддержке обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ.

6.7. План-проспект методических указаний к инфраструктурному обеспечению программы «Искусственный интеллект и аналитика данных»

К видам обеспечения относятся: выполнение НИР и курсовых, организация вычислительной инфраструктуры, проведение хакатонов, организация проектной деятельности студентов, и пр.

1. Общие сведения. Программа «Искусственный интеллект и аналитика данных» (направление подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки) ориентирована на применение КРМ ИИ и на формирование у выпускников практических компетенций, соответствующих профессиональным ролям: Data Analyst (Аналитик данных), MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ), AI PM (Менеджер проектов ИИ). Инфраструктурное обеспечение включает все элементы, необходимые для реализации курсов по машинному обучению, глубокому обучению, компьютерному зрению и смежным дисциплинам: вычислительные мощности (облачные и локальные), программное обеспечение, цифровые учебные ресурсы (генеративные симуляторы, наборы данных) и организационно-методические меры (проектные занятия, хакатоны, взаимодействие с индустрией и др.). Условия применения: инфраструктура доступна студентам всех курсов профиля, используется в учебных лабораториях и при организации самостоятельной проектной и исследовательской работы.

2. Цели, задачи и ожидаемые результаты

Вычислительная инфраструктура и цифровые ресурсы: создание облачной и локальной вычислительной среды с GPU и хранилищами данных, обеспечение доступа к средам разработки (PyTorch, TensorFlow и др.), а также генеративным симуляторам для синтеза учебных датасетов. Задачи: развертывание серверных кластеров и облачных инстансов, организация конвейера непрерывной интеграции данных (DataOps). Результат: студенты получают возможность работать с реальными масштабами данных, осваивают практики подготовки и обработки данных, моделирования и эксплуатации ИИ-систем на уровне, требуемом профессиональными стандартами.

Проектная и исследовательская деятельность: интеграция учебных проектов и НИР в учебный процесс (включая учебно-научные лаборатории), привлечение тем по прикладному ИИ и аналитике из промышленности и от индустриальных партнеров (ПАО Сбербанк, ООО АВА лаб). Задачи: разработка проектных модулей в рамках курсов, организация курсовых и выпускных квалификационных работ на основе реальных данных и кейсов от индустрии. Результат: формирование умения самостоятельно решать практические задачи ИИ-проектов, публикация статей и представление результатов экспериментов, развитие навыков проектного менеджмента и инженерного подхода.

Соревновательный подход (хакатоны и конкурсы): проведение хакатонов и конкурсов по задачам машинного обучения и ИИ с использованием предоставленной инфраструктуры. Задачи: выбор тематик (CV, NLP, Big Data и т.п.), подготовка площадки для соревнования, комплектов данных и экспертной поддержки. Результат: стимуляция командной работы и креативности, повышение мотивации обучающихся и закрепление практических навыков в условиях реальных задач и ограниченных сроков.

Доступ к программному обеспечению и индустриальным платформам: обеспечение студентам лицензий и аккаунтов на современные средства разработки и платформы ИИ

(облачные сервисы (Яндекс.Облако (Yandex.Cloud), Google Cloud Platform (GCP), Amazon Web Services (AWS Educate), MS Azure for Education), платформы, библиотеки и фреймворки машинного обучения (TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn, Keras, Hugging Face Transformers, OpenAI Gym, MLflow, Weights & Biases, FastAI), репозитории наборов данных (Kaggle Datasets, UCI Machine Learning Repository, Google Dataset Search, OpenML, Hugging Face Datasets, Academic Torrents, Yandex Open Data)). Задачи: заключение соглашений с поставщиками ПО, распределение учебных лицензий, наставничество при работе с этими инструментами. Результат: знакомство студентов с промышленно-принятыми инструментами, готовность к работе на ведущих платформах ИИ-индустрии.

Генеративные симуляторы и цифровые учебные материалы: использование генеративных технологий для создания учебных заданий и датасетов. Задачи: разработка виртуальных лабораторий с симуляторами (Unity3D, OpenAI Gym, Gazebo и др.), генерация синтетических данных для обучения моделей. Результат: доступ к разнообразным и качественным данным для экспериментов, развитие навыков работы с симулированной средой и понимание возможностей ИИ в генеративных задачах.

Взаимодействие с индустриальными партнёрами: привлечение предприятий к образовательному процессу через совместные проекты, стажировки, менторство. Задачи: налаживание контактов с компаниями, подготовка реальных кейсов для проектов, приглашение экспертов для лекций и консультаций, использование отраслевых площадок и тестовых данных. Результат: актуализация учебного материала в соответствии с рыночными требованиями, практическая подготовка выпускников к требованиям профессии и расширение возможностей трудоустройства.

3. Порядок реализации (по задачам)

3.1 Задача №1. Развёртывание вычислительной инфраструктуры и данных:

- Определение требований к ресурсам (количество GPU, объём ОЗУ и SSD, пропускную способность сети) на основе учебных дисциплин по ИИ.
- Развертывание локального кластера и аренда облачных серверов с GPU (аренда вычислительных машин платформы Evolution, Виртуальная машина 10% vCPU 2 vCPU 4 RAM, ОС Ubuntu 22.04, Системный диск SSD 10Гб; Виртуальная машина с GPU NVIDIA® Tesla® V100 2 GPU 8 vCPU 128 Гб RAM, ОС Ubuntu_24.04, Системный диск SSD 2000 Гб, Диск SSD 2x4096Гб; K8S: Master node 8 vCPU 16 RAM, Worker node 10% доля 4 vCPU 32 RAM x 5, Worker node SSD-NVME 64Гб; ML Inference Instance Type GPU, Инстанс 8 x NVIDIA® H100 NVLink PCIe 160 vCPU 1520 GB RAM, Кэш ML-моделей 160 Гб), организация защищённого доступа (VPN, веб-интерфейсы JupyterLab). Подключить хранилище для выборок данных.
- Создание инфраструктуры сбора, обработки и хранения данных: развёртывание баз данных и систем хранения (Data Lake), настройка каналов передачи (REST API, ETL-процедуры).
- Установление и настройка основных ИИ-библиотек и инструментов (TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn, Keras, OpenCV, Docker/Kubernetes для контейнеризации, GigaChat 2 Max) и обеспечение их доступности через облачные сервисы.
- Использование облачных ресурсов cloud.ru, yandex.cloud, программ (YandexGPT API, Foundation Models, Yandex Cloud AI Studio), развертывание GitLab и Moodle на сервере университета.

- Подготовка инструкции и регламентов использования инфраструктуры, проведение инструктажа ППС и студентов по работе с ресурсами, обеспечение технической поддержки.

3.2 Задача №2. Автоматизация конвейеров и DataOps-практики:

- Настройка системы контроля версий (GitLab/GitHub) и CI/CD-пайплайнов для моделей машинного обучения (инструменты Jenkins, GitLab CI/CD, MLflow и т.д.).
- Автоматизация процесса сборки и развертывания обучающих окружений (контейнеры Docker, среды Conda, виртуальные машины).
- Внедрение инструментов непрерывной интеграции и доставки данных (DataOps) для валидации и обновления датасетов.
- Организация мониторинга и логирование экспериментов (TensorBoard, Grafana, MLflow Tracking), обеспечение воспроизводимости исследований.
- Обучение студентов принципам MLOps и DataOps, включая соответствующие практики в лабораторные работы и проекты.

3.3 Задача №3. Организация проектной и исследовательской деятельности:

- Формирование пула тем проектов и курсовых/выпускных работ, отвечающих тематике ИИ и задачам индустрии. Регламентирование их выбора и согласование в начале семестра.
- Назначение научных руководителей и наставников из числа преподавателей и индустриальных партнёров, проведение методических консультации по методам проектирования ИИ-решений (agile-методологии, SCRUM, CRISP-DM).
- Обеспечение студентам доступа к инфраструктуре (выделенные ресурсы, облачные кредитные пакеты) для выполнения проектов. Контроль промежуточных результатов через регулярные проверки.
- Организация представления результатов проектов на конференциях и защитах, поощрение публикации и участия студентов в научных мероприятиях.
- Внедрить элементы предпринимательского подхода (возможность оформления проекта как «стартапа»/стартап-практики), при необходимости обеспечить поддержку акселераторов.

3.4 Задача №4. Проведение хакатонов и соревнований:

- Определение формата и тематики хакатонов (например, задачи компьютерного зрения, анализа текстов, Big Data), совместно с промышленными партнёрами сформировать пакеты данных и критерии оценки.
- Подготовка платформы для соревнований (системы оценки, облачные окружения для участников), поддержка опытных менторов.
- Проведение рекламной кампании для привлечения участников (студенты разных курсов, команды ППС), организация регистрации.
- Проведение самих мероприятий с учётом соревновательной составляющей: тайминг (например, 24–48 часов), формирование команд, коммуникация с менторами.
- Оценивание результатов хакатонов и конкурсных проектов, подведение итогов (наблюдения за командной работой, результатами моделей), награждение победителей и поощрение участников.

3.5 Задача №5. Обеспечение доступа к ПО и платформам:

- Закупка или обновление образовательных лицензий на профильное программное обеспечение и платформы (например, антивирусные пакеты, ПО для визуализации больших данных, облачные сервисы).
- Выделение студенческих и преподавательских аккаунтов на облачных платформах и промышленных лабораториях (Microsoft Azure for Students, Google Colab Pro, Яндекс.Облако, NVIDIA AI Lab и др.).
- Подготовка примеров применений и обучающих модулей по работе с этими платформами (ноутбуки, гайды, демо-проекты).
- Организация централизованного хранилища цифровых учебных материалов: базы данных, наборы реальных и синтетических изображений/данных, скрипты для обработки.
- Постоянное обновление ПО и ресурсов в соответствии с актуальными трендами ИИ и обратной связью преподавателей.

3.6 Задача №6. Взаимодействие с промышленными партнёрами:

- Заключение соглашений о сотрудничестве с ИТ-компаниями и научными организациями, предусмотренное совместное развитие учебных программ, обмен экспертами.
- Формирование совместных проектных групп студентов и специалистов индустрии для решения реальных задач ИИ, привлечение отраслевых наставников и кураторов.
- Организация стажировок и практик на площадках партнёров, а также гостевые лекции и мастер-классы от экспертов.
- Использование отраслевых платформ и дата-репозиторий партнёров (например, облачные решения и API), включение задач от реального бизнеса в учебный процесс.
- Проведение регулярного анализа потребностей работодателей и корректив в инфраструктуре (например, добавление новых инструментов по запросам индустрии), информирование студентов о требованиях рынка.

4. Порядок проверки корректности

1. Проверка доступности и работоспособность вычислительных ресурсов: GPU-серверы и облачные инстансы запущены и соответствуют техническим требованиям, а пользователи (ППС и студенты) имеют к ним доступ в соответствии с расписанием.
2. Проверка корректной установки и работы программного обеспечения и симуляторов: проверка тестовых лабораторных работ с синтетическими данными, подтверждение воспроизводимости результатов.
3. Оценка реализации проектных и исследовательских задач: проверка наличия утверждённых тем проектов, промежуточных отчётов и защит. Не менее четверти проектов выполнены совместно с индустрией и отражают заявленные компетенции.
4. Контроль проведения хакатонов и соревнований: мероприятия проведены по плану (количество хакатонов, число участников, тема), оформлены протоколы, победителям вручены сертификаты/грамоты.
5. Проверка обеспечения ПО и платформ: подтверждение наличия всех заявленных лицензий/аккаунтов, доступность репозиторий и облачных сервисов для заявленного числа студентов.

6. Оценка взаимодействия с индустрией: фиксация количества партнёров, реализованных совместных проектов и стажировок, а также включение обратной связи от работодателей в следующую итерацию программы.

6.8. Примеры кейсов от индустриальных партнеров

КЕЙСЫ от Краснодарского отделения № 8619 ПАО «Сбербанк»

1. Генеративный ИИ для автоматического составления инвестиционных обзоров

Описание:

Аналитики Сбера ежедневно составляют десятки аналитических и инвестиционных обзоров по рынкам, компаниям, макроэкономике. Задача — исследовать применение LLM для генерации кратких сводок и аналитических отчетов на основе входных данных: биржевые котировки, макроэкономические показатели, рыночные события.

Цель:

Разработать инструмент, способный по структурированным данным и краткому описанию формировать инвестиционный обзор в деловом стиле.

Ожидаемый результат:

Модель, генерирующая аналитические тексты длиной 500–1000 слов с разделами «обзор событий», «рекомендации», «прогнозы», оформленные в формате банка.

2. НЛП-анализ жалоб клиентов в свободной форме

Описание:

В рамках клиентского сервиса Сбербанк обрабатывает обращения из чатов, мобильного приложения и жалобной формы. Требуется построить модель семантического анализа, выделяющую суть обращения, определяющую тональность и потенциальную серьёзность инцидента.

Цель:

Автоматизировать классификацию обращений для ускорения маршрутизации и выявления повторяющихся болевых точек в продуктах и процессах.

Ожидаемый результат:

Прототип модели, автоматически выделяющей темы жалоб (например, «ошибка в приложении», «двойное списание»), их эмоциональную окраску и критичность.

3. Генерация сценариев фишинговых писем для обучения сотрудников

Описание:

Банк проводит киберучения, включая рассылку тестовых фишинговых писем сотрудникам для повышения их устойчивости к социальным атакам. Проект предполагает использование генеративной модели для создания реалистичных фишинговых писем различных типов (поддельные счета, HR-запросы, ИТ-поддержка).

Цель:

Создать генератор, способный на основе заданных параметров (тема, стиль, уровень угрозы) создавать тексты фишинга для тренировок.

Ожидаемый результат:

Набор разнообразных примеров фишинга и оценка их эффективности по реакции сотрудников, а также классификация моделей угроз.

4. Мультимодальный ассистент для банковских отделений**Описание:**

Физические отделения Сбербанка внедряют интерактивных консультантов. Предполагается создание мультимодального ИИ-ассистента, который воспринимает речь и визуально ориентируется в пространстве (распознаёт клиента, документы, банкоматы), а также отвечает голосом.

Цель:

Разработать базовый прототип, имитирующий функциональность помощника: ответы на типовые запросы, визуальные подсказки, навигация по отделению.

Ожидаемый результат:

Интерактивная модель, объединяющая голосовой ввод, зрительное восприятие (например, QR-код паспорта), текстовый вывод и жестовую реакцию.

5. Объяснимость и контроль генеративных моделей в банковском ИИ**Описание:**

Банк активно использует LLM и NLP-сервисы (в чат-ботах, генерации шаблонов ответов, автоответах на e-mail), однако встает вопрос: как объяснять и контролировать поведение таких моделей, особенно в юридически значимых коммуникациях?

Цель:

Исследовать подходы к трассировке решений LLM (например, через логирование reasoning chain, пост-фильтрацию ответов, встроенные правила).

Ожидаемый результат:

Концепция системы explainability + compliance-модуля, обеспечивающего соответствие генерации стандартам банка и регулятора.

6. Генерация пользовательских сценариев работы в мобильном приложении**Описание:**

Банк хочет использовать генеративный ИИ для быстрой симуляции пользовательских сценариев — например, как клиент оформляет вклад, переводит средства, получает уведомление о риске мошенничества.

Цель:

Разработать генератор пошаговых сценариев пользовательского поведения с вариативностью (молодой клиент, пенсионер, ИП).

Ожидаемый результат:

Набор автоматически сгенерированных UX-сценариев, оформленных в виде сценариев для QA или UX-исследований, с логикой действий и типичными ошибками пользователя.

7. Генерация synthetic data для банковских моделей

Описание:

Модели в Сбере требуют большого объема транзакционных и клиентских данных, которые нельзя использовать напрямую из-за требований ЦБ и ФЗ-152. Задача — разработать метод генерации синтетических банковских данных, максимально близких к реальным по распределениям и поведению.

Цель:

Создать безопасный pipeline генерации данных (например, транзакций, профилей клиентов, шаблонов расходов) для обучения моделей.

Ожидаемый результат:

Синтетический датасет и отчет о метриках приближенности к реальному (TSNE, K-L divergence и др.), с оценкой пригодности для обучения скоринговых или антифрод-моделей.

8. Модель анализа инвестиционной привлекательности малого бизнеса**Описание:**

Банк активно развивает кредитование и инвестиционные инструменты для малого и среднего предпринимательства (МСП). Требуется создать модель, которая на основе открытых и банковских данных (выручка, расходы, тип деятельности, отзывы, онлайн-активность) оценивает инвестиционную привлекательность МСП.

Цель:

Разработать систему рейтинговой оценки компаний малого бизнеса с возможностью визуализации факторов и динамики показателей.

Ожидаемый результат:

Модель, присваивающая компании инвестиционный рейтинг (например, А–Е), объясняющая ключевые параметры и дающая рекомендации для инвестора.

9. Индивидуальная оценка кредитоспособности клиента на основе поведенческих данных**Описание:**

Современный кредитный скоринг выходит за рамки финансовых данных. Необходимо исследовать, как поведенческие и цифровые следы (частота входа в мобильный банк, способы оплаты, география, время отклика) влияют на персональную оценку риска.

Цель:

Разработать ML-модель, оценивающую вероятность дефолта по нестандартным поведенческим признакам (возможно — с explainable AI).

Ожидаемый результат:

Прототип скоринговой модели, которая, помимо стандартных данных, учитывает цифровой профиль клиента и объясняет решения (SHAP, LIME и др.).

10. Предиктивная аналитика возврата инвестиций по инфраструктурным проектам

Описание:

В ряде случаев Сбербанк выступает участником/инвестором в региональных инфраструктурных проектах (жилые массивы, дороги, технопарки). Задача — оценить прогнозируемую эффективность вложений с учётом демографии, миграции, экономической активности.

Цель:

Разработать модель, прогнозирующую ROI на горизонте 3–5 лет, используя внешние источники данных: Росстат, ЕГРЮЛ, кадастр, соцмедиа.

Ожидаемый результат:

Аналитическая модель с возможностью геовизуализации и сценарного анализа (рост/спад, госпрограммы, смена трафика и т.п.).

11. Анализ поведения пользователей в экосистеме цифрового рубля**Описание:**

Сбербанк участвует в пилотных проектах по внедрению цифрового рубля. Интерес представляет исследование пользовательских паттернов: как изменяются модели потребления, скорости операций, уровень доверия, сравнение с классическим безналом.

Цель:

Построить модель анализа поведения клиентов, участвующих в транзакциях с цифровым рублем: частота, средний чек, контексты.

Ожидаемый результат:

Отчёт и ML-модель, классифицирующая типы пользователей и выявляющая ключевые различия в предпочтениях и барьерах цифровой валюты.

12. Сравнение text2video / text2img моделей**Описание:**

Сбербанк заинтересован в сравнении text2video / text2img моделей (открытые модели, особенно китайские). Задача требует применения облачных ресурсов партнера для машинного обучения. От студентов требуется навык запуска открытых моделей, планирования, структурирования и логирования экспериментов, совместной работы. Задача может быть распараллелена для сравнения множества моделей независимо в группе студентов.

Цель:

Провести сравнение работы актуальных открытых моделей text2video / text2img.

Ожидаемый результат:

Таблица с результатами экспериментов модель / репозиторий / функционал / требования / оценка производительности / X примеров генераций (было/стало), human_eval по принципу арены (какая лучше)

КЕЙСЫ от ООО «АВА ЛАБ»**1. LLM и RAG для BI-системы Fastboard**

Описание:

Для разрабатываемой компанией ВІ-системы Fastboard требуется разработать интерфейс на естественном языке для построения отчетов на больших массивах данных в ClickHouse. С помощью LLM необходимо классифицировать запросы пользователей на естественном языке и извлекать фактические параметры для дальнейшего вызова веб-сервиса отчетов.

Цель:

Разработать промпты для классификации и обработки запросов пользователей LLM и преобразования их к вызовам типовых отчетов с фактическими параметрами, извлекаемыми из запроса.

Ожидаемый результат:

Инструмент на основе LLM, позволяющий запрашивать данные о продажах.

2. Анализ обращений клиентов и CRM-переписки**Описание:**

В службе клиентского сервиса застройщика ежедневно обрабатываются десятки обращений (e-mail, звонки, мессенджеры). Требуется реализовать систему семантического анализа и классификации NLU: выявлять суть обращений, уровень удовлетворенности, отслеживать повторяющиеся запросы.

Цель:

Автоматизировать первичный разбор и маршрутизацию запросов по тематике (сдача объекта, отделка, документы, жалоба и т.д.).

Ожидаемый результат:

Прототип, который выделяет суть обращений и формирует дашборд по текущим «болям» клиентов.

3. Генеративный ИИ для создания проектной документации по ТЗ**Описание:**

В рамках проектирования объектов девелоперской компании архитекторы и инженеры тратят значительное время на подготовку текстовой проектной документации (обоснование решений, пояснительные записки, описания инженерных систем). Задача — исследовать возможность использования LLM для генерации черновиков проектной документации на основе исходных данных: этажность, материалы, климат, назначение, нормы.

Цель:

Разработать прототип текстового генератора, который помогает специалистам быстрее формировать документацию в соответствии с шаблонами и нормативами.

Ожидаемый результат:

Инструмент на основе LLM, создающий логически стройный и нормативно грамотный текст, поддающийся быстрой редакции инженером.

4. Мультимодальный агент для анализа строительных площадок**Описание:**

ООО «АВА ЛАБ» разрабатывает систему для мониторинга строительных объектов.

Требуется создать прототип мультимодального ИИ-агента, способного анализировать изображения со стройплощадки (видео/фото), а также принимать голосовые и текстовые запросы (например, «проверь монтаж перекрытия на 5 этаже»).

Цель:

Объединить возможности компьютерного зрения (распознавание стадии строительства, техники, нарушений) и НЛП (понимание запросов, отчётов).

Ожидаемый результат:

Интерактивный агент, который на запрос специалиста может показать нужный участок, прокомментировать прогресс, зафиксировать нарушения.

4. Генерация рекламного контента для жилых комплексов

Описание:

«АВА ГРУПП» регулярно запускает маркетинговые кампании для жилых комплексов. Необходимо исследовать использование диффузионных моделей для генерации изображений (визуализации интерьеров, окрестностей, видов из окон) и LLM — для описаний квартир, преимуществ района, инфраструктуры.

Цель:

Создать инструменты для быстрой генерации продающих материалов без привлечения дизайнеров и копирайтеров на первых этапах.

Ожидаемый результат:

Набор сгенерированных карточек объектов с текстом, изображением и логикой «живого» рекламного сообщения.

6. Генерация документации и шаблонов договоров

Описание:

Юридический департамент регулярно работает с договорами долевого участия, актами приёма-передачи и другими документами. Использование LLM может значительно сократить время на подготовку черновиков — достаточно ввести параметры сделки.

Цель:

Создать систему, которая генерирует адаптированные тексты документов по вводным данным (тип объекта, этаж, площадь, ФИО, сроки и пр.).

Ожидаемый результат:

Генератор документов в формате Word или PDF с автоматической подстановкой параметров и соблюдением юридического стиля.

7. Модель прогнозирования сроков сдачи объектов на основе текстовых и визуальных данных

Описание:

Девелоперская компания ведёт аналитический архив по срокам строительства. С помощью мультимодальных моделей (текстовые отчёты + фото стройки) можно прогнозировать вероятность отклонения от графика сдачи.

Цель:

Разработать модель, которая по текущему статусу объекта (фото, отчёт СМР) оценивает риски задержек.

Ожидаемый результат:

Прототип, который показывает вероятность отклонений и даёт текстовые пояснения (основанные на распознанных признаках — «не завершены фасадные работы», «монтаж инженерии не начат»).

8. Обратная генерация — ИИ-помощник для покупателей квартир**Описание:**

Будущие покупатели часто задают типовые вопросы о квартирах, планировках, ипотеке, акциях, сроках. Вместо call-центра предлагается реализовать LLM-бота, который обрабатывает текстовые и голосовые запросы, показывает планировки, ссылается на PDF-документы и может «объяснять» информацию простым языком.

Цель:

Упростить коммуникацию с клиентами на этапе выбора квартиры и повысить качество первичного контакта.

Ожидаемый результат:

Демо-бот, способный отвечать на вопросы о жилом комплексе, ориентируясь в его характеристиках и маркетинговых документах.

Перечень профессиональных стандартов, обобщённых трудовых функций и трудовых функций, соответствующих профессиональной деятельности выпускников

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщённые трудовые функции		Трудовые функции			
	Код	наименование	Уровень квалификации	наименование	код	Уровень (подуровень) квалификации
06.001 Программист	D	Разработка требований и проектирование программного обеспечения	6	Проектирование компьютерного программного обеспечения	D/03.6	6
06.042 Специалист по большим данным	C	Управление разработкой продуктов, услуг и решений на основе больших данных	8	C/01.8 Разработка продуктов на основе встроенной аналитики больших данных		8
06.046 Специалист по моделированию, сбору и анализу данных цифрового следа	C	Управление сбором и обработкой цифрового следа	6	C/01.6 Проектирование процесса сбора данных цифрового следа		6

Учебный план и календарный учебный график

Учебный план

1	-	-	-	-	Формы пром. атт.				з.е.		Итого акад. часов						Курс 1	Курс 2	Курс 3	Курс 4		
2	-	Счита ть в плане	Индекс	Наименование	Экза мен	Зачет	Зачет с оц.	КП	Эксперт ное	Факт	Эксперт ное	По плану	Конт. раб.	Ауд.	СР	Конт роль	Пр. подгот	з.е.	з.е.	з.е.	з.е.	Код
3	Блок 1.Дисциплины (модули)								207	207	7452	7780	4332.7	4076	2403	1044.3		57	54	54	42	
4	Обязательная часть								142	142	5112	5112	2915.7	2742	1527	669.3		51	45	25	21	
5		+	Б1.О.01	История России			2		4	4	144	144	116.2	102	27.8			4				98
6		+	Б1.О.02	Основы российской государственности		1			2	2	72	72	52.2	50	19.8			2				97
7		+	Б1.О.03	Иностранный язык	4	123			8	8	288	288	142.9	134	118.4	26.7		4	4			3
8		+	Б1.О.04	Философия		2			2	2	72	72	36.2	34	35.8			2				89
9		+	Б1.О.05	Экономическая теория		3			2	2	72	72	36.2	34	35.8				2			77
10		+	Б1.О.06	Правоведение		8			2	2	72	72	30.2	28	41.8						2	83
11		+	Б1.О.07	Русский язык и основы деловой коммуникации		7			2	2	72	72	36.2	34	35.8						2	72
12		+	Б1.О.08	Психология		5			2	2	72	72	36.2	34	35.8					2		73
13		+	Б1.О.09	Безопасность жизнедеятельности		8			2	2	72	72	30.2	28	41.8						2	88
14		+	Б1.О.10	Основы военной подготовки		7			3	3	108	108	72	68	36						3	68
15		+	Б1.О.11	Физическая культура и спорт		1			2	2	72	72	20.2	18	51.8			2				21
16		+	Б1.О.12	Математический анализ	123	123			16	16	576	576	339.5	322	129.4	107.1		11	5			64
17		+	Б1.О.13	Алгебра и геометрия	12	12			9	9	324	324	211	204	41.6	71.4		9				37
18		+	Б1.О.14	Дифференциальные уравнения	3	3			5	5	180	180	106.5	102	37.8	35.7			5			64
19		+	Б1.О.15	Курс теории вероятностей	4				4	4	144	144	68.3	64	40	35.7			4			37
20		+	Б1.О.16	Методы математической физики	5	5			4	4	144	144	72.5	68	35.8	35.7				4		46
21		+	Б1.О.17	Фундаментальные дискретные модели	12				8	8	288	288	160.6	152	56	71.4		8				39
22		+	Б1.О.18	Основы программирования	1	1			6	6	216	216	124.5	118	55.8	35.7		6				39
23		+	Б1.О.19	Алгоритмы и структуры данных		2			3	3	108	108	70.2	68	37.8			3				39
24		+	Б1.О.20	Базы данных		4			3	3	108	108	68.2	64	39.8				3			46
25		+	Б1.О.21	WEB-разработка		4			2	2	72	72	52.2	48	19.8				2			39
26		+	Б1.О.22	Физическая теория функционирования компьютера		5			3	3	108	108	52.2	50	55.8					3		46
27		+	Б1.О.23	Администрирование информационных сетей	3				4	4	144	144	72.3	68	36	35.7			4			39
28		+	Б1.О.24	Объектно-ориентированное программирование	3				3	3	108	108	54.3	50	18	35.7			3			39
29		+	Б1.О.25	Численные методы	4				4	4	144	144	68.3	64	40	35.7			4			64
30		+	Б1.О.26	Аналитика данных		4			2	2	72	72	34.2	32	37.8				2			37

31	+	Б1.О.27	Многомерный статистический анализ	5		5	4	4	144	144	77.3	68	31	35.7			4	37	
32	+	Б1.О.28	Технологии управления данными NoSQL		5		2	2	72	72	52.2	50	19.8				2	39	
33	+	Б1.О.29	MLOps&DevOps		6		3	3	108	108	84.2	80	23.8				3	39	
34	+	Б1.О.30	Микросервисная архитектура		6		2	2	72	72	50.2	48	21.8				2	39	
35	+	Б1.О.31	Операционные системы		3		3	3	108	108	72.2	68	35.8			3	14		
36	+	Б1.О.32	Параллельное и низкоуровневое программирование		4		2	2	72	72	34.2	32	37.8			2	39		
37	+	Б1.О.33	Облачные технологии и бэкэндразработка	7			3	3	108	108	54.3	50	18	35.7			3	39	
38	+	Б1.О.34	Разработка мобильных приложений		7		2	2	72	72	52.2	50	19.8				2	39	
39	+	Б1.О.35	Обработка данных на Python		3		2	2	72	72	52.2	50	19.8			2	39		
40	+	Б1.О.36	Безопасность информационных систем	7			3	3	108	108	54.3	50	18	35.7			3	37	
41	+	Б1.О.37	Этика и социальная ответственность в ИИ		7		2	2	72	72	36.2	34	35.8				2	37	
42	+	Б1.О.38	Высоконагруженные приложения		8		2	2	72	72	30.2	28	41.8				2	39	
43	+	Б1.О.39	Технологии тестирования программного обеспечения		6		2	2	72	72	34.2	32	37.8				2	39	
44	+	Б1.О.40	Технологии обработки больших данных	6			3	3	108	108	68.3	64	4	35.7			3	64	
45	Часть, формируемая участниками образовательных отношений						65	65	2340	2668	1417	1334	876	375		6	9	29	21
46	+	Б1.В.01	Современные экономика-информационные системы		5		2	2	72	72	52.2	50	19.8				2	37	
47	+	Б1.В.02	Математические модели защиты информации		8		2	2	72	72	30.2	28	41.8				2	37	
48	+	Б1.В.03	Искусственный интеллект в оценке рисков и разработке страховых продуктов	7			3	3	108	108	52.3	50	20	35.7			3	64	
49	+	Б1.В.04	Математические модели нейронных сетей	4			3	3	108	108	52.3	48	20	35.7		3	37		
50	+	Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации		6		2	2	72	72	34.2	32	37.8				2	37	
51	+	Б1.В.06	Гибридный ИИ: математическое моделирование и МО		7		3	3	108	108	52.2	50	55.8				3	37	
52	+	Б1.В.07	Технологии интеллектуальной поддержки принятия решений и управления	5			3	3	108	108	52.3	50	20	35.7			3	37	
53	+	Б1.В.08	Методы обучения с подкреплением		7		2	2	72	72	36.2	34	35.8				2	37	
54	+	Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи	7			4	4	144	144	72.3	68	36	35.7			4	37	
55	+	Б1.В.10	Глубокое обучение		6		2	2	72	72	52.2	48	19.8				2	37	

56	+	Б1.В.11	А/В-тестирование и Uplift-моделирование		4			2	2	72	72	50.2	48	21.8				2			37
57	+	Б1.В.12	Машинное обучение		5			3	3	108	108	52.2	50	55.8					3		37
58	+	Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии	6			6	3	3	108	108	57.3	48	15	35.7				3		37
59	+	Б1.В.14	Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности		1		1	2	2	72	72	57.2	50	14.8			2				37
60	+	Б1.В.15	Инструментальные средства нейросетевого моделирования		3		3	2	2	72	72	57.2	50	14.8				2			37
61	+	Б1.В.16	Нейросетевые технологии	5				4	4	144	144	52.3	50	56	35.7				4		37
62	+	Б1.В.17	Технологии компьютерного зрения	2				4	4	144	144	70.3	68	38	35.7		4				37
63	+	Б1.В.18	Технологии создания и поддержки ПО		45			4	4	144	144	102.4	98	41.6				2	2		37
64	+	Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект	8				3	3	108	108	44.3	42	10	53.7					3	37
65	+	Б1.В.20	Интеллектуальные методы оптимизации	6				3	3	108	108	68.3	64	4	35.7				3		64
66	+	Б1.В.21	Рекомендательные системы		6			2	2	72	72	50.2	48	21.8					2		37
67	+	Б1.В.22	ИИ ФинТех	6				3	3	108	108	68.3	64	4	35.7				3		37
68	+	Б1.В.ДВ.01	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.1		7			2	2	72	72	36.2	34	35.8						2	
69	+	Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов		7			2	2	72	72	36.2	34	35.8						2	39
70	-	Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов		7			2	2	72	72	36.2	34	35.8						2	39
71	+	Б1.В.ДВ.02	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.2		8			2	2	72	72	30.2	28	41.8						2	
72	+	Б1.В.ДВ.02.01	Правовые основы оценки проектных решений		8			2	2	72	72	30.2	28	41.8						2	37
73	-	Б1.В.ДВ.02.02	Правовые основы рынка программного обеспечения		8			2	2	72	72	30.2	28	41.8						2	37
74	+	Б1.В.ДВ.03	Элективные дисциплины по физической культуре и спорту		1234						328	134	134	194							
75	+	Б1.В.ДВ.03.01	Баскетбол		1234						328	134	134	194							21
76	-	Б1.В.ДВ.03.02	Волейбол		1234						328	134	134	194							21
77	-	Б1.В.ДВ.03.03	Бадминтон		1234						328	134	134	194							21
78	-	Б1.В.ДВ.03.04	Общая физическая и профессионально-прикладная подготовка		1234						328	134	134	194							21

Блок 2. Практика							24	24	864	864	218		646				3		6		6		9	
Обязательная часть							9	9	324	324	144		180				3		6					
	+	Б2.О.01	Учебная практика			24	9	9	324	324	144		180				3		6					
	+	Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)			24	9	9	324	324	144		180				3		6					139
Часть, формируемая участниками образовательных отношений							15	15	540	540	74		466								6		9	
	+	Б2.В.01	Производственная практика			688	15	15	540	540	74		466								6		9	
	+	Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика			6	6	6	216	216	48		168								6			37
	+	Б2.В.01.02(П)	проектная работа			8	6	6	216	216	24		192										6	37
	+	Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика			8	3	3	108	108	2		106										3	37
Блок 3. Государственная итоговая аттестация							9	9	324	324	21		303										9	
	+	Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена				3	3	108	108	0.5		107.5										3	37
	+	Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				6	6	216	216	20.5		195.5										6	37
ФТД. Факультативы							9	9	324	324	226.8	212	97.2						2	2	3	2		
	+	ФТД.01	Управление жизненным циклом ИИ-продукта		5		2	2	72	72	52.2	50	19.8							2				37
	+	ФТД.02	Современные методы фронтальных исследований ИИ		7		2	2	72	72	56.2	50	15.8									2		37
	+	ФТД.03	Случайные процессы		4		2	2	72	72	50.2	48	21.8						2					12
	+	ФТД.04	Дополнительные главы анализа		6		3	3	108	108	68.2	64	39.8								3			29

Календарный учебный график доступен

[illegible]

		Курс 1			Курс 2			Курс 3			Курс 4			Итого
		Сем. 1	Сем. 2	Всего	Сем. 3	Сем. 4	Всего	Сем. 5	Сем. 6	Всего	Сем. 7	Сем. 8	Всего	
	Теоретическое обучение	17	17	34	17	16	33	17	16	33	17	7	24	124
Э	Экзаменационные сессии	2 4/6	3	5 4/6	2 4/6	3	5 4/6	2 4/6	3	5 4/6	2 4/6	1	3 4/6	20 4/6
У	Учебная практика		2	2		4	4							6
П	Производственная практика								4	4		4	4	8
Пд	Преддипломная практика										2	2	2	2
Д	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы											4	4	4
Г	Подготовка к сдаче и сдача гос. экзамена										2	2	2	2
К	Каникулы	1	7	8	1	6	7	1	6	7	1	9	10	32
*	Нерабочие праздничные дни (не включая воскресенья)	1 2/6 (8 дн)	1 (6 дн)	2 2/6 (14 дн)	1 2/6 (8 дн)	1 (6 дн)	2 2/6 (14 дн)	1 2/6 (8 дн)	1 (6 дн)	2 2/6 (14 дн)	1 2/6 (8 дн)	1 (6 дн)	2 2/6 (14 дн)	9 2/6 (56 дн)
Продолжительность обучения		более 39 нед.			более 39 нед.			более 39 нед.			более 39 нед.			
Итого		22	30	52	22	30	52	22	30	52	22	30	52	208

Рабочие программы учебных дисциплин 1 курса

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.13 «Алгебра и геометрия»

1 Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1. Цель освоения дисциплины.

Дисциплина направлена на формирование у студентов глубокого понимания фундаментальных концепций линейной алгебры и аналитической геометрии. Основной целью является создание прочной математической базы, позволяющей анализировать и разрабатывать алгоритмы обработки данных, а также развить навыки эффективной программной реализации математических методов с использованием современных инструментов и библиотек. Курс обеспечивает необходимую подготовку для дальнейшего изучения сложных тем в области искусственного интеллекта, способствуя развитию аналитического мышления и способности решать прикладные задачи.

1.2. Задачи дисциплины.

В задачи курса «Алгебра и геометрия» входят:

- ✓ подготовка специалистов, способных применять полученные знания для решения прикладных задач, владеющих достаточными знаниями основных теоретических положений курса «Алгебра и геометрия»;
- ✓ формирование культуры мышления, способности к анализу, обобщению и восприятию информации, к постановке цели и выбору путей ее достижения;
- ✓ обеспечение математическим аппаратом естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин;
- ✓ формирование привычки к строгости в формулировке изложения материала, к логически непротиворечивой цепочке выводов и заключений;
- ✓ развитие навыков использования логических символов для сжатой записи рассуждений и теорем;
- ✓ развитие у студентов навыков самообразования.

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Алгебра и геометрия» относится к базовой части Блока1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Данная дисциплина (Алгебра и геометрия) относится к базовой части (Б1) математического и естественнонаучного цикла дисциплин и имеет логическую и содержательно – методическую взаимосвязь с дисциплинами основной образовательной программы. Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования. Для изучения алгебры и геометрии требуется качественное знание школьного курса алгебры, геометрии, тригонометрии, начал анализа.

Освоение данной дисциплины необходимо обучающемуся для успешного освоения следующих дисциплин: «Численные методы», «Интеллектуальные методы оптимизации», «Многомерный статистический анализ данных» и др., а также в учебно-исследовательской работе.

Курс «Алгебра и геометрия» читается студентам 1-го курса (1-й и 2-й семестры). Программа рассчитана на студентов, в полной мере освоивших школьный курс математики.

1.4. Профессиональные роли в структуре образовательной программы

Роль 1: Data Analyst (Аналитик данных)

Задачи:

1. Статистический анализ, визуализация данных, предварительная обработка.
2. Создание прогнозных моделей
3. Построение аналитических моделей для поддержки бизнес-решений.

Роль 2: MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)

Задачи:

1. DevOps для ML.
2. Автоматизация, мониторинг ML-систем.
3. Операционное управление жизненным циклом ML-моделей.

Роль 3: AI PM (Менеджер проектов ИИ)

Задачи:

1. Управление ИИ-проектами от идеи до внедрения
2. Анализ бизнес-требований и постановка задач
3. Оценка эффективности и ROI ИИ-решений

1.5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

MF-1	Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ
MF-1.1	Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах искусственного интеллекта, включая их математическое (алгоритмическое) преобразование и адаптацию к специфике задачи
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-1.1	Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области в профессиональной деятельности
УК-1.2	Осуществляет поиск необходимой информации, опираясь на результаты анализа поставленной задачи

- ОПК-1** **Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности**
- ОПК-1.1 Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области в профессиональной деятельности
- ОПК-1.2 Применяет знания, полученные в области математических и (или) естественных наук в выборе методов решения задач, построении моделей и анализе их применимости в заданной предметной области

Результаты обучения по дисциплине «Алгебра и геометрия» 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.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 зач.ед. (324 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

(для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			1	2		
Аудиторные занятия (всего):		213	106,5	106,5		
Занятия лекционного типа		100	50	50	-	-
Лабораторные занятия		104	52	52	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)				-	-	-
		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		8	4	4		
Промежуточная аттестация (ИКР)		1	0,5	0,5		
Самостоятельная работа, в том числе:		75,6	37,8	3,8		
<i>Курсовая работа</i>		-	-	-	-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>		29,9	27,9	2	-	-
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>		11,7	9,9	1,8	-	-
<i>Реферат</i>				-	-	-
Подготовка к текущему контролю		6	4	2	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену		71,4	35,7	35,7		
Общая трудоемкость	час.	324	180	144	-	-
	в том числе контактная работа	177	106,5	106,5		
	зач. ед	9	5	4		

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа	
			Л	ЛР	КСР	СРС	Контроль
1	2	3	5	6	7	8	9
1.	Основы матричной алгебры	8	2	2		2	2
2.	Системы линейных алгебраических уравнений	8	2	2		2	2
3.	Определители и их свойства	9	2	2	1	2	2
4.	Теория и методы решения матричных уравнений	21,5	6	6	1	4,5	4
5.	Векторная алгебра. Линейные уравнения в геометрии	21,5	6	6	1	4,5	4
6.	Линейные пространства и многообразия	12	4	4		2	2
7.	Нормированные пространства. Ортогональные системы	20	6	6		4	4
8.	Линейные операторы. Собственные векторы и собственные значения	29	8	8	1	6,3	5,7
9.	Жорданова каноническая форма линейного оператора	14	4	6		2	2
10.	Нормальные и унитарные матрицы	8	2	2		2	2
11.	Матрица Фурье. Дискретное преобразование Фурье	8	2	2		2	2
12.	Сингулярные числа и сингулярные векторы. Метод наименьших квадратов	20,5	6	6		4,5	4
	Всего по разделам дисциплины	179,5	50	52	4	37,8	35,7
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5					

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа	
			Л	ЛР	КСР	СРС	Контроль
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Комплексные числа	7	2	2	1		2
2.	Основы абстрактной алгебры: группы, кольца, поля	6	6	6			4
3.	Общая теория алгебры полиномов	11	4	4	1		2
4.	Алгебраические многообразия.	14	6	6			2
5.	Квадратичные формы	10	4	4			2
6.	Сопряженный оператор	6	2	2			2
7.	Спектральные задачи	6	2	2			2
8.	Тензоры и многомерная алгебра	13,7	4	6			3,7
9.	Основы дифференциальной геометрии	10	4	4			2
10.	Топологические пространства. Основы алгебраической топологии	10	4	4			2
11.	Линейная алгебра в классическом машинном обучении	13,4	4	4		1,4	4
12.	Геометрические методы в задачах классификации	13,4	4	4		1,4	4
13.	Линейная алгебра в обучении моделей	13	4	4		1	4
	Всего по разделам дисциплины	143,5	50	52	2	3,8	35,7
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5					
	<i>Итого за 2 семестр:</i>	144	50	52	2	3,8	35,7
	<i>Итого по разделам дисциплины:</i>	324	100	104	6	41,6	71,4

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Форма проведения аттестации по дисциплине: зачет и экзамен в первом семестре, зачет и экзамен во втором семестре

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Основы матричной алгебры	Линейные отображения и матрицы. Виды матриц. Свойства бинарных операций. Сложение матриц и умножение на число. Ассоциативность и некоммутативность умножения матриц. Умножения блочных матриц. Вычислительная сложность матричного умножения.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
2	Системы линейных алгебраических уравнений	Система линейных алгебраических уравнений. Линейные комбинации. Линейная зависимость и линейная независимость. Базис и размерность. Понятие совместности и несовместности системы линейных алгебраических уравнений.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
3	Определители и их свойства	Определители малых порядков. Определитель n -го порядка. Определитель транспонированной матрицы. Определитель как функция столбцов (строк) матрицы. Алгебраические дополнения и миноры. Теорема Лапласа. Методы вычисления определителей высоких порядков. Определитель блочно-треугольной матрицы.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
4	Теория и методы решения матричных уравнений	Обратная матрица. Теорема об обратной матрице. Методы нахождения обратной матрицы. Решение матричных уравнений. Правило Крамера. Определитель произведения матриц. Обратимость и невырожденность. Свойства линейной зависимости и линейной независимости строк (столбцов) матрицы. Теорема о ранге матрицы. Однородные и неоднородные системы линейных уравнений. Геометрическая интерпретация СЛУ. Строение множества решений СЛУ. Методы нахождения решения невырожденной СЛУ. Общее, частное и базисное решения. Теорема Кронекера-Капелли. Метод Гаусса. LU-разложение.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
5	Векторная алгебра. Линейные уравнения в геометрии	Метод координат. Геометрический вектор. Линейные операции над векторами. Координаты вектора. Коллинеарные и компланарные векторы. Прямые линии и плоскости: общее понятие об уравнениях. Уравнения прямых и плоскостей. Полуплоскости и полупространства. Скалярное произведение векторов. Ориентация системы векторов. Векторное и смешанное произведения векторов.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
		Расстояние от точки до прямой на плоскости. Расстояние от точки до плоскости.	
6	Линейные пространства и многообразия	Линейные пространства. Бесконечномерные и конечномерные линейные пространства. Базис и размерность. Подпространства линейного пространства. Пересечение и сумма линейных подпространств. Прямая сумма подпространств. Дополнительные пространства и проекции. Линейные многообразия. Аффинные многообразия. Гиперплоскости. Полупространства. Выпуклые множества.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
7	Нормированные пространства. Ортогональные системы	Нормированное пространство. Выпуклые функции и неравенства. Неравенства Гельдера и Минковского. Нормы Гельдера. Нормы в бесконечномерном пространстве. Метрическое пространство. Множества в метрическом пространстве Евклидово пространство. Унитарное пространство. Скалярное произведение, длина вектора, угол между векторами. Процесс ортогонализации Грамма-Шмидта. Неравенство Коши-Буняковского. Подпространства унитарного (евклидова) пространства. Ортогональная проекция и ортогональное дополнение. QR -разложение.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
8	Линейные операторы. Собственные векторы и собственные значения	Линейные операторы. Матрица линейного оператора. Переход к другим базисам. Ядро и образ линейного оператора. Обратный оператор. Диагонализируемые матрицы. Собственные числа и собственные векторы. Свойства собственных векторов. Характеристическое уравнение. Алгебраическая кратность собственного значения. Аннулирующий и минимальный многочлены. Приведение к почти треугольной матрице. Инвариантные подпространства. Геометрическая кратность собственного значения.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
9	Жорданова каноническая форма линейного оператора	Многочлены от матрицы. Корневые подпространства. Блочнo-диагональная форма матрицы. Минимальное инвариантное пространство. Жордановы цепочки. Жорданова форма матрицы. Жорданов базис в корневом подпространстве. Вычисление жордановой формы.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
10	Нормальные и унитарные матрицы	Нормальные матрицы. Унитарные матрицы. Матрицы отражения и вращения. Эрмитовы матрицы. Блочно-диагональная форма вещественной нормальной матрицы. Блочно-диагональная форма ортогональной матрицы.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
11	Матрица Фурье. Дискретное преобразование Фурье	Матрица Фурье. Циркулянтные матрицы. Алгебры матриц. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Свертки.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
12	Сингулярные числа и сингулярные векторы. Метод наименьших квадратов	Сингулярные числа и сингулярные векторы. Сингулярное разложение и решение СЛУ. Метод наименьших квадратов. Псевдообратная матрица. Теорема о наилучших аппроксимациях матрицы с понижением ранга.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
13	Комплексные числа	Алгебраическая и тригонометрическая формы комплексного числа. Действия над комплексными числами. Комплексная плоскость. Геометрическая интерпретация действий с комплексными числами. Возведение комплексного числа в степень с целым показателем. Формула Муавра. Извлечение корня из комплексного числа. Показательная форма комплексного числа. Матрицы с комплексными элементами	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
14	Основы абстрактной алгебры: группы, кольца, поля	Кольца и поля. Делители нуля. Кольцо вычетов. Вложения и изоморфизмы. Группа, подгруппа, гомоморфизм. Классы смежности. Примеры абелевых групп. Группа невырожденных диагональных матриц. Группа невырожденных треугольных матриц. Циклические группы. Группа обратимых матриц. Группа корней степени n из единицы	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
15	Общая теория алгебры полиномов	Линейные пространства над полем. Полиномы над полем. Кольцо полиномов. Корень полинома. Схема Горнера и теорема Безу. Теория делимости для полиномов. Алгоритм деления с остатком. Наибольший общий делитель двух полиномов. Неприводимые полиномы. Комплексные полиномы. Основная теорема алгебры. Разложение комплексных многочленов. Разложение вещественных многочленов.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
16	Алгебраические многообразия.	Алгебраические многообразия. Квадратичные многочлены от двух переменных. Поворот и сдвиг декартовой системы координат. Эллипс, гипербола, парабола. Квадратичные многочлены от трех переменных. Ортогональные матрицы. Диагонализация вещественных симметричных матриц. Приведенные уравнения поверхности второго порядка. Эллипсоид. Однополостный гиперболоид. Линейчатая поверхность. Двуполостный гиперболоид. Эллиптический конус. Эллиптический параболоид. Гиперболический параболоид. Цилиндрические поверхности.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
17	Квадратичные формы	Определение и матричная запись квадратичной формы. Невырожденное преобразование квадратичной формы к каноническому виду. Эквивалентные квадратичные формы. Канонический вид пары квадратичных форм. Положительно (отрицательно) определенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра. Закон инерции квадратичных форм. Метод Лагранжа. Ортогональное преобразование квадратичной формы к каноническому виду.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
18	Сопряженный оператор	Сопряженный оператор. Матрица сопряженного оператора. Нормальный оператор. Самосопряженный оператор. Метод сопряженных градиентов.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
19	Спектральные задачи	Спектральная теорема. Спектральные задачи. Преобразования отражения и вращения. Приведение к треугольному виду. Приведение к почти треугольному виду. Вычисление сингулярных чисел.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
20	Тензоры и многомерная алгебра	Многомерные массивы и матрицы. Трехмерные массивы и трилинейные разложения. Индексная нотация: правило Эйнштейна. Алгебра тензоров: сложение, умножение на скаляр, тензорное умножение, свертка тензоров. Тензорный ранг и умножение матриц. Данные как тензоры. Разложение тензоров.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
21	Основы дифференциальной геометрии	Кривые на плоскости и в пространстве. Регулярные и гладкие кривые. Кривизна, кручение. Поверхности в пространстве. Метрика поверхности. Внутренняя геометрия поверхности. Гладкое многообразие. Оптимизация на многообразиях.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
22	Топологические пространства. Основы алгебраической топологии	Определение топологического пространства. Аксиомы топологии. Гомеоморфизмы. Топологические инварианты. Гомотопия. Гомологии. Топология в анализе данных.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
23	Линейная алгебра в классическом машинном обучении	Роль матриц в машинном обучении. Представление данных: объекты-признаки. Матричное представление параметров моделей. Линейная регрессия. Спектральная кластеризация: применение собственных значений и собственных векторов для разделения данных на кластеры. PCA и сингулярное разложение (SVD). Преобразования данных (нормализация, PCA).	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
24	Геометрические методы в задачах классификации	Гиперплоскости и разделение данных. Расстояние от точки до гиперплоскости. Метод опорных векторов (SVM). Линейный SVM. Опорные векторы. Двойственная задача. Нелинейный SVM и ядра. Логистическая регрессия, геометрическая интерпретация.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос
25	Линейная алгебра в обучении моделей	Векторная запись функции потерь для линейной регрессии, логистической регрессии. Градиент функции потерь в векторном виде. Алгоритм градиентного спуска. Понятие регуляризации. Регуляризация L1 и L2.	Коллоквиум, экзамен, устный опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Основы матричной алгебры	Решение задач
2.	Системы линейных алгебраических уравнений	Решение задач
3.	Определители и их свойства	Решение задач, контрольная работа
4.	Теория и методы решения матричных уравнений	Решение задач, контрольная работа

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
5.	Векторная алгебра. Линейные уравнения в геометрии	Решение задач, контрольная работа
6.	Линейные пространства и многообразия	Решение задач
7.	Нормированные пространства. Ортогональные системы	Решение задач
8.	Линейные операторы. Собственные векторы и собственные значения	Решение задач, контрольная работа
9.	Жорданова каноническая форма линейного оператора	Решение задач
10.	Нормальные и унитарные матрицы	Решение задач
11.	Матрица Фурье. Дискретное преобразование Фурье	Решение задач
12.	Сингулярные числа и сингулярные векторы. Метод наименьших квадратов	Решение задач
13.	Комплексные числа	Решение задач, контрольная работа
14.	Основы абстрактной алгебры: группы, кольца, поля	Решение задач
15.	Общая теория алгебры полиномов	Решение задач
16.	Алгебраические многообразия.	Решение задач
17.	Квадратичные формы	Решение задач
18.	Сопряженный оператор	Решение задач
19.	Спектральные задачи	Решение задач
20.	Тензоры и многомерная алгебра	Решение задач
21.	Основы дифференциальной геометрии	Решение задач
22.	Топологические пространства. Основы алгебраической топологии	Решение задач
23.	Линейная алгебра в классическом машинном обучении	Решение задач
24.	Геометрические методы в задачах классификации	Решение задач
25.	Линейная алгебра в обучении моделей	Решение задач, контрольная работа

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Целью самостоятельной работы студента является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания полученные во время лабораторных занятий.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
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 к лабораторным занятиям	Методические указания по выполнению лабораторных 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	Подготовка к решению задач и тестов	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	Подготовка к текущему контролю	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.
5	Подготовка докладов	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.

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательных технологий: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

- Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.
 - Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.
 - Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.
 - Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:
 - Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.
 - Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.
 - Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностно-ориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.
 - Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.
 - Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.
 - Игровая технология – позволяет развивать навыки рассмотрения ряда возможных способов решения проблем, активизируя мышление студентов и раскрывая личностный потенциал каждого учащегося.
 - Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.
- Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

- работа в малых группах (команде) – совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делегированием полномочий и ответственности;
- проектная технология – индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;

- анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;
- развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Занятия, проводимые с использованием интерактивных технологий

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов	
		всего ауд. часов	интерактивные часы
1.	Линейная алгебра в классическом машинном обучении	8	4
2	Геометрические методы в задачах классификации	8	4
3	Линейная алгебра в обучении моделей	8	4
	Итого по дисциплине:	24	12

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

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.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Алгебра и геометрия»

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме тестовых заданий, разноуровневых заданий и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену.

Текущий контроль успеваемости представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемую на протяжении семестра. К достоинствам данного типа относится его систематичность, непосредственно коррелирующая с требованием постоянного и непрерывного мониторинга качества обучения.

Текущий контроль успеваемости студентов представляет собой:

- устный опрос (групповой или индивидуальный);
- проверку выполнения письменных домашних заданий;
- проведение контрольных работ;
- проведение коллоквиумов (в письменной форме);
- контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

Для самостоятельной работы используется учебно-методическое обеспечение на бумажных и электронных носителях. Тематика самостоятельной работы соответствует содержанию разделов дисциплины и теме домашнего задания. Освоение материала контролируется в процессе проведения практических занятий.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля выбираются из содержания разделов дисциплины. Выполнение домашнего задания обеспечивает непрерывный контроль за процессом освоения учебного материала каждого обучающегося, своевременное выявление и устранение отставаний и ошибок.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 1 семестр – зачет и экзамен; 2 семестр – зачет и экзамен. Промежуточная аттестация представлена типовыми задачами по всем пройденным темам, а так же экзаменационными вопросами по лекционному материалу.

К формам письменного контроля относится контрольная работа, которая является одной из сложных форм проверки; она может применяться для оценки знаний по базовым и вариативным дисциплинам всех циклов. Контрольная работа, как правило, состоит из небольшого количества средних по трудности вопросов, задач или заданий, требующих поиска обоснованного ответа. Во время проверки и оценки контрольных письменных работ проводится анализ результатов выполнения, выявляются типичные ошибки, а также причины их появления. Контрольная работа может занимать часть или полное учебное занятие с разбором правильных решений на следующем занятии. Перечень контрольных работ приведен ниже.

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Результаты обучения	Код и наименование индикатора	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Основы матричной алгебры	УК-1 УК-1.1 УК-1.2	Решение задач	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации 1-9
2	Системы линейных алгебраических уравнений	УК-1 УК-1.1 УК-1.2	Решение задач	Задание для самостоятельной

				работы и промежуточной аттестации 10-19
3	Определители и их свойства	УК-1 УК-1.1 УК-1.2	Решение задач, контрольная работа	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации 20-48
4	Теория и методы решения матричных уравнений	УК-1 ОПК-1 ОПК-1.1, ОПК-1.2	Решение задач, контрольная работа	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации 49-51
5	Векторная алгебра. Линейные уравнения в геометрии	УК-1.1 ОПК-1 ОПК-1.1, ОПК-1.2	Решение задач, контрольная работа	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации 52-57
6	Линейные пространства и многообразия	УК-1 УК-1.1 УК-1.2 ОПК-1 ОПК-1.1, ОПК-1.2	Решение задач	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации 58-63
7	Нормированные пространства. Ортогональные системы	УК-1 УК-1.1 УК-1.2 ОПК-1 ОПК-1.1, ОПК-1.2	Решение задач	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации 64-66
8	Линейные операторы. Собственные векторы и собственные значения	УК-1 УК-1.1 УК-1.2	Решение задач, контрольная работа	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации 67-73
9	Жорданова каноническая форма линейного оператора	УК-1 УК-1.1	Решение задач	Задание для самостоятельной

		УК-1.2 ОПК-1 ОПК-1.1, ОПК-1.2		работы и промежуточной аттестации 74-83
10	Нормальные и унитарные матрицы	УК-1 УК-1.1 УК-1.2 ОПК-1 ОПК-1.1, ОПК-1.2	Решение задач	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации 84-88
11	Матрица Фурье. Дискретное преобразование Фурье	УК-1 УК-1.1 УК-1.2	Решение задач	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации 89-99
12	Сингулярные числа и сингулярные векторы. Метод наименьших квадратов	УК-1 УК-1.1 УК-1.2	Решение задач	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации 100-110
13	Комплексные числа	ОПК-1 ОПК-1.1, ОПК-1.2	Решение задач, контрольная работа	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации 111-122
14	Основы абстрактной алгебры: группы, кольца, поля	ОПК-1 ОПК-1.1, ОПК-1.2	Решение задач	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации 123-126
15	Общая теория алгебры полиномов	ОПК-1 ОПК-1.1, ОПК-1.2	Решение задач	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации
16	Алгебраические многообразия.	ОПК-1 ОПК-1.1, ОПК-1.2	Решение задач	Задание для самостоятельной

				работы и промежуточной аттестации
17	Квадратичные формы	ОПК-1 ОПК-1.1, ОПК-1.2	Решение задач	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации
18	Сопряженный оператор	ОПК-1 ОПК-1.1, ОПК-1.2	Решение задач	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации
19	Спектральные задачи	ОПК-1 ОПК-1.1, ОПК-1.2	Решение задач	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации
20	Тензоры и многомерная алгебра	ОПК-1 ОПК-1.1, ОПК-1.2	Решение задач	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации
21	Основы дифференциальной геометрии	ОПК-1 ОПК-1.1, ОПК-1.2	Решение задач	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации
22	Топологические пространства. Основы алгебраической топологии	ОПК-1 ОПК-1.1, ОПК-1.2	Решение задач	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации
23	Линейная алгебра в классическом машинном обучении	ОПК-1.2 MF-1 MF-1.1	Решение задач	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации
24	Геометрические методы в задачах классификации	ОПК-1.2 MF-1 MF-1.1	Решение задач	Задание для самостоятельной

				работы и промежуточной аттестации
25	Линейная алгебра в обучении моделей	ОПК-1.2 MF-1 MF-1.1	Решение задач, контрольная работа	Задание для самостоятельной работы и промежуточной аттестации

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Соответствие **пороговому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **удовлетворительно /зачтено**):

УК-1 способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

УК-1.1 Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор

Знать Методы критического анализа и оценки современных научных достижений для решения типовых задач в линейных, евклидовых, унитарных пространствах, в евклидовой и неевклидовой геометрии

Уметь Анализировать входные данные, осуществлять анализ и синтез информации: применять методы линейной алгебры и аналитической геометрии решать типовые задачи по всем пройденным темам предложенным способом

Владеть Исследованием проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности

УК-1.2 Осуществляет поиск необходимой информации, опираясь на результаты анализа поставленной задачи

Знать Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их при анализе предметной области, а именно: теорию алгебры матриц и определителей; методы решений систем линейных уравнений; основы теории линейных пространств и линейных операторов; свойства и уравнения основных геометрических образов, допускаются ошибки в вычислениях и погрешности прогноза

Уметь Получать новые знания на основе анализа, синтеза и других методов: уметь использовать различные алгебраические методы уменьшения признакового пространства, для дальнейшего построения прогностических моделей;

Владеть Выявлением современных проблем и использованием адекватных методов для их решения, а именно современной вычислительной техникой в объеме, необходимом для решения определенного набора учебных задач

ОПК-1 способен применять естественно-научные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

ОПК-1.1 Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области в профессиональной деятельности

Знать Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их при анализе предметной области, а именно: теорию алгебры матриц и определителей; методы решений систем линейных уравнений; основы теории линейных пространств и

линейных операторов; свойства и уравнения основных геометрических образов, допускаются ошибки в вычислениях и погрешности прогноза;

Уметь	Использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения, применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности, а именно строить математические модели экономических субъектов для реализации информационной модели
Владеть	Проектированием структур данных с использованием фундаментальных знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук, построение матриц признаков, для дальнейшего получения прогнозного результата.
ОПК-1.2	Способен применять современные информационно-коммуникационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности
Знать	Отечественный и международный опыт в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности, а именно пользоваться классическими алгоритмами решения алгебраических задач.
Уметь	Использовать существующие типовые решения и шаблоны при анализе входных данных, применять известные алгоритмы, позволяющие упростить решение стандартных учебных задач.
Владеть	Проведение наблюдений и измерений, составление их описаний и формулировка выводов, а именно построение матриц признаков в многомерном пространстве, для дальнейшего получения прогнозного результата.
MF-1	Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ
MF-1.1	Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах искусственного интеллекта, включая их математическое (алгоритмическое) преобразование и адаптацию к специфике задачи
Знать	Источники информации, необходимой для профессиональной деятельности, методы поиска, анализа и синтеза информации: основы поиска, преобразование и выделения главных признаков существующей в разных источниках информации, методы преобразования ее в виде признаковых пространств.
Уметь	Получать новые знания на основе анализа, синтеза и других методов: уметь использовать различные алгебраические методы уменьшения признакового пространства, для дальнейшего построения прогностических моделей
Владеть	Исследованием проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности. Выявлением научных проблем и использованием адекватных методов для их решения, а именно современной вычислительной техникой в объеме, необходимом для решения определенного набора учебных задач;

Соответствие **базовому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **хорошо /зачтено**):

УК-1	способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;
УК-1.1	Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор
Знать	Методы критического анализа и оценки современных научных достижений для решения типовых задач в линейных, евклидовых, унитарных пространствах, в евклидовой и неевклидовой геометрии, выбирать нужные методы для решения конкретных задач, знает следствия и доказательства теорем с небольшими недочетами
Уметь	Анализировать входные данные, осуществлять анализ и синтез информации: применять методы линейной алгебры и аналитической геометрии решать типовые задачи по всем пройденным темам предложенным способом с требуемой доказательной базой
Владеть	Глубоким исследованием проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности
УК-1.2	Осуществляет поиск необходимой информации, опираясь на результаты анализа поставленной задачи
Знать	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их при анализе предметной области, а именно: теорию алгебры матриц и определителей; методы решений систем линейных уравнений; основы теории линейных пространств и линейных операторов; свойства и уравнения основных геометрических образов, допускаются незначительные ошибки в вычислениях и погрешности прогноза не более 10%
Уметь	Получать новые знания из различных, в том числе иностранных источников, на основе анализа, синтеза и других методов: уметь использовать различные алгебраические методы уменьшения признакового пространства, для дальнейшего построения прогностических моделей;
Владеть	Выявлением современных проблем и использованием адекватных методов для их решения, а именно современной вычислительной техникой в объеме, необходимом для решения определенного набора нестандартных учебных задач
ОПК-1	способен применять естественно-научные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.
ОПК-1.1	Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области в профессиональной деятельности
Знать	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их при анализе предметной области, а именно: теорию алгебры матриц и определителей; методы решений систем линейных уравнений; основы теории линейных пространств и линейных операторов; свойства и уравнения основных геометрических образов, допускаются ошибки в вычислениях и погрешности прогноза
Уметь	Использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения, применять фундаментальные знания, полученные в

области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности, а именно строить математические модели экономических субъектов для реализации информационной модели

Владеть Проектированием структур данных с использованием фундаментальных знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук, построение матриц признаков, уменьшая их размерность, для дальнейшего получения прогнозного результата.

ОПК-1.2 Способен применять современные информационно-коммуникационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности

Знать Отечественный и международный опыт в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности, а именно пользоваться классическими алгоритмами решения алгебраических задач, с подробным теоретическим обоснованием.

Уметь Использовать существующие типовые решения и шаблоны при анализе входных данных, применять известные алгоритмы, позволяющие упростить решение стандартных и нестандартных учебных задач.

Владеть Проведение наблюдений и измерений, составление их описаний и формулировка выводов, а именно построение матриц признаков в многомерном пространстве, для дальнейшего получения прогнозного результата.

MF-1 Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ

MF-1.1 Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах искусственного интеллекта, включая их математическое (алгоритмическое) преобразование и адаптацию к специфике задачи

Знать Источники информации, необходимой для профессиональной деятельности, методы поиска, анализа и синтеза информации: основы поиска, преобразование и выделения главных признаков существующей в разных источниках информации, методы преобразования ее в виде признаковых пространств.

Уметь Получать новые знания на основе анализа, синтеза и других методов: уметь использовать различные алгебраические методы уменьшения признакового пространства, для дальнейшего построения прогностических моделей высокой прогностической способности

Владеть Исследованием проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности

Выявлением научных проблем и использованием адекватных методов для их решения, а именно современной вычислительной техникой в объеме, необходимом для решения определенного набора стандартных и нестандартных учебных задач

Соответствие **продвинутому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **отлично /зачтено**):

УК-1 способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

УК-1.1	Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор
Знать	Методы критического анализа и оценки современных научных достижений для решения типовых задач в линейных, евклидовых, унитарных пространствах, в евклидовой и неевклидовой геометрии, выбирать нужные методы для решения конкретных задач, знает следствия и доказательства теорем
Уметь	Анализировать входные данные, осуществлять анализ и синтез информации: применять методы линейной алгебры и аналитической геометрии решать типовые задачи по всем пройденным темам предложенным способом с требуемой доказательной базой
Владеть	Глубоким исследованием проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности
УК-1.2	Осуществляет поиск необходимой информации, опираясь на результаты анализа поставленной задачи
Знать	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их при анализе предметной области, а именно: теорию алгебры матриц и определителей; методы решений систем линейных уравнений; основы теории линейных пространств и линейных операторов; свойства и уравнения основных геометрических образов, допускаются незначительные ошибки в вычислениях и погрешности прогноза не более 5%
Уметь	Получать новые знания из различных, в том числе иностранных источников, на основе анализа, синтеза и других методов: уметь использовать различные алгебраические методы уменьшения признакового пространства, для дальнейшего построения прогностических моделей;
Владеть	Выявлением современных проблем и использованием адекватных методов для их решения, а именно современной вычислительной техникой в объеме, необходимом для решения определенного набора нестандартных учебных задач
ОПК-1	способен применять естественно-научные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.
ОПК-1.1	Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области в профессиональной деятельности
Знать	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их при анализе предметной области, а именно: теорию алгебры матриц и определителей; методы решений систем линейных уравнений; основы теории линейных пространств и линейных операторов; свойства и уравнения основных геометрических образов, допускаются ошибки в вычислениях и погрешности прогноза
Уметь	Использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения, применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности, а именно строить математические модели экономических субъектов для реализации информационной модели

Владеть	Проектированием структур данных с использованием фундаментальных знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук, построение матриц признаков, для дальнейшего получения прогнозного результата.
ОПК-1.2	Способен применять современные информационно-коммуникационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности
Знать	Отечественный и международный опыт в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности, а именно пользоваться классическими алгоритмами решения алгебраических задач.
Уметь	Использовать существующие типовые решения и шаблоны при анализе входных данных, применять известные алгоритмы, позволяющие упростить решение стандартных учебных задач.
Владеть	Проведение наблюдений и измерений, составление их описаний и формулировка выводов, а именно построение матриц признаков в многомерном пространстве, для дальнейшего получения прогнозного результата.
МФ-1	Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ
МФ-1.1	Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах искусственного интеллекта, включая их математическое (алгоритмическое) преобразование и адаптацию к специфике задачи
Знать	Источники информации, необходимой для профессиональной деятельности, методы поиска, анализа и синтеза информации: основы поиска, преобразование и выделения главных признаков существующей в разных источниках информации, методы преобразования ее в виде признакововых пространств.
Уметь	Получать новые знания на основе анализа, синтеза и других методов: уметь использовать различные алгебраические методы уменьшения признаковового пространства, для дальнейшего построения прогностических моделей
Владеть	Исследованием проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности Выявлением научных проблем и использованием адекватных методов для их решения, а именно современной вычислительной техникой в объеме, необходимом для решения определенного набора стандартных и нестандартных учебных задач

Критерии оценивания по зачету:

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, умеет решать задачи, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять теоретический и практический материал, иллюстрируя его примерами из контрольных и лабораторных работ.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры по основным пройденным темам, довольно ограниченный объем знаний программного

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.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Тема 1. Комплексные числа

1.1. Вычислить

$$\cos(i + 1)$$

Записать действительную и мнимую части комплексного числа.

1.2. Найти x и $y \in R$:

$$\frac{(i - 2)(2 + 3i)}{3i - 1} = \frac{x}{10} + i \frac{y}{8}$$

1.3. Извлечь корень из комплексного числа

$$\sqrt[3]{2-2i}$$

1.4. Вычислить, ответ записать в тригонометрической, алгебраической и показательной формах:

$$z = (\sqrt{3} - i)^{30}$$

1.5. Изобразить область на комплексной плоскости, задаваемую неравенством:

$$|z + i - 1| < 5$$

1.6. Вычислить, ответ записать в тригонометрической, алгебраической и показательной формах:

$$(\sqrt{3} - i)^{30} \cdot \sqrt[3]{2-2i}$$

Тема 2. Общая теория алгебры полиномов

2.1. Выполнить деление с остатком

$$2x^5 - 3x^3 + x^2 - 5x + 7 \text{ на } 3x^4 + 4x^3 - x + 23x^4 + 4x^3 - x + 2$$

2.2. Не осуществляя деления и не используя схему Горнера найти остаток от деления полинома

$$2x^5 - 3x^3 + x^2 - 5x + 7 \text{ на } 5x - 35x - 3$$

2.3. Определить кратность корня $x_0 = 2x_0 = 2$ полинома

$$2x^4 - 11x^3 + 18x^2 - 4x - 82x^4 - 11x^3 + 18x^2 - 4x - 8.$$

Разложить полином на множители.

2.4. Разложить полином $2x^5 - 3x^3 + x^2 - 5x + 72x^5 - 3x^3 + x^2 - 5x + 7$ по степеням $x_0 = -2x_0 = -2$, используя схему Горнера.

2.5. Построить полином наименьшей степени с действительными коэффициентами, если его корни:

$$x_0 = 2i - 1, x_0 = 2i - 1 \text{ кратности } 1, x_1 = 2 - i, x_1 = 2 - i \text{ кратности } 1 \text{ и } x_2 = 3, x_2 = 3 \text{ кратности } 2.$$

2.6. Найти НОД двух полиномов

$$f(x) = x^6 - 7x^4 + 8x^3 - 7x + 7 \text{ и } f(x) = x^6 - 7x^4 + 8x^3 - 7x + 7 \\ g(x) = 3x^5 - 7x^4 + 3x^2 - 7 \text{ и } g(x) = 3x^5 - 7x^4 + 3x^2 - 7$$

2.7. Пользуясь алгоритмом Евклида, подобрать полиномы $M_1(x)$ и $M_2(x)$ так, чтобы $f(x)M_1(x) + g(x)M_2(x) = \text{НОД}(f(x), g(x))$, где $\text{НОД}(f(x), g(x))$ – НОД полиномов $f(x)$ и $g(x)$, $f(x) = x^5 + 3x^4 + x^3 + x^2 + 3x + 1$ и $g(x) = x^4 + 2x^3 + x + 2$.

2.8. Пользуясь алгоритмом Евклида, подобрать полиномы $M_1(x)$ и $M_2(x)$ так, чтобы $f(x)M_1(x) + g(x)M_2(x) = 1$, где $f(x) = x^4 - x^3 - 4x^2 + 4x + 1$ и $g(x) = x^2 - x - 1$.

Тема 3.1 Матрицы и определители

3.1. Вычислить определитель

$$a) \begin{vmatrix} 1 & 2 & -1 & -1 \\ 8 & -1 & -7 & 10 \\ 2 & 7 & 4 & -5 \\ -1 & -1 & -3 & 1 \end{vmatrix},$$

$$b) \begin{vmatrix} 2\alpha & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 1 & 2\alpha & 1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2\alpha & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 2\alpha \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 2\alpha & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 1 & 2\alpha & 1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2\alpha & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 2\alpha \end{vmatrix}$$

$$c) \begin{vmatrix} 2\cos\varphi & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 1 & 2\cos\varphi & 1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2\cos\varphi & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 2\cos\varphi \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 2\cos\varphi & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 1 & 2\cos\varphi & 1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2\cos\varphi & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 2\cos\varphi \end{vmatrix}$$

$$3.2. \text{ Вычислить ранг матрицы } \begin{pmatrix} -10 & -14 & 16 & -30 & 1 \\ 4 & 8 & -10 & 18 & 7 \\ 10 & 18 & -22 & 40 & 17 \\ 1 & 7 & -10 & 17 & -3 \end{pmatrix} \text{ методом окаймления миноров.}$$

3.3. Найти обратную матрицу к матрице A:

$$a) A = \begin{pmatrix} 1 & -3 & 5 \\ 7 & 3 & 1 \\ 12 & -2 & 6 \end{pmatrix} A = \begin{pmatrix} 1 & -3 & 5 \\ 7 & 3 & 1 \\ 12 & -2 & 6 \end{pmatrix}$$

$$b) A = \begin{pmatrix} 2 & -5 & 8 & -1 \\ 0 & 3 & 12 & -2 \\ 2 & -3 & 11 & 7 \\ 1 & -2 & 9 & 5 \end{pmatrix} A = \begin{pmatrix} 2 & -5 & 8 & -1 \\ 0 & 3 & 12 & -2 \\ 2 & -3 & 11 & 7 \\ 1 & -2 & 9 & 5 \end{pmatrix}$$

3.4.* Вычислить A^2 , если

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & \varepsilon & \varepsilon^2 & \dots & \varepsilon^{n-1} \\ 1 & \varepsilon^2 & \varepsilon^4 & \dots & \varepsilon^{2(n-1)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & \varepsilon^{n-1} & \varepsilon^{2(n-1)} & \dots & \varepsilon^{(n-1)^2} \end{pmatrix} A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & \varepsilon & \varepsilon^2 & \dots & \varepsilon^{n-1} \\ 1 & \varepsilon^2 & \varepsilon^4 & \dots & \varepsilon^{2(n-1)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & \varepsilon^{n-1} & \varepsilon^{2(n-1)} & \dots & \varepsilon^{(n-1)^2} \end{pmatrix}, \text{ при } \varepsilon = e^{2\pi i/n} = e^{2\pi i/n}$$

3.5. Вычислить

$$a) \begin{pmatrix} 2i & 3 \\ 7 & i+1 \\ -i & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 & i-1 \\ -i & 2-i \\ 1 & 0 \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} 2i & 3 \\ 7 & i+1 \\ -i & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 & i-1 \\ -i & 2-i \\ 1 & 0 \end{pmatrix}^T$$

$$b) \begin{pmatrix} \lambda_1 & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & \lambda_n \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 & & \lambda_1 \\ & \ddots & \\ \lambda_n & & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \lambda_1 & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & \lambda_n \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 & & \lambda_1 \\ & \ddots & \\ \lambda_n & & 0 \end{pmatrix}$$

Тема 3.2 Системы линейных уравнений

3.1. Решить с помощью формул Крамера систему уравнений:

$$\begin{cases} 2x + 3y - z = 5, \\ x + y + 2z = 9, \\ 2x - y + z = 3. \end{cases}$$

3.2. Найти фундаментальную систему решений для СЛОУ

$$\begin{cases} x - 2y + z + t = 0, \\ x - 2y + z - t = 0, \\ x - 2y - z + 5t = 0. \end{cases}$$

3.3. Выяснить, образуют ли строки каждой из матриц

$$A = \begin{pmatrix} 30 & -24 & 43 & -50 & -5 \\ 9 & -15 & 8 & 5 & 2 \\ 4 & 2 & 9 & -20 & -3 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 9 & -20 & -3 \\ 1 & -11 & 2 & 13 & 4 \\ 9 & -15 & 8 & 5 & 2 \end{pmatrix}$$

фундаментальную систему решений для системы уравнений:

$$\begin{cases} 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 + x_4 + 6x_5 = 0 \\ 5x_1 + 9x_2 + 7x_3 + 4x_4 + 7x_5 = 0 \\ 4x_1 + 3x_2 - x_3 - x_4 + 11x_5 = 0 \\ x_1 + 6x_2 + 8x_3 + 5x_4 - 4x_5 = 0 \end{cases}$$

3.4. Исследовать систему уравнений на совместность, используя метод исключения неизвестных

$$\begin{cases} 24x_1 + 14x_2 + 30x_3 + 40x_4 + 41x_5 = 28 \\ 36x_1 + 21x_2 + 45x_3 + 61x_4 + 62x_5 = 43 \\ 48x_1 + 28x_2 + 60x_3 + 82x_4 + 83x_5 = 58 \\ 60x_1 + 35x_2 + 75x_3 + 99x_4 + 102x_5 = 69 \end{cases}$$

На оценку «3» будет система с меньшим количеством переменных.

Тема 4. Векторная алгебра

4.1. Вычислить проекцию вектора $\vec{a} = (3; 2; 2)$ на ось вектора $\vec{b} + \vec{c}$, если $\vec{b} = (-1; 4; -6)$ и $\vec{c} = (3; 2; -1)$.

4.2. Векторы $\vec{a}$ и $\vec{b}$ образуют угол 60° , причем $|\vec{a}| = 2$, $|\vec{b}| = 3$. Определить угол между векторами $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$ и $\vec{d} = \vec{a} + 3\vec{b}$.

4.3. Вычислить синус угла, образованного векторами $\vec{a} = (2; 1; -2)$ и $\vec{c} = (1; -2; 2)$.

4.4. Зная векторы, образующие треугольник: $\overrightarrow{AB} = 2\vec{a} - 3\vec{b}$, $\overrightarrow{BC} = \vec{a} - 6\vec{b}$, $\overrightarrow{CA} = -3\vec{a} + 9\vec{b}$, где $\vec{a}$ и $\vec{b}$ взаимно перпендикулярные орты, определить внутренние углы этого треугольника.

4.5. Средствами векторной алгебры вычислить длину высоты СН треугольника с вершинами в точках $A(6; 0; 2)$, $B(2; -3; -2)$ и $C(1; 0; 1)$.

4.6. Векторы $\vec{a}$ и $\vec{b}$ образуют угол 120° , причем $|\vec{a}| = 4$, $|\vec{b}| = 5$. Определить угол между векторами $\vec{c} = 3\vec{a} - 2\vec{b}$ и $\vec{d} = \vec{a} + 3\vec{b}$.

4.7. Будут ли компланарными векторы $\vec{a} = (2; -1; -2)$, $\vec{b} = (2; 1; 1)$ и $\vec{c} = (1; -2; 2)$?

4.8. Найти разложение вектора $\vec{c} = (1; 4; 2)$ по базису состоящему из векторов $\vec{p} = (1; 5; 3)$, $\vec{q} = (4; 1; 2)$, $\vec{r} = (3; -1; 2)$.

4.9. Векторы $\vec{a}$ и $\vec{b}$ взаимно перпендикулярны. Зная, что $|\vec{a}| = 6$, $|\vec{b}| = 5$, вычислить $|\vec{X} \times \vec{Y}|$ при условии, что $\vec{X} = \vec{a} + 2\vec{b}$, $\vec{Y} = 7\vec{a} - 2\vec{b}$.

4.10. Средствами векторной алгебры вычислить площадь треугольника ABC, если $\overrightarrow{AB} = (2; 1; -2)$, $\overrightarrow{BC} = (3; -2; 6)$.

4.11. Даны координаты точек $A = (1; 1; 1)$, $B = (1; 2; 3)$, $C = (3; 0; -2)$, $D(2, 1, 0)$. Вычислить $(2\overrightarrow{AB} - \overrightarrow{CD}) \cdot (2\overrightarrow{BC} + \overrightarrow{DA})$, $\sqrt{(\overrightarrow{AB})^2}$, $\sqrt{(\overrightarrow{AC})^2}$.

4.13. Определить, будет ли параллелограмм, построенных на приведенных к общему началу векторах $\overrightarrow{AB} = 2\vec{a} - 4\vec{b}$ и $\overrightarrow{BC} = \vec{a} - 5\vec{b}$ как на сторонах, прямоугольником или ромбом, если $\vec{a}$ и $\vec{b}$ взаимно перпендикулярные орты.

Тема 5. Прямая на плоскости

5.1. Зная две соседние вершины A (-6; 1) и B (-9; 12) параллелограмма ABCD и точку O (0; 7) пересечения диагоналей, найти его площадь.

5.2. Зная две соседние вершины A (6; 1) и B (9; 16) параллелограмма ABCD и точку O(10; 7) пересечения диагоналей, составить уравнения его сторон.

5.3. В треугольнике, вершинами которого являются точки K (2; -6), M(6; -1) и P(4;0), найти длину перпендикуляра, опущенного из вершины K на медиану MN.

5.4. Составить уравнение прямой, параллельной прямым $x-3y+10=0$ и $x-3y+15=0$ и проходящей посередине между ними.

5.5. Составить уравнения высот треугольника ABC, если известны уравнения его сторон $5x-4y-1=0$, $x+10y-11=0$ и $3x-y-7=0$.

6.6. Составить уравнение прямой, параллельной прямой $5x-12y+18=0$, расстояние которой до точки M (1;7) равно 9.

5.7. Составить уравнение прямой, параллельной прямой $8x-6y+7=0$, отклонение от которой точки $M(0;0)$ равно -7 .

5.8. В треугольнике, вершинами которого являются точки $K(1; 4)$, $M(-2; 0)$ и $P(1;2)$, найти угол между стороной MP и медианой, проведенной из вершины K .

5.9. Составить уравнения сторон треугольника ABC , если даны одна из его вершин $B(3; -7)$ и уравнения двух высот $8x+3y+1=0$ и $5x+y-17=0$.

5.10. Составить уравнения сторон треугольника ABC , если даны одна из его вершин $C(-9; -3)$ и уравнения высоты $9x-8y-1=0$ и медианы $5x+4y-9=0$, проведенных из одной вершины.

5.11. Зная вершины $A(-6; -1)$, $B(-9; 16)$ и $C(10; 7)$ треугольника, составить уравнение высоты, проведенной из вершины B .

5.12. Зная вершины $A(-6; 0)$, $B(0; 16)$ и $C(10; -3)$ треугольника, составить уравнение биссектрисы, проведенной из вершины A .

5.13. Зная вершины $A(-6; 1)$, $B(-9; 16)$ и $C(10; -7)$ треугольника, составить уравнение медианы, проведенной из вершины C .

Тема 6. Прямая и плоскость в пространстве.

6.1. Составить уравнение плоскости, перпендикулярной вектору $\vec{N} = (1; 3; -2)$ и отсекающей на оси Ox отрезок $a = 5$.

6.2. Составить уравнения плоскостей, которые делят пополам двугранный угол, образованный плоскостями $-16x+15y-12z-5=0$ и $x+2y-2z+5=0$.

6.3. Составить уравнение плоскости, проходящей через точки $A(1; 2; 4)$ и $B(-2; 3; 11)$ параллельно оси Oz .

6.4. Две грани куба лежат на плоскостях $2x-2y+z-1=0$ и $2x-2y+z+5=0$. Вычислить объем этого куба.

6.5. Составить канонические уравнения прямой
$$\begin{cases} x+5y-z=7 \\ 3x+4y-z+8=0 \end{cases}$$

6.6. Составить уравнение плоскости, проходящей через прямую пересечения плоскостей $2x-y+3z-5=0$ и $x+2y-z+2=0$ параллельно вектору $\vec{b} = (2; -1; -2)$.

6.7. Составить уравнение плоскости, проходящей через прямую пересечения плоскостей $3x-2y+z-3=0$ и $x-2z=0$ и перпендикулярно плоскости $x-2y+z+5=0$.

6.8. Составить уравнение плоскости, проходящей через прямую пересечения плоскостей $2x+y-z+1=0$ и $x+y+2z+1=0$ параллельно отрезку, ограниченному точками $P(2, 5, -3)$ и $K(3, -2, 2)$.

6.9. Составить уравнение плоскости, параллельной вектору $\vec{b} = (2; 1; 1)$ и отсекающей на осях Ox и Oy отрезки 3 и -7 соответственно.

6.10. Даны вершины треугольника $A(3; -1; -1)$, $B(1; 2; -7)$ и $C(-5; 14; -3)$. Составить параметрические уравнения биссектрисы его внутреннего угла при вершине B .

6.11. Составить уравнение плоскости, отклонение точек которой от плоскости $4x - 4y - 2z + 3 = 0$ равно -3 .

6.12. Пересекает ли плоскость $5x - 2y + z - 1 = 0$ отрезок, ограниченный точками $P(1, 4, -3)$ и $K(2, 5, 0)$. Ответ обосновать.

6.13. Найти расстояние между прямыми $\frac{x+7}{3} = \frac{y+4}{4} = \frac{z+3}{-2}$ и $\frac{x-21}{6} = \frac{y+5}{-4} = \frac{z-2}{-1}$.

6.14. На оси Oy найти точку, равноудаленную от точки $P(1, -2, 0)$ и плоскости $3x - 2y + 6z - 9 = 0$.

6.15. Вычислить расстояние от точки $P(3, 3, 5)$ до прямой $\frac{x-1}{1} = \frac{y+1}{2} = \frac{z-1}{-2}$.

6.16. Вычислить углы, образуемые нормалью к плоскости $\sqrt{3}x + y - 4 = 0$, и расстояние P от начала координат до плоскости.

6.17. Вычислить объем пирамиды, ограниченной плоскостью $x + 2y + 3z + 12 = 0$ и координатными плоскостями.

6.18. Вычислить радиус сферы, которая касается плоскостей $6x - 2y + 3z - 3 = 0$ и $6x - 2y + 3z - 20 = 0$.

6.19. Определить, лежат ли точка $P(2, -1, 1)$ и начало координат по одну или по разные стороны относительно плоскости $5x - 3y + z - 18 = 0$.

6.20. Даны вершины треугольника $A(3; 6; -7)$, $B(-5; 2; 3)$ и $C(4; -7; -2)$. Составить параметрические уравнения его медианы, проведенной из вершины C .

Тема 7. Линейные пространства

7.1. В пространстве R_3 заданы вектор x и базис $e = \{e_1, e_2, e_3\}$. Координаты векторов заданы в некотором базисе $e' = \{e'_1, e'_2, e'_3\}$. Найти координаты вектора x в базисе e' и матрицу перехода от базиса $e = \{e_1, e_2, e_3\}$ к $e' = \{e'_1, e'_2, e'_3\}$.

$$x = (1, 4, -1)$$

$$e'_1 = (5, -1, 2)$$

$$e'_2 = (2, 3, 0)$$

$$e'_3 = (-2, 1, 1)$$

7.2. Дана матрица перехода U от $e = \{e_1, e_2, e_3\}$ к $e' = \{e'_1, e'_2, e'_3\}$. Найти матрицу перехода от $e = \{e_3, e_2, e_1\}$ к $e' = \{e'_1 + e'_2, e'_2 - e'_3, 4e'_1\}$.

$$U = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -1 \\ -1 & 0 & 3 \\ 3 & 4 & -2 \end{pmatrix}$$

7.3. Дана матрица перехода U от $e = \{e_1, e_2, e_3\}$ к $e' = \{e'_1, e'_2, e'_3\}$. Найти матрицу перехода от $e = \{e_3 + e_1, e_2 - e_1, 3e_1\}$ к $e' = \{e'_1, e'_2, e'_3\}$.

$$U = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ -2 & 2 & 3 \\ 1 & 4 & -2 \end{pmatrix}$$

7.4. Дана матрица перехода U от базиса $e = \{e_1, e_2, e_3\}$ к базису $e' = \{e'_1, e'_2, e'_3\}$.

$$U = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ -1 & -1 & -3 \\ 0 & 4 & 1 \end{pmatrix}$$

Найти матрицу перехода от базиса $e_1 + e_2, e_2 + e_3, e_3$ к базису

$$2e'_1 + 3e'_2, 4e'_2 - 2e'_3, e'_1 + 2e'_2 - e'_3$$

7.5. Найти размерности, базисы суммы и пересечения подпространств, заданных уравнениями

$$x_1 - x_2 + x_3 - x_4 = 0$$

$$x_1 - 2x_2 + 2x_3 + 2x_4 = 0$$

7.6. Найти размерности, базисы суммы и пересечения подпространств $H_1 = \langle a_1, a_2, a_3 \rangle$ и $H_2 = \langle b_1, b_2, b_3 \rangle$

$$a_1 = (2, 1, 2)^T \quad b_1 = (2, 3, -1)^T$$

$$a_2 = (1, 1, -1)^T \quad b_2 = (1, 2, 2)^T$$

$$a_3 = (1, 3, 3)^T \quad \text{и} \quad b_3 = (1, 1, -3)^T$$

7.7. Векторы $e = \{e_1, e_2, e_3\}$, $e' = \{e'_1, e'_2, e'_3\}$ и x заданы в некотором базисе $e_0 = \{e_1^0, e_2^0, e_3^0\}$. Найти матрицу перехода от e к e' , координаты вектора x в базисе e и e' .

$$e_1 = (-1, 1, 1)^T \quad e'_1 = (-1, 2, 3)^T$$

$$e_2 = (1, -1, 3)^T \quad e'_2 = (2, 1, 2)^T$$

$$e_3 = (1, 2, -1)^T \quad e'_3 = (0, 2, 1)^T$$

$$x_1 = (1, 0, 1)$$

7.8. Найти матрицу перехода от базиса e_4, e_2, e_1, e_3 к базису e'_2, e'_4, e'_3, e'_1 , если задана матрица U перехода от базиса e_1, e_2, e_3, e_4 к базису e'_1, e'_2, e'_3, e'_4

$$U = \begin{pmatrix} 2 & 5 & 1 & 3 \\ 4 & 1 & 7 & 9 \\ 6 & 8 & 3 & 2 \\ 7 & 8 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$

$U =$

Тема 8. Евклидово и унитарное пространство

8.1. Считая векторы заданными координатами в ортонормированном базисе, проверить, что следующие системы векторов ортогональны, и дополнить их до ортогональных базисов пространства:

$$\vec{a}_1 = (1, -1, 1, -3)^T, \vec{a}_2 = (-4, 1, 5, 0)^T$$

8.2. Ортонормировать систему векторов, используя процесс ортогонализации Грамма-Шмидта

$$\vec{a}_1 = (-3, 0, 7, 6)^T, \vec{a}_2 = (1, 4, 3, 2)^T, \vec{a}_3 = (2, 2, -2, -2)^T$$

8.3. Считая, что векторы заданы координатами в ортонормированном базисе, ортонормировать систему векторов

$$\vec{a}_1 = (1, i, 1)^T, \vec{a}_2 = (i, i, 1)^T, \vec{a}_3 = (i, 0, 1)^T.$$

Тема 9. Линейные операторы

9.1. Оператор φ переводит вектор $\vec{x} = (x_1, x_2, x_3)$ в вектор $\varphi(\vec{x})$. Является ли оператор φ линейным? Если является, то записать его матрицу.

а) $\varphi(\vec{x}) = (x_1 + 2x_2 + 3x_3; x_2 - 2x_3; x_1 - 3x_3)$

б) $\varphi(\vec{x}) = (x_1 + x_3; x_2^2; x_3 + 1)$

9.2. Линейный оператор φ в базисе $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3$ имеет матрицу A . Найти матрицу этого оператора в базисе $\vec{e}'_1, \vec{e}'_2, \vec{e}'_3$, если $\vec{e}'_1 = (4, -4, -3)$, $\vec{e}'_2 = (-8, 7, 5)$, $\vec{e}'_3 = (-5, -1, 1)$, $\vec{e}'_1 = (1, -1, 1)$, $\vec{e}'_2 = (0, 1, -1)$,

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 \\ 3 & -1 & 1 \end{pmatrix}, \vec{e}'_3 = (0, 1, 1)$$

9.3. Найти минимальный многочлен матрицы

$$A = \begin{pmatrix} 6 & 2 & -2 \\ -2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 \end{pmatrix}$$

9.4. Найти ортонормированный базис, в котором оператор простой структуры имеет канонический вид. Записать канонический вид матрицы оператора в этом базисе.

$$A = \begin{pmatrix} 9 & -5 & -2 \\ 18 & -13 & -3 \\ 18 & -9 & -7 \end{pmatrix}.$$

9.5. Найти матрицу преобразования, переводящего векторы $\vec{a}_1 = (1, 4, -5)^T$, $\vec{a}_2 = (2, 3, -4)^T$, $\vec{a}_3 = (1, -2, -1)^T$ в векторы $\vec{b}_1 = (1, 1, 1)^T$, $\vec{b}_2 = (1, 1, -1)^T$, $\vec{b}_3 = (2, 1, 2)^T$ в том же базисе, в котором заданы координаты векторов.

9.6. Для матрицы A найти жорданову форму и жорданов базис.

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -4 & 4 & 0 \\ -2 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

Тема 10. Квадратичные формы

10.1. Привести квадратичную форму к каноническому и нормальному виду, найти линейные невырожденные преобразования, приводящие квадратичную форму к этим видам.

$$x_1^2 + x_2^2 + 5x_3^2 - 6x_1x_2 - 2x_1x_3 + 2x_2x_3$$

10.2. Найти все значения параметра λ , при которых положительно определена квадратичная форма:

$$2x_1^2 + 2x_2^2 + x_3^2 + 2\lambda x_1x_2 + 6x_1x_3 + 2x_2x_3$$

10.3. Выяснить, что в следующих парах квадратичных форм одна форма является положительно определенной. Найти невырожденное линейное преобразование, приводящее положительно определенную форму к нормальному виду, а другую – к каноническому:

$$f = x_1^2 + 26x_2^2 + 10x_1x_2$$

$$g = x_1^2 + 56x_2^2 + 16x_1x_2$$

Тема 11. Кривые и поверхности второго порядка

11.1. Определить вид кривой 2 порядка. Найти центр. Записать в каноническом виде, найти каноническую систему координат.

$$a) 9x^2 - 16y^2 - 6x + 8y - 144 = 0$$

$$b) 9y^2 - 7y - 16 = 0$$

11.2. Составить уравнение и определить тип кривой второго порядка, проходящей через 5 точек, заданных своими координатами:

$$(-1, -1), (1, 0), (0, 1), (3, 2), (2, 3)$$

11.3. Исследовать зависимость типа кривой от параметра λ :

$$4x^2 + 2\lambda xy + y^2 = 0$$

11.4. Составить уравнение касательной к кривой в точке:

a) $\frac{x^2}{12} + \frac{y^2}{4} = 1, (3,1);$

b) $5x^2 + 6xy + 5y^2 - 16x - 16y - 16 = 0 (3,3); (0,-0.8); (0,1)$

11.5. Определить тип поверхности второго порядка, привести к каноническому виду, найти центр, если поверхность центральная. Выписать каноническое преобразование переменных.

1. $4x^2 + 2y^2 - z^2 - 8x - 4y - 2z - 5 = 0;$

2. $4x^2 + 69y^2 + 16z^2 + 8xy + 64yz - 4y - 12 = 0$

11.6. Составить уравнение окружности, проходящей через точки A(1,1) и B(2,3), если ее центр лежит на прямой $2x+3y-1=0$.

11.7. Составить уравнения общих касательных двух окружностей $x^2 + y^2 - 6x - 8y + 21 = 0$ и $x^2 + y^2 + 8x + 2y + 1 = 0$.

11.8. В эллипс $x^2/16 + y^2/4 = 1$ вписан правильный треугольник, одна из вершин которого совпадает с правой вершиной большой оси. Найти координаты двух других вершин треугольника.

11.9. Провести к эллипсу $x^2/9 + y^2/64 = 1$ касательные перпендикулярные прямой $2x-3y+2=0$

11.10. Прямые $x=\pm 9$ являются директрисами эллипса, малая ось которого равна 6. Найти уравнение этого эллипса.

11.11. На эллипсе $x^2/36 + y^2/25 = 1$ найти точку отстоящую от его малой оси на 5 единиц.

11.12. В эллипс $9x^2 + 4y^2 + 54x - 16y + 61 = 0$ вписан прямоугольник, две противоположные стороны которого проходят через фокусы. Вычислить площадь/ периметр этого прямоугольника.

11.13. Составить уравнение гиперболы, имеющей общие фокусы с эллипсом $x^2/49 + y^2/16 = 1$, при условии, что ее эксцентриситет $e = 1,25$.

11.14. Определить угол между асимптотами гиперболы, если известно, что ее эксцентриситет $e = 2$.

11.15. На гиперболе $x^2/16 - y^2/9 = 1$ найти точку, для которой фокальные радиус-векторы перпендикулярны друг другу.

11.16. На гиперболе $x^2/16 - y^2/9 = 1$ найти точку, для которой расстояние от левого фокуса в 2 раза больше, чем до правого.

11.17. Провести касательную к гиперболе $x^2/4 - y^2/9 = 1$, параллельную прямой $x-4y+8=0$.

11.18. Провести касательную к гиперболе $x^2/4 - y^2/9 = 1$, перпендикулярную прямой $x-4y+8=0$.

11.19. Вычислить длину сторон правильного треугольника, вписанного в параболу $y^2=4x$.

11.20. Составить уравнение общей хорды параболы $y^2=18x$ и круга $(x+6)^2+y^2=100$.

11.21. Через фокус параболы $y^2=4x$ проведена хорда, параллельная прямой $x-y+8=0$. Вычислить длину этой хорды.

Вариант для подготовки к контрольной работе № 12 по теме «Основы теории групп».

№1

Пусть задано множество комплексных чисел вида: $a = a_0 + ia_1$, где a_0, a_1 – принадлежат полю действительных чисел. Ввести операции сложения и умножения комплексных чисел и построить алгебру комплексных чисел. Является ли эта алгебра коммутативной по умножению? Является ли эта алгебра линейной алгеброй с делением?

№2

Постройте циклическую группу, порождаемую перестановками вида:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 5 & 3 & 1 & 4 & 2 \end{pmatrix}$$

№3

Задан многоугольник списком координат вершин:

x	-1	2	1	-2	0
y	1	2	-2	-2	0

Матрица аффинного преобразования имеет вид:

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 4 \\ 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

Вычислите координаты вершин после преобразования, центры формы фигуры и площади до и после преобразования.

Вариант для подготовки к контрольной работе № 13 по теме «Применение линейной алгебры для решения задач с ИИ».

1. Нахождение коэффициентов регрессии с использованием метода наименьших квадратов: предсказать числовое значение (например, цену дома) на основе набора признаков (площадь, количество комнат, площадь кухни, количество ванных и т.д.), таблица прилагается.
2. Кластеризация с использованием спектральной кластеризации: разделить набор данных на группы (кластеры) на основе сходства между объектами, таблица прилагается.
3. Анализа главных компонент: задана таблица данных, состоящая из двух признаков (например, рост и вес людей), необходимо использовать метод главных компонент (PCA) для снижения размерности данных и визуализации их в одномерном пространстве.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ВЕКТОРНОЙ АЛГЕБРЕ

I семестр

1. Алгебраическая форма комплексного числа. Комплексная плоскость. Примеры.
2. Действия над комплексными числами в алгебраической форме. Сопряженные комплексные числа. Примеры.
3. Тригонометрическая форма комплексного числа. Полярная система координат. Показательная форма комплексного числа.
4. Примеры.
5. Действия над комплексными числами в тригонометрической форме. Примеры.
6. Возведение в степень комплексного числа. Теорема. Примеры.
7. Извлечение корня из комплексного числа. Теорема о существовании корней. Примеры.

8. Извлечение квадратного корня из комплексного числа. Понятие кольца (определение и примеры).
9. Понятие поля (определение и примеры).
10. Полином от одной буквы. Степень полинома. Каноническая форма.
11. Действия над полиномами.
12. Схема Горнера. Примеры.
13. Теорема Безу.
14. Кратные корни полиномов.
15. Наибольший общий делитель двух многочленов. Примеры.
16. Алгоритм Евклида. Примеры.
17. Свойства делимости многочленов.
18. Взаимно простые многочлены. Теорема.
19. Свойства взаимно простых многочленов.
20. Матрицы. Виды матриц.
21. Действия сложения и умножения на скаляр над матрицами. Свойства.
22. Произведение матриц. Свойства. Примеры.
23. Транспонирование матриц. Свойства (доказательства).
24. Значение многочлена от матрицы. Примеры.
25. Клеточно-диагональные матрицы. Примеры.
26. Определители второго порядка и их использование в решении линейных систем второго порядка.
27. Определители n -го порядка. Понятие перестановок.
28. Свойства определителей (доказательство 3-х свойств).
29. Алгебраические дополнения и миноры.
30. Утверждения, связанные с алгебраическими дополнениями.
31. Теорема Лапласа.
32. Вычисление определителей.
33. Обратные матрицы. Нахождение обратных матриц по определению.
34. Теорема об обращении матриц.
35. Свойства обратных матриц.
36. Крамеровские системы линейных уравнений.
37. Следствия из теоремы Крамера.
38. Общие сведения о системах линейных уравнений.
39. Метод Гаусса решения систем линейных уравнений.
40. Линейная зависимость и линейная независимость строк (столбцов) матрицы. Примеры.
41. Свойства линейной зависимости и линейной независимости строк (столбцов) и отрезков строк (столбцов) матрицы.
42. Теорема о линейной зависимости линейной комбинации. Следствие.
43. Линейная зависимость столбцов матрицы с линейно зависимыми строками.
44. Базис и ранг совокупности строк (столбцов) матрицы.
45. Теорема о ранге матрицы.
46. Условие линейной зависимости множества строк квадратной матрицы.
47. Ранг матрицы в терминах определителей.
48. Определение ранга матрицы при помощи элементарных преобразований строк.
49. Понятие вектора, сложение и разность векторов. Разложение вектора по трем некомпланарным векторам.
50. Скалярное и векторное умножение векторов. Основные свойства.
51. Смешанное произведение векторов. Свойства смешанного произведения векторов.
52. Уравнение прямой на плоскости. Угол между двумя прямыми.
53. Общее уравнение прямой. Расстояние от точки до прямой.
54. Преобразование прямоугольных координат.
55. Полярная система координат. Нормальное уравнение прямой.
56. Общее уравнение плоскости. Угол между плоскостями.

57. Определение линейного пространства. Примеры. Базис линейного пространства. Теорема о разложении вектора по базису.
58. Размерность линейного пространства. Теоремы.
59. Преобразование координат вектора при замене базиса. Матрица перехода и ее свойства.
60. Определение линейного подпространства. Примеры. Линейная оболочка.
61. Сумма и пересечение подпространств. (Ф. стр. 307-308; Ш. стр. 146-152)
62. Теорема о размерностях суммы и пересечения подпространств. (Ф. стр. 308-309; Ш. стр. 152-154)
63. Прямая сумма линейных подпространств. Теорема.
64. Подпространства. Критерий подпространства. Примеры. (Ф. стр. 307; Ш. стр. 138-142)
65. Теорема Кронекера-Капелли. (Ф. стр. 118-119; Ш. стр. 124-125)
66. Размерность линейного подпространства. Теоремы.
67. Определение евклидова пространства. Определение ортогональной системы векторов.
68. Процесс ортогонализации Грама-Шмидта. Алгоритм. Примеры.
69. Неравенство Коши – Буняковского (с доказательством).
70. Нормированные пространства. Теорема о норме.
71. Ортогональное дополнение. Теорема.
72. Построение ортогонального дополнения.
73. Унитарное пространство.

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ АЛГЕБРА И ГЕОМЕТРИЯ (II СЕМЕСТР)

74. Определение и примеры линейных операторов.
75. Матрица линейного оператора. Теоремы о ядре и дефекте линейного оператора.
76. Линейное отображение векторного пространства. Примеры. Матрица линейного оператора.
77. Преобразование матрицы линейного оператора. Теоремы. Примеры.
78. Характеристическое уравнение матрицы линейного оператора. Определения, примеры.
79. Минимальный и аннулирующий многочлен матрицы линейного оператора. Определения, примеры, теоремы
80. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора. Определения, теоремы.
81. Свойства собственных векторов (2 с доказательством).
82. Вычисление собственных значений и собственных. Алгоритм. Примеры.
83. Замена базиса и преобразование координат. (Ф. стр. 305-306; Ш. стр. 110-113, 115-116)
84. Инвариантные подпространства.
85. Треугольная форма.
86. Линейные операторы простой структуры.
87. Жорданова форма.
88. Жорданов базис.
89. Квадратичная форма: определение, матричная запись, канонический вид. Примеры.
90. Квадратичная форма: определение, матричная запись, нормальный вид. Примеры.
91. Метод Лагранжа для приведения квадратичной формы к нормальному виду. Алгоритм.
92. Метод Лагранжа для приведения квадратичной формы к каноническому виду. Алгоритм.

93. Ортогональное преобразование квадратичной формы к каноническому виду, без самого преобразования. Теорема
94. Характеристическое уравнение линейного оператора.
95. Нахождение минимального многочлена. Алгоритм. Примеры.
96. Преобразование матрицы линейного оператора.
97. Нахождение ортогонального преобразования, приводящего вещественную квадратичную форму к каноническому виду.
98. Приведение общего уравнения поверхности второго порядка к каноническому виду.
99. Эквивалентность вещественных квадратичных форм. Примеры.
100. Классификация кривых второго порядка.
101. Методы преобразования кривых 2 порядка каноническому виду. Теорема.
102. Ортогональное преобразование переменных кривой второго порядка
103. Распадающиеся кривые второго порядка.
104. Эллипс. Определение. Вывод канонического уравнения. Исследование формы. Директрисы и касательные.
105. Гипербола. Определение. Вывод канонического уравнения. Исследование формы. Директрисы и касательные.
106. Парабола. Определение. Вывод канонического уравнения. Исследование формы. Директрисы и касательные.
107. Нецентральные кривые 2 порядка. Уравнения и примеры.
108. Понятие квадратичной формы. Примеры
109. Преобразование матрицы квадратичной формы. Теорема.
110. Поверхности 2 порядка. Основные виды.
111. Некоторые общие понятия алгебры. Аксиомы группы.
112. Подгруппы. Классы смежности.
113. Циклические группы.
114. Арифметика остатков.
115. Функция Эйлера.
116. Мультипликативные обратные по модулю N , их свойства.
117. Алгоритм Евклида. Расширенный алгоритм Евклида.
118. Китайская теорема об остатках.
119. Конечные поля.
120. Нормальные подгруппы и факторгруппы.
121. Классы смежности по нормальной подгруппе и факторгруппа.
122. Гомоморфизм.
123. Что такое анализ главных компонент (PCA)? Как он используется в ИИ?
124. Как работает метод опорных векторов (SVM)? Как он связан с линейной алгеброй?
125. Что такое спектральная кластеризация? Как она использует линейную алгебру?
126. Нахождение коэффициентов регрессии с использованием метода наименьших квадратов.

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на экзамене:

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является экзамен. Студенты обязаны сдать экзамен в соответствии с расписанием и учебным планом.

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов к экзамену и результатов текущего контроля.

Экзамен по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения экзамена: устно.

Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Результат сдачи экзамена заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Оценивание уровня освоения дисциплины основывается на качестве выполнения студентом заданий текущего контроля и ответов на вопросы экзамена.

Критерии оценки:

1. Оценка ответов на экзаменационные вопросы (40% итоговой оценки)

Отлично (5)

Полные, развернутые ответы с демонстрацией глубокого понимания темы.

Использование примеров, формул, корректных терминов.

Умение анализировать и сравнивать методы.

% выполнения: 90–100% (допускаются незначительные неточности).

Хорошо (4)

Ответы содержат основные идеи, но без углубленного анализа.

Возможны небольшие ошибки в деталях или формулировках.

% выполнения: 75–89%.

Удовлетворительно (3)

Ответы поверхностные, с существенными пробелами.

Отсутствие примеров или некорректное применение терминов.

% выполнения: 60–74%.

Неудовлетворительно (2)

Отсутствие понимания ключевых концепций.

Грубые ошибки или неспособность ответить на большую часть вопросов.

% выполнения: <60%.

4.3. Методические указания по выполнению типовых расчетов

1. Общие рекомендации

1.1. Цель работы:

Закрепление теоретических знаний по темам:

- Комплексные числа
- Полиномы от одной переменной
- Матрицы и операции над ними
- Системы линейных уравнений

Формирование навыков решения задач повышенной сложности.

Подготовка к контрольным работам и экзаменам.

1.2. Требования к оформлению:

- Расчеты выполняются в отдельной тетради или в электронном виде (LaTeX, Word).
- Каждое задание сопровождается **полным решением** с пояснениями.
- Ответы выделяются явно (например: «*Ответ*: $z=5-12i$ »).
- Графические построения выполняются вручную или с использованием ПО

(GeoGebra, Desmos).

2. Рекомендации по разделам

2.1. Комплексные числа (Раздел 1)

Ключевые темы:

- Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы.
- Арифметические операции.
- Извлечение корней, возведение в степень.
- Решение уравнений на комплексной плоскости.

Типичные ошибки:

- Неверное вычисление аргумента (главное значение: $-\pi < \arg z \leq \pi$).
- Путаница при делении (не умножение на сопряженное знаменателя).

Рекомендации:

- Для операций умножения/деления используйте тригонометрическую формулу.
- При построении областей переходите к декартовым координатам: $z=x+iy$.
- Пример 1.6: для неравенств вида $|z-z_1|<r$ стройте круги, для $\operatorname{Re}(z)>k$ –

полуплоскости.

2.2. Полиномы (Раздел 2)

Ключевые темы:

- Деление полиномов, схема Горнера.
- Разложение на множители, поиск корней.
- Нахождение НОД (алгоритм Евклида).

Типичные ошибки:

- Неправильное применение схемы Горнера для комплексных корней.
- Потеря кратных корней при разложении.

Рекомендации:

- Для задания 2.1 используйте оба метода (производные и схему Горнера) – это взаимная проверка.
- При разложении дроби $f(x)/(x-x_1)$ предварительно разложите $f(x)$ по степеням $(x-x_1)$.
- В задании 2.6 для подбора $M_1(x)$, $M_2(x)$ используйте цепочку равенств из алгоритма Евклида.

2.3. Матрицы (Раздел 3)

Ключевые темы:

- Операции с матрицами (умножение, транспонирование).
- Вычисление определителей, обратной матрицы.

- Ранг матрицы, элементарные преобразования.

Типичные ошибки:

Ошибки в умножении матриц (несовпадение размеров).

Неверное вычисление алгебраических дополнений.

Рекомендации:

- При умножении матриц сверяйте размеры: $A_{m \times n} \cdot B_{n \times k} = C_{m \times k}$
- Для определителей выше 4-го порядка используйте:
- Приведение к треугольному виду.
- Разложение по строке/столбцу с нулями.
- Для обратной матрицы:
- Метод Жордана-Гаусса надежнее при больших n .
- Всегда проверяйте: $A \cdot A^{-1} = E$.

2.4. Системы линейных уравнений (Раздел 4)

Ключевые темы:

- Решение СЛУ методом Гаусса, Крамера.
- Исследование на совместность (теорема Кронекера-Капелли).

Рекомендации:

- При решении систем с комплексными коэффициентами (Задание 1.7) используйте алгебраическую форму.
- Для неоднородных систем сначала проверяйте ранг расширенной матрицы.

3. Организация работы

Этапы выполнения:

1. **Теоретическая подготовка:** повторить формулы, определения, методы.
2. **Анализ варианта:** выделить типы задач (например, Вариант 1: 7 задач по комплексным числам).
3. **Решение:**
 - От простого к сложному (начинайте с алгебраических операций).
 - Для графических заданий сначала сделайте эскиз.
4. **Проверка:**
 - Подстановка ответов в исходные уравнения.
 - Сверка с примерами из раздела «Решение типовых задач».

Критерии оценки:

- Полнота решения (все шаги обоснованы).
- Отсутствие арифметических ошибок.
- Аккуратность оформления.

4.4. Методические указания по организации вычислительной инфраструктуры 1. Цель и задачи

Цель: обеспечить студентов и преподавателей техническими ресурсами для эффективного выполнения лабораторных работ, решения задач линейной алгебры, аналитической геометрии и прикладных заданий в области ИИ.

Задачи:

- Организация доступа к вычислительным мощностям для работы с матрицами, векторами, полиномами.
- Поддержка среды для реализации алгоритмов (SVM, PCA, регрессия).
- Обеспечение совместимости с ПО, указанным в РПД (Python, PyTorch, TensorFlow).

2. Аппаратные требования

Ресурс требования	Минимальные требования	Рекомендуемые
Рабочие станции NVIDIA GTX 1660	CPU: 4 ядра; RAM: 8 ГБ; SSD: 256 ГБ	CPU: 8 ядер; RAM: 16 ГБ; GPU:
Серверы NVIDIA RTX 3090	16 ядер CPU; 32 ГБ RAM; 1 ТБ SSD	32 ядра CPU; 64 ГБ RAM; GPU:
Сетевая инфраструктура Fi 6	Скорость: 1 Гбит/с; Wi-Fi 5	Скорость: 10 Гбит/с; Wi-

Примечание: для задач спектральной кластеризации и SVD-разложения критично наличие GPU.

3. Программное обеспечение

Обязательное ПО:

- Языки программирования: Python 3.10+, Jupyter Notebook.
- Библиотеки: NumPy, SciPy, Scikit-learn, Matplotlib, SymPy.
- Фреймворки ИИ: PyTorch, TensorFlow.
- Специализированные инструменты:
- MATLAB (для работы с матрицами и определителями).
- GeoGebra (для визуализации кривых и поверхностей).

Лицензирование:

- Использовать академические лицензии MATLAB через кампусную сеть КубГУ.
- Бесплатные аналоги: GNU Octave (замена MATLAB), SageMath (для алгебры полиномов).

4. Облачные и удаленные решения

Внутренние ресурсы КубГУ:

- Доступ к Moodle для скачивания лабораторных работ.
- Аренда VM через HPC-кластер КубГУ (требуется учетная запись).

Публичные облака:

- Google Colab: Бесплатный доступ к GPU/TPU для выполнения заданий раздела «Применение линейной алгебры для задач ИИ».
- Kaggle: Датасеты для регрессии и кластеризации (например, Boston Housing).

VPN-доступ: для безопасного подключения к внутренним ресурсам вуза.

5. Инструкции по настройке

Локальная установка (для студентов):

```
bash
```

```
# Установка Python-библиотек
```

```
pip install numpy scipy scikit-learn matplotlib jupyter torch tensorflow
```

Docker-контейнеры (для воспроизводимости):

Готовый образ: `docker pull kubsu/linear-algebra:latest` (включает Python, Jupyter, предустановленные библиотеки).

Интеграция с ЭБС:

Авторизация в ЭБС «Лань» и Юрайт через единый аккаунт КубГУ.

6. Безопасность данных

1.3). Шифрование: Все данные на серверах — в состоянии покоя (AES-256) и при передаче (TLS).

Резервное копирование: Ежедневные бэкапы на отдельный сервер (retention: 30 дней).

Доступ:

Студенты: Read-only к учебным материалам.

Преподаватели: Полные права на редактирование лабораторных работ.

7. Техническая поддержка

Часы работы: Пн–Пт, 9:00–18:00.

Каналы связи:

Чат в Teams: #support_linear_algebra.

Email: support-math@kubsu.ru.

Аварийные случаи: Автоматическое оповещение через Telegram-бота при отказе сервера.

8. Оптимизация затрат

Аренда GPU: Использовать Google Colab Pro для экономии на локальных GPU.

Бесплатные альтернативы:

SageMath Cloud — для символьных вычислений.

Deepnote — Jupyter-ноутбуки с совместным доступом.

9. Адаптация для лиц с ОВЗ

Для слабовидящих:

ПО: NVDA (экранный диктор) + высококонтрастный режим в Jupyter.

Аппаратно: Мониторы 27" с разрешением 4K.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

5.1. Учебная литература

1. Татарников, О. В. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : учебник для вузов / О. В. Татарников, А. С. Чуйко, В. Г. Шершнева ; под общей редакцией О. В. Татарникова. - Москва : Юрайт, 2025. - 273 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/556226> (дата обращения: 29.10.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-19275-9. - Текст : электронный. http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=146475&idb=0

2. Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре : учебное пособие для вузов / Л. А. Беклемишева, Д. В. Беклемишев, А. Ю. Петрович, И. А. Чубаров. - 9-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 496 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/190976> (дата обращения: 22.04.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-9224-4. - Текст : электронный. http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=148437&idb=0

3. Проскуряков, И. В. Сборник задач по линейной алгебре : учебное пособие для вузов / И. В. Проскуряков. - 16-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 476 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/183752> (дата обращения: 10.03.2022). - Режим доступа: для авториз.

пользователей. - ISBN 978-5-8114-9039-4. - Текст : электронный.
http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=147141&idb=0

4. Горлач, Б. А. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : практикум для студентов технических и экономических специальностей вузов : учебное пособие для вузов / Б. А. Горлач, Е. П. Ростова. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 144 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/162373> (дата обращения: 31.10.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-6737-2. - Текст : электронный.
http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=271520&idb=0

5. Ильин В.А. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : учебник для студентов университетов и технических вузов, обучающихся по специальностям "Математика", "Прикладная математика и информатика" / В. А. Ильин, Г. Д. Ким ; Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Проспект : Изд-во Московского университета, 2025. - 393 с.
http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=281584&idb=0.

6. Ларин, С. В. Алгебра и теория чисел. Группы, кольца и поля : учебник для вузов / С. В. Ларин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 160 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05567-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563870> (дата обращения: 02.08.2025).

7. Цубербиллер О.Н. Задачи и упражнения по аналитической геометрии. – М.: Наука, 1970.

8. Фаддеев Д.К., Соминский И.С. Задачи по высшей алгебре: учебное пособие для студентов / Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. – Изд. 12-е, стер. – СПб.: Лань, 1998. – 288 с.

9. Sun, X., Li, J., Kovalenko, A.V., Feng, W., Ou, Y. Integrating Reinforcement Learning and Learning From Demonstrations to Learn Nonprehensile Manipulation //IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2023, 20(3), 1735–1744, DOI: 10.1109/TASE.2022.3185071, Q1

10. Petukhova, A.V.; Kovalenko, A.V.; Ovsyannikova, A.V. Algorithm for Optimization of Inverse Problem Modeling in Fuzzy Cognitive Maps. Mathematics 2022, 10, 3452. DOI: 10.3390/math10193452, Q1

11. Kirillova, E.; Kovalenko, A.; Urtenov, M. Study of the Current–Voltage Characteristics of Membrane Systems Using Neural Networks. AppliedMath 2025, 5, 10. <https://doi.org/10.3390/appliedmath5010010>,

12. Kadurin, Artur, et al. "The cornucopia of meaningful leads: Applying deep adversarial autoencoders for new molecule development in oncology." Oncotarget 8.7 (2016): 10883.

13. Kadurin, Artur, et al. "druGAN: an advanced generative adversarial autoencoder model for de novo generation of new molecules with desired molecular properties in silico." Molecular pharmaceutics 14.9 (2017): 3098-3104.

14. Polykovskiy, Daniil, et al. "Molecular sets (MOSES): a benchmarking platform for molecular generation models." Frontiers in pharmacology 11 (2020): 565644.

15. Khrabrov, Kuzma, et al. " ∇^2 DFT: A Universal Quantum Chemistry Dataset of Drug-Like Molecules and a Benchmark for Neural Network Potentials." Advances in Neural Information Processing Systems 37 (2024): 36869-36889.

16. Polykovskiy, Daniil, et al. "Entangled conditional adversarial autoencoder for de novo drug discovery." Molecular pharmaceutics 15.10 (2018): 4398-4405.

17. Николенко, Сергей, Кадури, Артур и Архангельская Екатерина. Глубокое обучение. "Издательский дом" Питер", 2017.

5.2. Периодическая литература

Конференции А*:

1. <https://openreview.net/forum?id=FMMF1a9ifL>
2. <https://openreview.net/forum?id=ElUrNM9U8c#discussion>
3. <https://openreview.net/forum?id=JoO6mtCLHD>
4. <https://aclanthology.org/2024.findings-emnlp.760/>
5. <https://aclanthology.org/2020.coling-main.588/>
6. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-72113-8_30
7. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-42448-9_10
8. <https://aclanthology.org/2024.findings-naacl.288/>

5.4. 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» <http://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

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

6. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
7. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>
8. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
9. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
10. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных

1. Scopus <http://www.scopus.com/>
2. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
7. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
8. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
9. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
10. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals: <https://www.nature.com/>
12. Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
14. Nano Database: <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>

17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Бесплатные образовательные ресурсы

1. Jupyter Notebook – интерактивные вычисления
2. Visual Studio Code – редактор кода с поддержкой Python
3. Google Scholar/arXiv – доступ к научным публикациям

Ресурсы свободного доступа

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
4. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>.
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy i otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

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. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
6. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
7. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, необходимые для освоения дисциплины.

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

3. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
4. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
5. База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН <http://www2.viniti.ru/>
6. Базы данных в сфере интеллектуальной собственности, включая патентные базы данных www.rusnano.com
7. Базы данных и аналитические публикации «Университетская информационная система РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru/>
8. Википедия, свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. – Wikipedia <http://ru.wikipedia.org>
9. <http://math.nsc.ru/LBRT/k5/opt.html> (Интеллектуальные методы оптимизации, учебное пособие)

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Теоретические знания по основным разделам курса «Алгебра и геометрия» студенты приобретают на лекциях и практических занятиях, закрепляют и расширяют во время самостоятельной работы.

Лекции по курсу «Алгебра и геометрия» представляются в виде изложения материала по теме лекции с демонстрацией презентаций по отдельным основным темам программы.

Для углубления и закрепления теоретических знаний студентам рекомендуется выполнение определенного объема самостоятельной работы. Общий объем часов, выделенных для внеаудиторных занятий, составляет 75,6 часа.

В рамках самостоятельной познавательной деятельности студентам также предлагается изучить некоторые разделы, не вошедшие в лекционный курс.

Внеаудиторная работа по дисциплине «Алгебра и геометрия» заключается в следующем:

- повторение лекционного материала и проработка учебников и учебных пособий;
- подготовка к практическим занятиям;
- проработка тем, вынесенных на самостоятельную подготовку.

Для закрепления теоретического материала и выполнения контролируемых самостоятельных работ по дисциплине во внеучебное время студентам предоставляется возможность пользования библиотекой КубГУ, библиотекой факультета компьютерных технологий и прикладной математики, возможностями компьютерного класса факультета.

Итоговый контроль осуществляется в виде зачетов и экзаменов.

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.

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.

Подход, определяющий установление соответствия кейсов ИП и УГТ (5-8), позволяет четко соотносить этапы развития технологии с вовлеченностью партнера и снижать риски при переходе от лабораторных испытаний к промышленному внедрению.

Кейсы для индустриальных партнеров

1. Применение матриц в задаче регрессии для строительной организации

Описание:

Строительная организация планирует реализовать крупный строительный проект и хочет заранее оценить рентабельность проекта, основываясь на предварительном финансовом анализе.

Организация собирает статистику о ранее выполненных объектах, включающих такие факторы, как:

1. Затраты на материалы (materials_cost);
2. Стоимость рабочей силы (labor_cost);
3. Время строительства (construction_time, месяцы);
4. Местоположение стройплощадки (location_score, балл от 1 до 10, где 10 — наиболее привлекательное);
5. Итоговая доходность проекта (profit_margin, %).

Цель: создание математической модели, позволяющей прогнозировать доходность нового строительного проекта на основе вышеуказанных параметров.

Решение:

Коэффициенты модели находим с помощью матричной формулы с учетом первоначально заданной таблицы:

$$\beta^{\wedge}=(X^T X)^{-1} X^T y$$

Расчет проводится стандартными инструментами линейной алгебры (например, в Python с использованием библиотеки NumPy).

Ожидаемый результат:

Создание модели регрессии с использованием матриц и линейной алгебры позволяет строительной организации точно оценивать будущую доходность проектов на этапе планирования. Такой подход уменьшает риски инвестирования, позволяет грамотно управлять ресурсами и повышает конкурентоспособность компании на рынке.

2. Использование метода опорных векторов (SVM) для классификации участков земли

Описание:

Строительная компания владеет большим количеством земельных участков разной природы и желает разделить их на две категории:

Участки высокой инвестиционной привлекательности (готовы для застройки дорогими жильем или коммерческими зданиями).

Проблемные участки (имеют недостатки, усложняют застройку либо делают участок менее привлекательным).

Цель:

Необходимо разработать модель, которая сможет автоматически классифицировать земельные участки на две указанные выше категории, исходя из некоторых признаков, таких как:

1. Площадь участка (в сотках).
2. Высота рельефа (средняя высота над уровнем моря).
3. Близость к городу (расстояние до ближайшего населенного пункта).
4. Уровень грунтовых вод (глубина залегания).
5. Присутствие инфраструктуры (наличие электричества, воды, газа).

Значения этих признаков известны для каждого участка, и имеется некоторое количество предварительно размеченных участков (эталонных данных), позволяющих обучить модель.

Ожидаемый результат:

Отдел аналитики получает новую партию земельных участков для возможной покупки.

3. «Оптимизация размещения банкоматов с помощью методов линейной алгебры и геометрического моделирования»

Описание:

Сбербанк хочет оптимизировать сеть банкоматов в городе, чтобы:

- минимизировать «мёртвые зоны» (районы с плохой доступностью банкоматов),
- обеспечить равномерную нагрузку на устройства,
- учесть ограничения (бюджет, безопасность, пешеходный трафик).

Цель:

Необходимо разработать модель, которая сможет автоматически классифицировать земельные участки на две указанные выше категории, исходя из некоторых признаков, таких как:

1. Линейная алгебра – работа с матрицами расстояний, SVD-разложение для анализа пространственных паттернов.
2. Аналитическая геометрия – расчёт зон покрытия (окружности, эллипсы), оптимальное расположение точек.
3. Векторные пространства – представление данных о клиентах и банкоматах в виде векторов.

Значения этих признаков известны для каждого участка, и имеется некоторое количество предварительно размеченных участков (эталонных данных), позволяющих обучить модель.

Решение:

Матричное представление

Городская территория представляется в виде матрицы A размером $m \times n$, где каждый элемент a_{ij} содержит:

- Плотность населения
- Уровень спроса на услуги
- Финансовую активность района

Метод наименьших квадратов

Применяется для минимизации расстояний:

$$\min \sum_{i \in F} f_i y_i + \sum_{i \in F} \sum_{j \in C} c_{ij} x_{ij}$$

$$\min \sum_{i=1}^k \sum_{x \in C_i} \|x - \mu_i\|^2$$

где C_i - кластеры клиентов, μ_i - позиции банкоматов.

Геометрические подходы

Диаграмма Вороного

Позволяет разделить территорию на зоны обслуживания:

- Каждый банкомат обслуживает ближайшую область
- Границы зон - перпендикулярные биссектрисы между точками

Задача размещения объектов (Facility Location Problem)

Формулировка:

$$\min \sum_{i \in F} f_i y_i + \sum_{i \in F} \sum_{j \in C} c_{ij} x_{ij}$$

где:

F - потенциальные места установки

C - клиентские локации

f_i - стоимость установки

c_{ij} - стоимость обслуживания клиента j через банкомат i

Практическая реализация

1. Сбор данных: плотность населения, финансовые транзакции, транспортные узлы
2. Построение матрицы спроса
3. Применение алгоритмов кластеризации (k-means, DBSCAN)
4. Оптимизация с учетом ограничений
5. Визуализация результатов с помощью геометрических моделей

Пример алгоритма на Python (упрощенный)

python

```
import numpy as np

from sklearn.cluster import KMeans

# Координаты и вес (спрос) клиентских точек
points = np.array([[x1,y1,w1], [x2,y2,w2], ...])
```

```
# Оптимальное количество банкоматов (можно определить методами elbow или silhouette)

k = 5

# Взвешенная кластеризация
kmeans = KMeans(n_clusters=k)
kmeans.fit(points[:, :2], sample_weight=points[:, 2])

# Оптимальные позиции банкоматов
atm_positions = kmeans.cluster_centers_
```

Ожидаемый результат:

Комбинация методов линейной алгебры и геометрического моделирования позволяет:

- Снизить затраты на установку и обслуживание
- Улучшить доступность банковских услуг
- Адаптировать сеть банкоматов к изменяющемуся спросу
- Принимать обоснованные решения на основе данных

Отдел аналитики получает новую партию земельных участков для возможной покупки.

4. Оптимизация кредитного портфеля (Сбербанк)

Описание:

Управление рисками при распределении ₽1 млрд между 50 корпоративными заемщиками. Известны исторические данные о дефолтах и корреляции между секторами экономики.

Цель:

Найти вектор инвестиций $w = (w_1, \dots, w_{50})$, минимизирующий риск при доходности $\geq 12\%$ годовых.

Решение:

Построить ковариационную матрицу Σ размером 50×50 .

Записать целевую функцию как квадратичную форму:

$$f(w) = w^T \Sigma w$$

Добавить ограничения:

$$\sum w_i = 1 \text{ (сумма долей)}$$

$$r^T w \geq 0.12 \text{ (минимальная доходность)}$$

Решить методом сопряженных градиентов.

Ожидаемый результат:

Оптимальный вектор w^* , снижающий риск на 15% при сохранении доходности.

5. Детектирование кибератак (AVA Lab)

Описание:

Анализ сетевого трафика (10^6 признаков/сек) для выявления DDoS-атак в реальном времени.

Цель:

Создать модель классификации с точностью $>99\%$ и задержкой <5 мс.

Решение:

Применить truncated SVD к матрице данных X :

$$X \approx U_k D_k V_k^T \quad (k=50)$$

Рассчитать расстояние Махаланобиса для новых наблюдений:

$$d(x) = \sqrt{(x - \mu)^T \Sigma^{-1} (x - \mu)}$$

Классифицировать как атаку при $d(x) > 3\sigma$.

Ожидаемый результат:

Система детектирования с FPR $<0.1\%$, работающая на потоке 10^5 пакетов/сек.

6. Геооптимизация банкоматов (Сбербанк)

Описание:

Закрытие 30% из 2000 банкоматов без ущерба доступности услуг.

Цель:

Выбрать 600 точек для закрытия, увеличив среднюю дистанцию для клиентов $\leq 15\%$.

Решение:

Построить матрицу смежности графа банкоматов.

Решить задачу минимизации:

$$\min \|A \cdot x - b\|_2^2 + \lambda \|x\|_1$$

где $x \in \{0,1\}^{2000}$ (индикатор закрытия)

Использовать релаксацию с переходом к непрерывной переменной.

Ожидаемый результат:

Список банкоматов для закрытия с математическим доказательством допустимого ухудшения сервиса.

7. Сжатие КТ-сканов (AVA Lab)

Описание:

Уменьшение объема 3D-томограмм легких ($512 \times 512 \times 300$) для хранения в облаке.

Цель:

Достичь коэффициента сжатия 10:1 с PSNR >40 dB.

Решение:

Разложить тензор $\mathcal{T}$ через HOSVD.

$$\mathcal{T} = \mathcal{S} \times_1 U \times_2 V \times_3 W$$

Усечь ядро $\mathcal{S}$, сохранив 5% сингулярных чисел.

$$\text{Восстановить: } \mathcal{T} = \mathcal{S} \times_1 \tilde{U} \times_2 \tilde{V} \times_3 \tilde{W}$$

Ожидаемый результат:

Алгоритм сжатия со скоростью 25 кадров/сек и визуальной сохранностью диагностических признаков.

8. Прогноз оттока клиентов (Сбербанк)

Описание:

Предсказание ухода 100K премиум-клиентов на основе 500 признаков (транзакции, профиль).

Цель:

Построить модель с AUC > 0.9 и false positive rate < 5%.

Решение:

Решить задачу логистической регрессии с регуляризацией L2.

$$\min \sum [-y_i \log(\sigma(w^T x_i)) - (1 - y_i) \log(1 - \sigma(w^T x_i))] + \lambda \|w\|_2^2$$

где $\sigma(z) = 1/(1 + e^{-z})$

Вычислить через LU-разложение.

Ожидаемый результат:

Модель с точностью 85%, интегрируемая в CRM-систему банка.

9. Распознавание рукописных рецептов (AVA Lab)

Описание:

Оцифровка 1 млн рукописных медицинских рецептов с точностью > 99%.

Цель:

Создать pipeline обработки со скоростью 100 стр./сек.

Решение:

Преобразование Фурье для извлечения признаков:

$$F(u, v) = \sum_x \sum_y f(x, y) e^{-i2\pi(ux/M + vy/N)}$$

SVM с линейным ядром:

$$\min \|w\|^2 \text{ при } y_i(w^T \phi(x_i) + b) \geq 1$$

Решение двойственной задачи через SMO-алгоритм.

Ожидаемый результат:

Система распознавания с ошибкой < 0.5% для цифр и латинских символов.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

7.1 Перечень информационных технологий.

1. Облачные платформы и сервисы

cloud.ru, YandexCloud, AWS/GCP/Azure – облачные вычисления

2. Системы управления версиями и коллаборации

Git/GitHub/GitLab – контроль версий кода и совместная разработка

4. Система управления обучением

Moodle – сдача работ

7.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Свободное ПО (Open Source)

GitLab, GIT, MLFlow, Docker, Kubernetes, Terraform.

2. Операционная система MS Windows.

3. Интегрированное офисное приложение MS Office.

4. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.

5. Языки программирования: Python, JavaScript, C++, Java

6. Фреймворки: PyTorch, TensorFlow.

7. Google Colab – облачная среда для выполнения кода на Python с GPU/TPU

8. Kaggle – платформа для работы с датасетами и соревнований по ML

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Продукт	Параметры продукта	Кол-во	Кол-во конфигураций	Ед. изм.
1	Виртуальная машина	Виртуальная машина 10% vCPU	1	60	Шт
		2 vCPU 4 RAM			
		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
3	K8S	Аренда публичного IP	1		Шт
		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
4	ML Inference Instance Type GPU	Аренда публичного IP	1		Шт
		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
5	LLM	Кэш ML-моделей	160		Гб
		Токены GigaChat 2 Max	50		Млн. Шт
		Токены Embeddings	400		Млн. Шт

Дополнительные облачные ресурсы предоставляются технологическим партнером Yandex Cloud.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оборудованная видеопроектором и экраном, ауд. 129, 131, А 301 б, А 305, А 307.
2.	Семинарские занятия	Не предусмотрены

3.	Лабораторные занятия	Аудитории для лабораторных занятий, оборудованные досками, ауд. 129, 131, 133, 147, 148, 149, 150, А3016, А305, А307, А512, 100С.
4.	Курсовое проектирование	Не предусмотрено
5.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, оборудованная доской, ауд. 129, 131, 133, 147, 148, 149, 150, А 301 6, А305, А307, А512, 100С.
6.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, оборудованная доской, ауд. 129, 131, 133, 147, 148, 149, 150, А 301 6, А305, А307, А512, 100С.
7.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, ауд. 102-А и читальный зал.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.14 Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Формирование у студентов базовых знаний, навыков и компетенций в области промпт-инжиниринга — ключевого направления взаимодействия с современными генеративными ИИ-моделями (LLM — Large Language Models), необходимого для профессиональной деятельности аналитика данных, AI-инженера, MLOps-специалиста и менеджера ИИ-проектов.

1.2 Задачи дисциплины

1. Ознакомить студентов с архитектурой и принципами работы генеративных моделей (ChatGPT, DeepSeek, Perplexity, Grok, Llama, GigaChat, YandexGPT, Qwen, Claude, Gemini, Manus и др.).
2. Научить базовым техникам промпт-инжиниринга: шаблоны, цепочки рассуждений, system prompts.
3. Развить навыки интеграции промптов в пайплайны решений прикладных задач.
4. Подготовить к созданию собственных промптов и анализу их эффективности.
5. Показать профессиональные кейсы и сценарии применения промптов в ролях Data Analyst, MLOps, AI Project Manager.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности» относится к «Части, формируемая участниками образовательных отношений» Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

1.4 Профессиональные роли в структуре образовательной программы

Роль 1: Data Analyst (Аналитик данных)

Извлечение знаний из данных, построение аналитических моделей, использующих МО и ИИ.

Задачи:

- 1. Статистический анализ, визуализация данных, предварительная обработка.*
- 2. Создание прогнозных моделей*
- 3. Построение аналитических моделей для поддержки бизнес-решений.*

Роль 2: MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)

Автоматизация и операционное управление жизненным циклом МО-моделей

Задачи:

- 1. DevOps для ML.*
- 2. Автоматизация, мониторинг ML-систем.*
- 3. Операционное управление жизненным циклом ML-моделей.*

Роль 3: AI PM (Менеджер проектов ИИ)

Управление процессами создания ИИ-решений, включая координацию команды разработки

Задачи:

- 1. Управление ИИ-проектами от идеи до внедрения*
- 2. Анализ бизнес-требований и постановка задач*
- 3. Оценка эффективности и ROI ИИ-решений*

1.5 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код, уровень и формулировка компетенции	Индикаторы	Уровни освоения индикаторов компетенции
ML-1 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.	ML-1.1 Позиционирует собственную задачу в заданной области знания с точки зрения трендов современного искусственного интеллекта	Анализирует и сопоставляет задачу с современными трендами, выделяет специфику задачи в контексте последних достижений ИИ
	ML-1.3 Оценивает конкурирующие решения и разработки с точки зрения трендов современного искусственного интеллекта	Оценивает конкурентные решения с учётом современных трендов (например, использование современных архитектур, подходов к интерпретируемости, устойчивости, энергоэффективности), анализирует преимущества и ограничения
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	Выбирает и обосновывает методы решения задач машинного обучения с учётом характеристик данных и бизнес-контекста, настраивает базовые модели и проводит их оценку

	ML-2.2 Применяет методы предварительной обработки данных и работы с признаками	Владеет методами feature engineering: отбор создание и преобразование признаков.
	ML-2.3 Решает проблемы несбалансированных данных и оценивает качество моделей	Применяет различные типы кросс-валидации. Оценивает качество моделей с учетом bias-variance trade-off
DL-2 Б 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	Умеет запускать инференс на готовых генеративных моделях (Stable Diffusion, GPT). Проводит базовый fine-tuning предобученных моделей по готовым рецептам. Использует стандартные пайплайны обучения из библиотек (Hugging Face, Diffusers). Подготавливает данные для дообучения (нормализация изображений, токенизация текста). Применяет базовые техники аугментации данных. Упаковывает модели в Docker-контейнеры. Создает простые REST API для инференса (Flask/FastAPI).
	DL-2.2 Имплементирует известные архитектуры генеративных сетей, реализует пайплайны их обучения на датасетах и вывод генеративных моделей в продуктивную среду	Адаптирует существующие генеративные архитектуры (GAN, VAE, Diffusion) под специфические задачи. Проводит ablation studies компонентов моделей. Реализует идеи из современных статей (на уровне воспроизведения). Предлагает улучшения базовых подходов (новые функции потерь, регуляризации). Умеет экспериментировать с техниками стабилизации обучения.
LC-2 Э Способен проводить анализ бизнес-проблем с оценкой перспективности применения ИИ для их решения, осуществлять постановку задачи машинного обучения, формулировать требования к системе ИИ	LC-2 Определяет и формализует проблему предметной области, решение которой требует применения искусственного интеллекта	Проводит анализ требований (разрешение противоречий, приоритезация); Способен разработать ТЗ на систему ИИ, в том числе по ГОСТ Р 59925
	LC-2 Оценивает технические требования и разрабатывает техническое задание на системы искусственного интеллекта в конкретной предметной области	
LLM-3 П	LLM-3.1 Использует базовые шаблоны промптов	Применяет цепочки (Chain of Thought) и условную логику

Организует взаимодействие с генеративными моделями через проектирование, анализ и применение промптов	LLM-3.2 Встраивает промпты в пайплайн взаимодействия	Управляет параметрами генерации для контроля результата
	LLM-3.4 Разрабатывает дизайн и структуру промптов	Настраивает system prompts и вводит ограничения
	LLM-3.6 Анализирует и отлаживает промпты	Интегрирует промпты для мультимодальной генерации
	LLM-3.7 Применяет мультимодальные промпты	Организует хранение и версионирование

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)					
		1					
Контактная работа, в том числе:	52.2	52.2					
Аудиторные занятия (всего):	50	50					
Занятия лекционного типа	16	16					
Лабораторные занятия	34	34					
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)							
Иная контактная работа:	0.2	0.2					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2					
Промежуточная аттестация (ИКР)							
Самостоятельная работа, в том числе:	14.8	14.8					
Курсовая работа	5	5					
Проработка учебного (теоретического) материала							
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)							
Реферат							
Подготовка к текущему контролю							
Контроль:							
Подготовка к экзамену							
Общая трудоемкость	час.	72	72				
	в том числе контактная работа	57.2	57.2				
	зач. ед	2	2				

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 1 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение в генеративный ИИ и LLM	5	2		1	1

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
2.	Архитектуры генеративных моделей	5	2		2	1
3.	Принципы промпт-инжиниринга	6	2		4	1
4.	Шаблоны и стратегии промптов	8	2		4	1
5.	Создание пайплайнов взаимодействия с ИИ	8	2		4	1
6.	Интеграция промптов в бизнес-кейсы	8			4	1
7.	Отладка, тестирование и метрики качества	7	2		4	2
8.	Мультимодальные промпты и интерфейсы	8	2		4	2
9.	Этические аспекты и защита от генеративных рисков	6	2		2	2
10	Курсовая работа и защита	7			5	2.8
ИТОГО по разделам дисциплины		72	16		34	14.8
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0.2				
Подготовка к текущему контролю						
Общая трудоемкость по дисциплине		72				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение в генеративный ИИ и LLM	История развития и основные тренды современного ИИ. Понятие генеративного ИИ. Различие между дискриминативными и генеративными моделями. История и развитие LLM: от GPT-2 до GPT-5, DeepSeek, Perplexity, Grok, Llama, GigaChat, YandexGPT, Qwen, Claude, Gemini, Manus. Роль генеративных моделей в аналитике, разработке и управлении проектами. Обзор ключевых применений (ассистенты, генерация текста, анализ данных, автоматизация).	ЛР
2.	Архитектуры генеративных моделей	Transformer, Attention, Positional Encoding — базовые механизмы. Сравнение ChatGPT, DeepSeek, Perplexity, Grok, Llama, GigaChat, YandexGPT, Qwen, Claude, Gemini, Manus, Diffusion-моделей.	ЛР

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
		Архитектурные особенности LLM для текстов и моделей для изображений/звука. Обзор инструментов: Hugging Face, OpenAI API, Diffusers.	
3.	Принципы промпт-инжиниринга	Что такое промпт и зачем он нужен. Промпт как программный интерфейс к модели. Контекст, токенизация, температурные параметры и параметры вывода. Основные ошибки в промптах и их влияние на генерацию.	ЛР
4.	Шаблоны и стратегии промптов	Zero-shot, One-shot, Few-shot, Chain-of-thought prompting. Шаблоны: Q&A, таблицы, списки, role-based prompting. Использование system prompts и инструкций. Интерактивные цепочки промптов.	ЛР
5.	Создание пайплайнов взаимодействия с ИИ	Сценарии автоматизации: от простых скриптов до web-приложений. Интеграция промптов в чат-ботов, дашборды и REST API. Использование Python (FastAPI), Node.js, Postman, cURL для тестирования. Пример пайплайна: ввод → промпт → вызов LLM → результат → логика обработки.	ЛР
7.	Отладка, тестирование и метрики качества	Методы оценки результатов генерации: BLEU, ROUGE, METEOR, Self-BLEU. A/B тестирование промптов. Анализ ошибок модели, диагностика неожиданных ответов. Версионирование промптов и контроль изменений.	ЛР
8.	Мультимодальные промпты и интерфейсы	Работа с изображениями, аудио, видео: от CLIP и DALL·E до Gemini. Комбинированные промпты: "нарисуй + опиши", "расскажи о фото". Примеры использования: генерация инфографики, дизайн, synthetic data. Инструменты: Stable Diffusion, Midjourney, Whisper, Gemini.	ЛР
9.	Этические аспекты и защита от генеративных рисков	Проблемы генерации токсичного, фейкового или дискриминирующего контента. Методы фильтрации и безопасного взаимодействия. Этические гайды от OpenAI, DeepMind, UNESCO. Понятие "responsible AI" и профессиональная этика промпт-инженера.	ЛР

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение в генеративный ИИ и LLM	Регистрация и запуск ChatGPT, DeepSeek, Perplexity, Grok, Llama, GigaChat, YandexGPT, Qwen, Claude, Gemini, Manus, ввод различных вопросов: факты, мнения, креативные задачи. Сравнение ответов при одинаковом запросе, повторяемость. Анализ структуры ответа. Пример: задать один и тот же вопрос в стиле "студента", "профессора", "менеджера".	ЛР
2.	Архитектуры генеративных моделей	Сравнение архитектур ChatGPT, DeepSeek, Perplexity, Grok, Llama, GigaChat, YandexGPT, Qwen, Claude, Gemini, Manus. Подключение к Hugging Face и запуск модели через Spaces. Анализ числа параметров, скорости, качества генерации. Исследование конфигурации модели. Использование интерфейса Inference API.	ЛР
3.	Принципы промпт-инжиниринга	Цель: Освоить работу с параметрами генерации и структурой промптов. Содержание: Температура, Top-p, Max tokens, Presence/penalty. Проведение серии запросов с изменением параметров и анализом результатов. Формулировка промптов в виде инструкций, вопросов, ролевых моделей.	ЛР
4.	Шаблоны и стратегии промптов	Сравнение эффективности Zero-shot vs Few-shot. Построение цепочки размышлений в задачах логики (напр. задачи на монеты, путешествия). Создание промптов с примерами.	ЛР
5.	Создание пайплайнов взаимодействия с ИИ	Установка FastAPI, создание эндпоинта POST /generate. Обработка входного текста, вызов модели (через OpenAI API или Hugging Face). Форматирование вывода. Тестирование с Postman или curl.	ТЛР
6.	Интеграция промптов в бизнес-кейсы	Цель: Демонстрировать прикладную значимость промпт-инжиниринга. Сценарии: генерация email-ответов, кратких новостей,	ЛР

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
		отчётов по данным. Формализация задачи → построение промпта → оценка результата.	
7.	Отладка, тестирование и метрики качества	Проведение серии генераций, подсчёт BLEU/ROUGE (с использованием готовых библиотек). Анализ точности и вариативности. Проведение A/B тестирования: два промпта — один набор входных данных. Создание таблицы с метриками и субъективной оценкой.	ЛР
8.	Мультимодальные промпты и интерфейсы	Работа с Stable Diffusion (через web-интерфейс или Colab). Создание описания → генерация изображения. Работа с обратной задачей: CLIP/BLIP — генерация подписи к изображению.	ЛР
9.	Этические аспекты и защита от генеративных рисков	Генерация спорных текстов (фактчекинг, токсичность, дискриминация). Примеры использования фильтров (moderation API). Создание промпта для этичного взаимодействия. Анализ потенциальных нарушений.	ЛР
10	Курсовая работа и защита	Цель: Продемонстрировать понимание проектирования промптов и их применения в профессиональной деятельности	ЛР

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Разработка промптов для генерации Python/C-кода на основе текстового описания задачи
2. Сравнение качества генерации программ с помощью различных промптов (zero-shot vs few-shot)
3. Генерация кода циклов и условий: промпты для типовых задач (факториал, Фибоначчи и т.д.)
4. Создание промптов для автокомментирования кода на Python/C
5. Разработка ассистента на базе LLM для решения задач по основам программирования
6. Анализ промптов для генерации функций сортировки и обработки массивов
7. Построение цепочек промптов для отладки кода и поиска ошибок
8. Автоматическая генерация тестов к простым Python/C -функциям с помощью LLM
9. Промпты для генерации кода с различной степенью детализации и пояснений
10. Сравнение выходов от ChatGPT и GitHub Copilot на одинаковые промпты по Python/C
11. Разработка промптов для вычисления пределов и производных с пояснением шагов
12. Промпты для генерации решений задач по интегралам (неопределённые и определённые)

13. Промпты, обучающие LLM решать уравнения и неравенства (включая пошаговые рассуждения)
14. Сравнение точности и корректности вывода решений по математическому анализу
15. Разработка промптов для визуализации графиков функций
16. Анализ ошибок при генерации решений по математическому анализу: примеры и способы повышения точности
17. Использование промптов для генерации кратких справок и теоретических сводок по темам
18. Построение промптов, объясняющих суть пределов, производных и их применений
19. Создание промптов-репетиторов: моделирование учебного диалога по математическому анализу
20. Интеграция LLM в Jupyter-ноутбуки для помощи в решении задач по математическому анализу
21. Генерация промптов для нахождения скалярного и векторного произведения
22. Построение промптов для расчета длины, нормализации и угла между векторами
23. Разработка промптов для решений задач с матрицами: транспонирование, умножение
24. Промпты для объяснения линейной зависимости и базиса
25. Моделирование диалога между студентом и LLM по решению СЛАУ
26. Использование промптов для визуализации векторов и линейных преобразований
27. Создание обучающих карточек по темам векторной алгебры с помощью LLM
28. Разработка тестов по темам линейной алгебры через генерацию LLM
29. Промпты для составления пошаговых решений по методу Гаусса
30. Сравнение промптов для символьного и численного решения задач
31. Создание учебного бота для 1 курса: вопросы по Python /C, математическому анализу и векторной алгебре
32. Исследование эффективности генерации задач с решениями для подготовки к зачету
33. Сценарии применения промптов в электронных учебниках и курсах
34. Генерация задач олимпиадного уровня и пошаговых решений к ним
35. Автоматическое составление шпаргалки по темам курса
36. Промпты для генерации викторин и мини-игр по математике и программированию
37. Создание LLM-ассистента, который «объясняет, как преподаватель» — стилизация ответа
38. Разработка промптов для генерации простых визуальных задач по аналитической геометрии
39. Исследование возможности генерации контрпримеров и логических ловушек в задачах
40. Разработка генератора практикумов для подготовки к экзамену на базе промптов
41. Разработка промптов для автоматического анализа пользовательских отзывов
42. Построение промптов для генерации запросов на естественном языке
43. Сравнительный анализ качества аналитических отчетов, созданных с помощью LLM
44. Использование промптов для обобщения больших текстовых массивов в аналитике
45. Автоматическая визуализация данных по текстовому описанию с использованием LLM
46. Промпт-интерфейсы для объяснения метрик и KPI

47. Создание ассистента для анализа отчетности и подсветки ключевых трендов
48. Разработка шаблонов промптов для интерпретации результатов А/В-тестов
49. Генерация рекомендаций по улучшению метрик продукта на основе текстового отчета
50. Сравнение подходов chain-of-thought и few-shot prompting в аналитике данных
51. Встраивание LLM в пайплайн мониторинга моделей машинного обучения
52. Промпты для генерации документации ML-проекта по коду и логам
53. Промпты для генерации тестов и проверок качества моделей
54. Автоматическая генерация DAG-пайплайна для ML-задачи по описанию
55. Разработка системы версионирования и контроля промптов в продуктивной среде
56. Использование LLM для анализа логов и диагностики инцидентов
57. Создание инструментов отладки и наблюдаемости через генеративные интерфейсы
58. Генерация REST API документации по описанию модели
59. Построение ассистента для настройки гиперпараметров моделей
60. Интеграция LLM в CI/CD пайплайн проекта машинного обучения
61. Промпт-интерфейс для составления технического задания на ИИ-систему
62. Автоматизация составления project charter с помощью LLM
63. Промпт-интерфейсы для анализа рисков ИИ-проекта
64. Разработка шаблонов генерации ROI-оценок и бизнес-кейсов
65. Внедрение LLM-ассистента в трекинг задач и задач планирования спринтов
66. Использование LLM для анализа обратной связи по результатам ИИ-внедрения
67. Построение system prompt'ов для сценариев взаимодействия с заказчиком
68. Генерация текстов презентаций и отчетов по проекту ИИ
69. Исследование эффективности LLM в роли фасилитатора проектных совещаний
70. Создание мета-промптов для быстрой адаптации под задачи клиента
71. Промпты для генерации UX-интерфейсов по текстовому описанию
72. Разработка промптов для генерации изображений в корпоративной стилистике
73. Мультимодальные промпты: генерация инфографики по аналитическому описанию
74. Промпт-интерфейсы для создания сценариев обучения персонала
75. Генерация юридических документов на основе текстовых описаний требований
76. Разработка промптов для создания диалогов и FAQ-систем
77. Промпт-интерфейс для автоматической генерации вакансий и резюме
78. Промпты для генерации стратегий продвижения продуктов на основе описания ниши
79. Исследование надёжности и повторяемости вывода при генерации технических текстов
80. Этические фильтры и их влияние на точность генерации: отбор и тестирование промптов

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3

1	Изучение теоретического материала	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные УСФ, протокол №1 от 30.06.2025
2	Решение задач	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные УСФ, протокол №1 от 30.06.2025

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

- Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.

- Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.

- Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.

- Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) - расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:

- Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.

- Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.

- Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностно-ориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.

– Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.

– Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.

– Игровая технология – позволяет развивать навыки рассмотрения ряда возможных способов решения проблем, активизируя мышление студентов и раскрывая личностный потенциал каждого учащегося.

– Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

– Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

– работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;

– проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;

– анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;

– развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	количество интерактивных часов
1	ЛР	Практические занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»	12
Итого			12

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

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.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме тестовых заданий, кейсов и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к **зачету**.

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 зачете;

– 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.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/ п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемо й компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Введение в генеративный ИИ и LLM	ML-1.1, ML-1.3, ML-2.1	Лабораторная работа №1	Вопросы к зачету 1-4
2	Архитектуры генеративных моделей	ML-1.3, DL-2.1	Лабораторная работа №2	Вопросы к зачету 5-8
3	Принципы промпт-инжиниринга	ML-2.1, LLM-3.1	Лабораторная работа №3	Вопросы к зачету 9-12
4	Шаблоны и стратегии промптов	LLM-3.1, LLM-3.4	Лабораторная работа №4	Вопросы к зачету 13-16
5	Создание пайплайнов взаимодействия с ИИ	LLM-3.2, ML-2.3	Лабораторная работа №5	Вопросы к зачету 17-20
6	Интеграция промптов в бизнес-кейсы	LC-2, LLM-3.6	Лабораторная работа №6	Вопросы к зачету 21-24 Проект с кейсом от индустриального партнера
7	Отладка, тестирование и метрики качества	ML-2.3, LLM-3.6	Лабораторная работа №7	Вопросы к зачету 25-28
8	Мультимодальные промпты и интерфейсы	DL-2.1, LLM-3.7	Лабораторная работа №8	Вопросы к зачету 29-32 Проект с кейсом от индустриального партнера
9	Этические аспекты и защита от генеративных рисков	LC-2, ML-1.3	Лабораторная работа №9	Вопросы к зачету 33-36
10	Курсовая работа и защита	LLM-3.1, LLM-3.2, LLM-3.6, LLM-3.7, ML-2.1–2.3, DL-2.2, LC-2.1-2.2	Курсовая работа и презентация	Вопросы к зачету 37-40 Проект с кейсом от индустриального партнера

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Соответствие пороговому уровню освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **зачтено**):

ML-1 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.*

Знает историю развития и основные тренды современного ИИ.

Позиционирует собственную задачу в заданной области знания с точки зрения трендов современного искусственного интеллекта.

Анализирует и сопоставляет задачу с современными трендами, выделяет специфику задачи в контексте последних достижений ИИ.

Оценивает конкурирующие решения и разработки с точки зрения трендов современного искусственного интеллекта

Оценивает конкурентные решения с учётом современных трендов (например, использование современных архитектур, подходов к интерпретируемости, устойчивости, энергоэффективности), анализирует преимущества и ограничения.

ML-2 П *Способен применять фундаментальные принципы и методы машинного обучения включая подготовку данных оценку качества моделей и работу с признаками*

Различает основные типы задач машинного обучения и применяет на практике принципы их решения.

Выбирает и обосновывает методы решения задач машинного обучения с учётом характеристик данных и бизнес-контекста, настраивает базовые модели и проводит их оценку.

Применяет методы предварительной обработки данных и работы с признаками Владеет методами feature engineering: отбор создание и преобразование признаков.

Решает проблемы несбалансированных данных и оценивает качество моделей.

Применяет различные типы кросс-валидации Оценивает качество моделей с учетом bias-variance trade-off.

DL-2 Б *Способен применять и (или) разрабатывать современные архитектуры генеративных глубоких сетей*

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.

Умеет запускать инференс на готовых генеративных моделях (Stable Diffusion, GPT). Проводит базовый fine-tuning предобученных моделей по готовым рецептам.

Использует стандартные пайплайны обучения из библиотек (Hugging Face, Diffusers). Подготавливает данные для дообучения (нормализация изображений, токенизация текста).

Применяет базовые техники аугментации данных. Упаковывает модели в Docker-контейнеры. Создает простые REST API для инференса (Flask/FastAPI).

Имплементирует известные архитектуры генеративных сетей, реализует пайплайны их обучения на датасетах и вывод генеративных моделей в продуктивную среду.

Адаптирует существующие генеративные архитектуры (GAN, VAE, Diffusion) под специфические задачи. Проводит ablation studies компонентов моделей. Реализует идеи из современных статей (на уровне воспроизведения). Предлагает улучшения базовых подходов (новые функции потерь, регуляризации). Умеет экспериментировать с техниками стабилизации обучения.

LC-2 Э *Способен проводить анализ бизнес-проблем с оценкой перспективности применения ИИ для их решения, осуществлять постановку задачи машинного обучения, формулировать требования к системе ИИ*

Определяет и формализует проблему предметной области, решение которой требует применения искусственного интеллекта.

Оценивает технические требования и разрабатывает техническое задание на системы искусственного интеллекта в конкретной предметной области.
Проводит анализ требований (разрешение противоречий, приоритезация);
Способен разработать ТЗ на систему ИИ, в том числе по ГОСТ Р 59925.

LLM-3 *Организует взаимодействие с генеративными моделями через*
II *проектирование, анализ и применение промптов*

Использует базовые шаблоны промптов.
Применяет цепочки (Chain of Thought) и условную логику.
Встраивает промпты в пайплайн взаимодействия.
Управляет параметрами генерации для контроля результата
Разрабатывает дизайн и структуру промптов.
Настраивает system prompts и вводит ограничения.
Анализирует и отлаживает промпты.
Интегрирует промпты для мультимодальной генерации.
Применяет мультимодальные промпты.
Организует хранение и версионирование

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Практические кейсы по тематике лабораторных работ

Лабораторная работа №1: Введение в генеративный ИИ и LLM

Кейс: «Ассистент-справочник для студента 1 курса»

Задача: Сформулируйте 5 различных промптов, которые могли бы использовать первокурсники для генерации справок по основам программирования, математике и векторной алгебре.

Что нужно сделать:

Провести генерацию через ChatGPT, DeepSeek, Perplexity, Grok, Llama, GigaChat, YandexGPT, Qwen, Claude, Gemini, Manus;

Оценить релевантность и полноту ответов;

Сделать выводы о влиянии формулировки промпта.

Инструменты: ChatGPT, DeepSeek, Perplexity, Grok, Llama, GigaChat, YandexGPT, Qwen, Claude, Gemini, Manus (markdown-отчёт), MS Word или Jupyter

Лабораторная работа №2: Архитектуры генеративных моделей

Кейс: «Выбор модели для создания образовательного ассистента»

Задача: Сравнить архитектуры GPT-2, GPT-3.5, GPT-4, DeepSeek, Perplexity, Grok и BERT с точки зрения применимости для генерации учебных материалов.

Что нужно сделать:

Изучить документацию Hugging Face;

Подключить модели через интерфейс или API;

Провести генерацию по одному и тому же сценарию;

Сравнить результаты по качеству и скорости.

Инструменты: Hugging Face, OpenAI Playground, Jupyter

Лабораторная работа №3: Принципы промпт-инжиниринга

Кейс: «Ответ в стиле преподавателя»

Задача: Разработать серию промптов, нацеленных на генерацию ответов в разных стилях (официальный, дружелюбный, краткий).

Что нужно сделать:

Сравнить результат генерации при использовании разных system prompt'ов;

Выделить ключевые фразы, влияющие на стиль;

Подготовить сравнительный анализ.

Инструменты: OpenAI Playground, DeepSeek, ChatGPT, Perplexity, Grok таблица Excel или Jupyter

Лабораторная работа №4: Шаблоны и стратегии промптов

Кейс: «Генерация ответа на вопрос по математическому анализу»

Задача: Решить задачу на определённый интеграл через zero-shot, few-shot и chain-of-thought prompting.

Что нужно сделать:

Написать по 3 промпта для одной задачи;

Провести генерацию;

Сравнить ход рассуждений модели.

Инструменты: ChatGPT, DeepSeek, Perplexity, Grok, Llama, GigaChat, YandexGPT, Qwen, Claude, Gemini, Manus, Google Docs (отчёт), Jupyter

Лабораторная работа №5: Создание пайплайнов взаимодействия с ИИ

Кейс: «Мини-сервис по генерации текстов»

Задача: Реализовать веб-интерфейс, который отправляет текстовый запрос к модели и выводит результат.

Что нужно сделать:

Настроить FastAPI эндпоинт;

Организовать отправку запроса к OpenAI API;

Протестировать ответы модели через curl/Postman.

Инструменты: Python, FastAPI, OpenAI API, curl/Postman

Лабораторная работа №6: Интеграция промптов в бизнес-кейсы

Кейс: «Генератор email для отдела продаж»

Задача: Разработать серию промптов, автоматизирующих подготовку писем клиентам.

Что нужно сделать:

Выделить типовые шаблоны писем;

Составить промпты под разные ситуации (приветствие, напоминание, предложение);

Провести тестирование на релевантность.

Инструменты: ChatGPT, DeepSeek, Perplexity, Grok, Llama, GigaChat, YandexGPT, Qwen, Claude, Gemini, Manus, таблица Excel, Markdown-документ

Лабораторная работа №7: Отладка, тестирование и метрики качества

Кейс: «Промпты для подготовки к зачету»

Задача: Оценить эффективность двух разных промптов, создающих объяснение темы по векторной алгебре.

Что нужно сделать:

Сформировать два промпта;
Оценить результат с точки зрения полноты, точности, ясности;
Рассчитать BLEU или ROUGE (с помощью библиотеки).
Инструменты: ChatGPT, DeepSeek, Perplexity, Grok, Llama, GigaChat, YandexGPT, Qwen, Claude, Gemini, Manus, nltk/rouge-score, Jupyter

Лабораторная работа №8: Мультимодальные промпты и интерфейсы

Кейс: «Обложка для онлайн-курса»
Задача: Сгенерировать изображение и сопроводительный текст для онлайн-курса по программированию.
Что нужно сделать:
Написать промпт для Stable Diffusion (через web-интерфейс);
Сформулировать title и описание для страницы курса;
Проверить соответствие изображения и текста.
Инструменты: Stable Diffusion WebUI / Leonardo.ai / DALL·E, DeepSeek, ChatGPT, Perplexity, Grok

Лабораторная работа №9: Этические аспекты и защита от генеративных рисков

Кейс: «Безопасный учебный чат-бот»
Задача: Проанализировать поведение модели при провокационных запросах. Разработать корректные формулировки, минимизирующие риски.
Что нужно сделать:
Сформулировать 5 спорных/пограничных запросов;
Оценить поведение модели;
Предложить промпты для безопасной генерации.
Инструменты: ChatGPT, DeepSeek, Perplexity, Grok, Llama, GigaChat, YandexGPT, Qwen, Claude, Gemini, Manus, OpenAI Moderation API (по желанию), Markdown-отчёт

Лабораторная работа №10: Курсовая работа
Кейс: «Проект промпт-интерфейса под задачу студента»
Задача: Самостоятельно выбрать задачу (по Python/C, математике, бизнесу) и создать ассистента на базе LLM.
Что нужно сделать:
Сформировать промпты и тест-кейсы;
Реализовать интерфейс (CLI/Web/Telegram-бот);
Подготовить документацию и провести защиту.
Инструменты: OpenAI API, Python, FastAPI/Gradio/Streamlit, Markdown/Word

Пример лабораторной работы

Лабораторная работа №3: Принципы промпт-инжиниринга

Название: Влияние параметров генерации и структуры промпта на результат

Цель:

Научиться проектировать эффективные промпты и понимать влияние параметров генерации на выход LLM.

Задачи:

1. Сравнить генерацию текста при использовании разных структур промпта (вопрос, инструкция, ролевая модель).
2. Изменить параметры генерации (temperature, top_p, max_tokens) и проанализировать результат.

3. Сделать выводы о принципах точного управления генерацией.

Ожидаемые результаты:

- Умение формировать промпты разных типов.
- Понимание ключевых параметров генерации.
- Навык анализа влияния параметров на результат.

Инструменты и библиотеки:

- ChatGPT, DeepSeek, Perplexity, Grok, Llama, GigaChat, YandexGPT, Qwen, Claude, Gemini, Manus / OpenAI Playground
- Python (опционально, через OpenAI API)
- Jupyter Notebook / Google Colab

Исходные данные: Примеры тем: «Объясни, что такое производная», «Напиши письмо преподавателю», «Составь список рекомендаций»

Ход работы:

1. Выберите 3 темы (см. выше).
2. Для каждой темы сформулируйте по 3 промпта:
 - В виде вопроса
 - В виде инструкции
 - В виде диалога (роль: преподаватель)
3. Сгенерируйте текст при следующих параметрах:
 - Температура: 0.2, 0.7, 1.0
 - Top_p: 1.0, 0.9
 - Max tokens: 50, 100
4. Оформите таблицу с результатами.
5. Проанализируйте:
 - Какие типы промптов дают наиболее точный результат?
 - Как влияет температура на вариативность?
 - Как изменяется стиль и длина при изменении max_tokens?

Пример промпта:

Ты — преподаватель по математике. Объясни студенту, что такое производная, простым языком.

Пример кода (опционально):

```
import openai
openai.api_key = 'your-key'
response = openai.ChatCompletion.create(
    model="gpt-3.5-turbo",
    messages=[{"role": "user", "content": "Объясни, что такое производная"}],
    temperature=0.7,
    top_p=1.0,
    max_tokens=100
)
print(response['choices'][0]['message']['content'])
```

Анализ результатов:

- Температура 0.2 даёт шаблонный, формальный ответ.
- Температура 1.0 — более креативный и иногда некорректный результат.
- Ролевая модель даёт более понятный и дружелюбный ответ.

Требования к отчёту:

- Таблица с параметрами и результатами генерации
- Примеры промптов (минимум 3 темы × 3 структуры)
- Аналитическая часть с выводами
- Скриншоты или вывод кода

Критерии оценки (зачтено/незачтено):

Зачтено: все типы промптов реализованы, минимум 6 генераций, таблица оформлена, выводы осмысленны.

Незачтено: отсутствуют 2+ варианта промпта, нет анализа, неполный отчет.

Лабораторная работа №5: Создание пайплайнов взаимодействия с ИИ

Название: Разработка API-интерфейса генерации текста по промпту

Цель:

Реализовать простой сервис, отправляющий запрос к LLM через OpenAI API и возвращающий результат.

Задачи:

1. Настроить FastAPI-приложение с POST-запросом.
2. Отправить промпт на генерацию в модель OpenAI.
3. Обработать и вернуть ответ пользователю.

Ожидаемые результаты:

- Умение использовать API для генерации текста
- Навык работы с FastAPI и REST-интерфейсами
- Опыт логирования и форматирования вывода

Инструменты и библиотеки:

- Python 3.10+
- FastAPI
- OpenAI API
- Uvicorn, requests, dotenv

Ход работы:

1. Создайте файл .env с вашим API-ключом:

OPENAI_API_KEY=sk-...

2. Создайте файл main.py:

```
from fastapi import FastAPI, Request
import openai, os
from dotenv import load_dotenv
load_dotenv()
```

```
openai.api_key = os.getenv("OPENAI_API_KEY")
```

```
app = FastAPI()
```

```
@app.post("/generate")
```

```
async def generate(request: Request):
```

```
    data = await request.json()
```

```
    prompt = data.get("prompt")
```

```
    response = openai.Completion.create(
```

```
        engine="text-davinci-003",
```

```
        prompt=prompt,
```

```
        temperature=0.7,
```

```
        max_tokens=150
```

```
    )
```

```
    return {"result": response.choices[0].text.strip() }
```

3. Запустите сервер:

```
uvicorn main:app --reload
```

4. Протестируйте через Postman или curl:

```
curl -X POST http://127.0.0.1:8000/generate -H "Content-Type:
```

```
application/json" -d '{"prompt": "Напиши поздравление с Днем программиста"}'
```

Требования к отчету: Скриншоты кода, Логика работы запроса, Примеры промптов и ответов, Описание структуры API и параметров

Критерии оценки: Зачтено: API запущен, протестирован, вывод получен, структура кода и отчета корректна. Незачтено: ошибки в коде, нет запуска, промпт не работает.

Проверяемые компетенции комплексом практических заданий: ML-2.1, LLM-3.1, LLM-3.2, ML-2.3

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (зачет)
Вопросы для подготовки к зачету

1. Что такое генеративный искусственный интеллект? Примеры его применения.
2. Как соотносятся задачи Data Science и задачи генеративного ИИ?
3. Объясните архитектуру трансформеров. Почему они эффективны для LLM?
4. Чем отличаются GPT и BERT по архитектуре и назначению?
5. Что такое Diffusion-модели и где они применяются?
6. Как работает температурный параметр в генерации текста?
7. Что такое top-p sampling и зачем он используется?
8. Какие параметры влияют на стиль и точность ответа LLM?
9. Почему важно учитывать контекст в промпт-инжиниринге?
10. Что такое zero-shot и когда он применяется?
11. Приведите пример few-shot промпта и опишите его преимущества.
12. В чём заключается метод Chain-of-Thought?
13. Объясните разницу между system prompt и user prompt.
14. Что такое пайплайн взаимодействия с LLM? Приведите пример.
15. Какие языки программирования используются для интеграции LLM?
16. Как можно реализовать генерацию текста через REST API?
17. Какие сложности возникают при встраивании промптов в пайплайн?
18. Какие бизнес-задачи можно автоматизировать с помощью LLM?
19. Приведите примеры шаблонов промптов для деловой переписки.
20. Как оценить ROI от внедрения генеративных моделей?
21. Что включает в себя формализация бизнес-задачи для ИИ?
22. Как можно измерить качество ответа LLM?
23. В чём смысл метрик BLEU, ROUGE и METEOR?
24. Что такое A/B тестирование промптов?
25. Как повысить надёжность генерации в нестабильной среде?
26. Что такое мультимодальный промпт?
27. Как работает генерация изображений по описанию?
28. Какие инструменты используются для мультимодальной генерации?
29. Какие проблемы возникают при обработке изображений и текста вместе?
30. Какие риски связаны с генерацией фейков и токсичных ответов?
31. Какие существуют методы фильтрации недопустимого контента?
32. Как учитывать юридические и этические нормы при работе с LLM?
33. Что такое ответственное ИИ и как оно связано с промпт-инжинирингом?
34. Какие этапы включает разработка эффективного промпта?
35. Как формализовать требования к проекту генеративного ассистента?
36. В чём отличие линейной и итеративной логики промпта?
37. Как документировать и версионировать промпты?
38. Какие навыки необходимы промпт-инженеру?
39. Какие инструменты облегчают работу с промптами?
40. Какие критерии используются для защиты курсовой работы по промпт-инжинирингу?

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством
LLM-3.1; LLM-3.2; LLM-3.6; LLM-3.7; LC-2.1; LC-2.2; ML-1.1; ML-1.3; ML-2.1; ML-2.2;
ML-2.3; DL-2.1; DL-2.2

Практические задания к зачету

1. Промпты для автокомментирования кода
Задание: Напишите промпт, который получает функцию на Python и возвращает её подробный построчный комментарий. Протестируйте минимум 3 функции разной сложности.
2. Сравнение эффектов шаблонов генерации
Задание: Сравните качество ответов LLM на один и тот же вопрос в zero-shot, few-shot и chain-of-thought вариантах. Оцените точность, полноту и интерпретируемость.
3. Конструктор резюме
Задание: Реализуйте промпт-интерфейс, который получает ключевые данные о студенте (имя, опыт, образование) и генерирует готовое резюме. Вариативность: 2 языка и 3 стилистики (деловой, творческий, краткий).
4. Бизнес-кейс: генерация email
Задание: Сформируйте шаблон промпта, который получает информацию о клиенте и цели письма, и возвращает вежливое деловое письмо. Предусмотрите управление длиной и тоном.
5. LLM для обучения Python
Задание: Разработайте серию промптов-объяснений (не менее 5) для начинающих программистов. Темы: циклы, условия, функции, списки, рекурсия.
6. Тестирование параметров генерации
Задание: Один и тот же промпт выполните с разными параметрами temperature и top_p. Сравните результаты по разнообразию и адекватности вывода.
7. Мультимодальный генератор баннеров
Задание: Используя Stable Diffusion или DALL·E, создайте промпты для генерации рекламных баннеров по текстовому описанию продукта. Протестируйте минимум 3 случая.
8. Сценарии голосового ассистента
Задание: Напишите промпты, моделирующие диалоги голосового помощника в разных ролях: репетитор, медик, оператор доставки. Структурируйте промпты и ответы.
9. Промпт-интерфейс для генерации SQL
Задание: Составьте промпт, который преобразует текстовое описание запроса (например, «выбери все имена, где возраст больше 30») в корректный SQL-код. Протестируйте 5 кейсов.
10. Автоматический генератор викторин
Задание: Создайте промпт, который получает тему и количество вопросов, и генерирует викторину с 4 вариантами ответов и ключами. Оформите в формате JSON.
11. API-интерфейс генерации технических описаний
Задание: Напишите REST API на FastAPI, который получает название ИТ-продукта и генерирует маркетинговое или техническое описание через OpenAI API.
12. Реформулировка и упрощение текста
Задание: Разработайте промпт, который получает научный абзац и переформулирует его «на пальцах» для школьника. Примеры: производная, логарифм, ядро матрицы.
13. Метапромт: генератор промптов
Задание: Напишите промпт, который по краткому описанию задачи (например: «нужно сгенерировать SEO-заголовки») создаёт эффективный промпт для LLM.
14. Отладка и сравнение промптов

Задание: Сравните два промпта, решающих одну задачу (например, генерация обобщения статьи). Проведите анализ метрик качества (BLEU, ROUGE) и субъективной оценки.

15. Формализация этики взаимодействия

Задание: Составьте список тем, потенциально нарушающих правила безопасности (hate speech, вредные советы и т.д.). Разработайте безопасные альтернативные промпты.

16. Контекстный чат-бот по дисциплине

Задание: Сформируйте 10 промптов, покрывающих ключевые темы дисциплины (вопросы, определения, сравнения), и объедините их в логичный диалог с LLM.

17. Модель оценки эффективности промптов

Задание: Разработайте чек-лист оценки промптов (по критериям: краткость, точность, адаптивность, управляемость). Примените к 5 вашим промптам.

18. Анализ шаблонов генерации задач

Задание: Составьте промпт, который получает тему (например, производная) и генерирует учебную задачу с решением. Проведите оценку валидности и сложности.

19. Версионирование промптов

Задание: Реализуйте в Git или другой системе хранения файл с историей изменения промптов, комментариями и результатами генерации. Отрадите влияние изменений.

20. Курсовой ассистент: чат по теме дисциплины

Задание: Создайте интерактивную систему (на основе Gradio, Streamlit или Telegram-бота), в которой промпты получают контекст из введенных пользователем данных. Поддержите темы Python, линейной алгебры и анализа.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством
LLM-3.1; LLM-3.2; LLM-3.6; LLM-3.7; LC-2.1; LC-2.2; ML-1.1; ML-1.3; ML-2.1; ML-2.2; ML-2.3; DL-2.1; DL-2.2

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на зачете:

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является зачет. Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом.

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов к зачету и результатов текущего контроля.

Зачет по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения зачета: устно.

Результат сдачи зачета заноситься преподавателем в зачетную ведомость и зачетную книжку.

Оценивание уровня освоения дисциплины основывается на качестве выполнения студентом заданий текущего контроля и ответов на вопросы зачета.

Критерии оценки:

1. Оценка ответов на вопросы к зачету (50% итоговой оценки)

Зачет

Полные, развернутые ответы с демонстрацией глубокого понимания темы.
Ответы содержат основные идеи, но без углубленного анализа.
Использование примеров, формул, корректных терминов.
Возможны небольшие ошибки в деталях или формулировках.
Умение анализировать и сравнивать методы.
% выполнения: 60–100% (допускаются незначительные неточности).

Незачет

Отсутствие понимания ключевых концепций.
Грубые ошибки или неспособность ответить на большую часть вопросов.
% выполнения: <60%.

2. Оценка выполнения практических кейсов и лабораторных работ (50% итоговой оценки)

Зачет

Полное выполнение всех этапов кейса с инновационными решениями.
Достижение целевых метрик (например, $F1 > 0.9$).
Четкая документация кода и анализ результатов.
% выполнения: 60–100%.

или

Выполнены основные задачи, но без дополнительной оптимизации.
Незначительные отклонения от целевых метрик (например, $F1 = 0.85$).

или

Решены базовые задачи, но с критическими ошибками.
Низкое качество кода или отсутствие анализа.

Незачет

Невыполнение ключевых этапов.
Код нерабочий или отсутствует.
% выполнения: <60%.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания лабораторных работ:

Процедура оценивания лабораторных работ проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

По каждой лабораторной работе оформляется отчет. Отчеты сдаются на проверку руководителю в течение курса по мере их выполнения, и защищаются студентами в установленном порядке.

При защите отчета студенту могут быть заданы вопросы и дополнительные задания по сути лабораторной работы, в том числе из списка контрольных вопросов к данной лабораторной работе. При неудовлетворительной оценке знаний студента по теме данного отчета, студент возвращается к повторному изучению соответствующих материалов, после чего допускается к повторной защите. Неудовлетворительно выполненный отчет также возвращается на доработку.

Отчет должен содержать заголовок, тему лабораторной работы, цель, задание, индивидуальную тему, описание хода выполнения работы, необходимые прикладные материалы (схемы, макеты документов и т.п.), в соответствии с требованиями к содержанию, и выводы по работе.

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 зачете;

– 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 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.

4.3. Методические указания по организации вычислительной инфраструктуры

Требования к аппаратному и программному обеспечению рабочих мест

Аппаратные требования. Для работы с инструментами промпт-инжиниринга студентам и преподавателю необходим стационарный компьютер или ноутбук (мобильные устройства не подходят) с современной конфигурацией. Рекомендуется многопроцессорный CPU (например, Intel Core i3/i5/i7 не ниже 4-го поколения или аналогичный AMD Ryzen) и оперативная память не менее 4 ГБ (рекомендуется 8 ГБ и выше). Компьютер должен быть оборудован стабильным подключением к сети Интернет (широкополосный доступ со скоростью не ниже 5–10 Мбит/с), что обеспечит быструю работу с веб-сервисами и API. Для преподавателя дополнительно желателен доступ к веб-камере и микрофону (для возможных онлайн-консультаций или прокторинга, если требуется), однако для основной работы по промпт-инжинирингу эти устройства не обязательны.

Программные требования. На рабочих станциях должна быть установлена современная операционная система: поддерживаются Windows 10 или 11, актуальные версии macOS, а также дистрибутивы GNU/Linux. Все системы должны регулярно обновляться для поддержания безопасности. Необходим современный веб-браузер (Google Chrome, Mozilla Firefox, Яндекс.Браузер, Safari, Opera – последняя стабильная версия). Браузер должен быть обновлен до актуальной версии на момент занятий для корректной работы веб-приложений LLM-платформ.

Дополнительное программное обеспечение. Студентам следует установить программные инструменты, необходимые для выполнения лабораторных работ и задач курса:

Git – система контроля версий для работы с репозиторием (установить последнюю версию клиента Git).

Инструменты для разработки – удобный текстовый редактор или IDE (Visual Studio Code, PyCharm и др.) для написания и редактирования промптов и кода.

Python и библиотеки – интерпретатор Python (рекомендуется версия 3.10+) и менеджер пакетов pip/conda, поскольку многие автотесты и скрипты могут быть написаны на Python. При необходимости – установить Jupyter Notebook/Lab для выполнения ноутбуков или использовать онлайн-среды (Google Colab и др.), как указано в материалах курса.

Docker – платформу контейнеризации необходимо установить на рабочем месте преподавателя (и при возможности у студентов) для локального запуска контейнеров, если планируется тестирование или развёртывание в контейнеризированной среде. Преподавателю Docker потребуется для настройки собственного Runner'a CI или проверки решений в идентичном контейнере локально. Примечание: на Windows Docker Desktop требует Windows 10/11 Pro или активации WSL2. На Linux и macOS Docker поддерживается напрямую.

Браузерные расширения/интеграции LLM – по желанию, можно установить расширения для взаимодействия с LLM, например, плагины для VS Code (CodeGPT и аналогичные) или Jupyter, однако это не является строгим требованием.

Все программное обеспечение должно быть настроено таким образом, чтобы студенты имели доступ ко всем необходимым инструментам во время занятий, а преподаватель обладал средствами администрирования инфраструктуры (доступ к репозиториям, управлению CI/CD, результатам тестов и пр.). Убедитесь, что на всех машинах отключены лишние ограничения доступа (например, брандмауэр пропускает соединения по HTTPS на внешние сервисы LLM, порты 80 и 443 открыты для исходящих подключений). Также необходимо наличие прав установки ПО на машинах или взаимодействие с системным администратором для установки требуемых программ.

Архитектура вычислительной инфраструктуры. Общий подход. В рамках курса организована современная вычислительная инфраструктура, обеспечивающая совместную работу над заданиями, автоматизированное тестирование решений и подключение к сервисам ИИ. Основу инфраструктуры составляют: система контроля версий с удалённым репозиторием (GitLab), конвейер непрерывной интеграции/развёртывания (CI/CD) с использованием GitLab CI (Runner и Docker-контейнеры), набор автотестов для проверки решений студентов и шаблонные репозитории (template repositories) для упрощения начала работы над заданиями.

Система контроля версий (GitLab). Для хранения и версионирования кода и промптов каждого студента используется Git-репозиторий на платформе GitLab. Преподаватель создает шаблонный репозиторий – эталонную структуру проекта, в котором содержатся базовые директории, файлы заданий, примеры и конфигурация CI. Этот шаблон включает необходимую структуру папок для выполнения домашних заданий и механизм их сдачи на проверку (грейдер). Для каждого практического задания студент либо форкает шаблонный репозиторий, либо получает индивидуальный репозиторий, созданный на основе шаблона (GitLab поддерживает создание проекта из Custom Project Template, что ускоряет развёртывание одинаковых структур для всех студентов). В репозитории студента хранится его код решений: промпты, скрипты автоматизации, отчёты в формате Markdown/Notebook и прочие артефакты, необходимые по заданию.

Преподаватель и ассистенты подключаются к соответствующей группе проектов в GitLab, имея права maintainer/owner для мониторинга активности, ревью кода и управления настройками. История коммитов позволяет отслеживать прогресс студента и соблюдение сроков сдачи. Аппаратные требования для GitLab-сервера: допускается использовать либо внешний сервис (например, GitLab.com с приватными репозиториями или университетский сервер GitLab) – выбор зависит от требований безопасности. Если используется облачный

GitLab, убедитесь, что у студентов есть доступ к интернету и сервис не заблокирован. Репозитории должны быть приватными (чтобы работы студентов не были общедоступны) и настроены таким образом, чтобы студенты не могли просматривать решения друг друга (в GitLab можно ограничить доступ к проектам внутри группы).

CI/CD конвейер (GitLab Runner и Docker). Для автоматизации тестирования и развёртывания используется встроенная система GitLab CI/CD. В каждом репозитории присутствует файл конфигурации конвейера `.gitlab-ci.yml`, описывающий этапы (stages) и задания (jobs) для проверки решений. Например, конвейер может состоять из этапов: test (запуск автотестов), report (сбор и публикация отчетов) и deploy (необязательный этап, например, для деплоя результатов или файлов отчета на Pages).

GitLab Runner – исполнитель задач CI – настроен для данного курса. Может быть использован shared runner (облачный, предоставляемый GitLab SaaS) или условно выделенный раннер, развернутый преподавателем на отдельной машине или сервере кафедры. Раннер должен быть сконфигурирован с использованием Docker-эксекютора, что позволяет запускать тесты в изолированных контейнерах с заранее заданным окружением. Например, для тестирования Python-скриптов можно использовать Docker-образ на базе Python 3.10 с предустановленными зависимостями (numpy, pytest, etc.). Контейнер обеспечивает единообразие среды: таким образом, в любом месте все тесты запускаются в идентичной конфигурации, исключая проблему "работает на моей машине".

Примечание: Если используется собственный GitLab Runner, на машину раннера необходимо установить Docker и зарегистрировать Runner токеном проекта/группы. Раннер должен иметь доступ к интернету, чтобы при необходимости скачивать зависимости и обращаться к API LLM (подконтрольно, см. раздел безопасности). В конфигурации Runner рекомендуется ограничить максимальное время выполнения job и количество параллельных job согласно возможностям оборудования (например, не более 2 concurrent jobs на 4-ядерном CPU с 8 ГБ RAM).

Автоматическое тестирование (автотесты). В шаблонные репозитории включены наборы автотестов, реализованные на скриптах (например, на Python с использованием PyTest или Unittest) либо других языках, в зависимости от специфики задания. Автотесты проверяют корректность выполнения заданий: например, для задач по проектированию промптов автотест может вызывать функцию, генерирующую ответ LLM на фиксированный запрос, и сравнивать с эталонным ключевым словом; для задач программирования – запускать юнит-тесты к сгенерированному коду.

При каждом коммите или merge request репозиторий запускается конвейер CI: в Docker-контейнере выполняются автотесты. Если все тесты проходят успешно, конвейер помечается как “зелёный” (прошёл), иначе – “красный” (найлены ошибки). Результаты тестирования сохраняются в виде отчётов. GitLab CI умеет парсить отчёты в формате JUnit/XML и отображать сводку прямо в интерфейсе (вкладка Test Reports в pipeline), где видно число пройденных/упавших тестов. Это позволяет студенту и преподавателю быстро оценить результаты автоматической проверки.

Шаблонные репозитории и примеры. Шаблонный репозиторий содержит не только структуру проекта, но и пример конфигурации `.gitlab-ci.yml` и пример базовых тестов. Это методически важно: студенты с первого задания привыкают к структурированию своего решения и к прохождению автопроверки. Например, в лабораторной работе №1 студенту предлагается сформулировать 5 промптов и провести их генерацию через разные LLM-платформы. В шаблоне для этой работы может быть заготовлен ноутбук Jupyter с каркасом для эксперимента (ячейки для запросов к DeepSeek, ChatGPT и др.) и автотест, который проверяет наличие заполненных полей (например,

действительно ли студент внёс 5 промптов и получил ответы от всех требуемых моделей). Шаблонные репозитории облегчают запуск проекта, снижают количество настроечных ошибок и обеспечивают единообразие при проверке (структура решений у всех студентов сходна, что упрощает автоматизированный анализ).

Рекомендации по выбору и подключению к LLM-платформам

Обзор используемых LLM-платформ

GigaChat (Сбербанк)

Доступность в России: GigaChat – отечественная LLM-платформа от Сбера – полностью доступна российским пользователям. Сервис был запущен весной 2023 г. как русскоязычный аналог ChatGPT. К октябрю 2023 г. GigaChat стал доступен через веб-интерфейс, Telegram-бот и соцсеть VK. Для использования не нужен VPN; авторизация происходит через Sber ID или социальные сети. Таким образом, студенты из РФ могут легко воспользоваться GigaChat. Кроме того, бизнес-версия через облачное API была запущена Сбером в режиме бета в 2024 г. и к 2025 г. стала широко доступна. Например, на портале SberCloud есть GigaChat API с документацией и возможностью получения ключа. Важно: так как платформа отечественная, проблем с санкциями или платежами нет – оплата в рублях, поддержка российских карт. GigaChat является одним из рекомендуемых инструментов для курса ввиду легкой доступности и адаптации под русский язык.

API и интеграция: GigaChat предоставляет API для разработчиков (через Sber Developer Portal). Интерфейс API – RESTful, с аутентификацией по API-ключу, позволяет интегрировать GigaChat во внешние приложения. Формат взаимодействия описан в документации: запрос содержит поле с текстом пользователя, а ответ – сгенерированный моделью текст. Поддерживаются также отдельные методы для создания диалоговых агентов (в документации упоминается использование LangChain для построения агентов с GigaChat). Таким образом, через API можно вести сессии диалога, отправлять новые сообщения с указанием идентификатора сессии, получая контекстно связанные ответы. GigaChat API интегрирован в экосистему Сбера, но его может использовать любой сторонний разработчик (достаточно зарегистрироваться на developers.sber.ru). Для учебных проектов это значит, что можно, например, написать тестовый чатбот, подключив к нему GigaChat как мозг. Важно отметить: UI GigaChat (веб и боты) – тоже доступны, и для простых заданий достаточно просто пользоваться ими, не кодируя.

Настройка параметров генерации: Через публичный API GigaChat доступны некоторые служебные параметры (в документации упоминается раздел B2.4 «Служебные параметры» на SberUniversity). Вероятно, можно регулировать максимум символов ответа, стиль (например, режим «строгий» или «креативный»). Однако подробностей в открытом доступе мало. Судя по реализованному функционалу, GigaChat имеет режимы: «Lite» – более быстрая модель, «Pro»/«Max» – более продвинутые, тяжелые модели. Пользователь может выбирать модель (в интерфейсе бота, например, была команда переключения версии). Но явного изменения temperature или top_p нет в пользовательском интерфейсе. Можно предположить, что внутренне GigaChat Pro работает с оптимизированными параметрами для информативных ответов (менее «галлюцинирует»). В целом, платформы Сбера ориентированы на простоту: настроек генерации немного. Тем не менее, для исследовательских целей сотрудники Сбера сами используют LangChain с GigaChat, а там обычно подразумевается возможность указания stop sequences, memory window и др. Итого: ограниченная конфигурируемость – обычному пользователю достаточно получать качественный текст, а тонкие настройки доступны разработчикам при интеграции.

Отслеживание запросов и лимиты: GigaChat имеет тарифные планы: на 2023–2024 был бесплатный доступ с ограничением по символам и возможному числу запросов в час (конкретные цифры не раскрывались публично). В 2024 г. Сбер представил обновление GigaChat 2.0 с версиями Pro и Max. GigaChat Max стал доступен всем желающим бесплатно (через веб, Телеграм), но в режиме раннего доступа API, вероятно, были ограничения по количеству запросов. К началу 2025 г. публичный API GigaChat заработал для бизнеса с тарификацией (на SberCloud), однако для образования есть возможность сотрудничества через СберУчебу. В новостях не раз отмечалось, что контекст у GigaChat был увеличен до 32 тыс. токенов – это подтверждается и Хабр-статьей Сбера. То есть сейчас GigaChat Pro/Lite поддерживают до ~60 страниц текста в одном запросе. Это отличный показатель (на уровне GPT-4 32k и Claude 100k). Лимит длины ответа, вероятно, также большой – модель может генерировать пространственные тексты. Сбер заявляет об устранении «очередей» для премиум-пользователей: веб-версия GigaChat Max выдаёт ответы практически сразу, без ожидания. Для отслеживания использования API SberCloud предоставляет метрики и биллинг в личном кабинете. В учебном же формате можно особо не беспокоиться – если даже все студенты одновременно начнут диалог, GigaChat выдержит (Сбер обладает мощными вычислительными ресурсами). В случае появления коммерческих лимитов, вуз может запросить у Сбера льготный квотированный доступ.

Интеграция и CI/CD: GigaChat легко интегрируется в приложения, особенно нацелен он на бизнес-процессы. Например, существуют готовые модули для 1С и CRM с подключением GigaChat. В рамках CI/CD курса промпт-инжиниринга GigaChat API можно использовать для автоматизированного тестирования на русском языке. Его преимущество – стабильность ответов на русском: модель обучена на русскоязычных данных, и, как отмечают, GigaChat Pro по ряду задач уступает лишь топовым зарубежным моделям. Преподаватель может написать скрипт, который прогоняет набор русских промптов через GigaChat и проверяет наличие ключевых слов в ответе (например, в задаче на код – что модель сгенерировала `def function():`). Поскольку GigaChat находится под управлением Сбера, изменения модели происходят планомерно (от версии 1.0 к 2.0 и т.д.), но не внезапно каждый день. Поэтому тесты на одной версии будут действительны хотя бы несколько месяцев. В CI можно также настроить два варианта GigaChat (Lite и Max) для сравнения. Сберуниверситет публиковал учебные материалы, где описывается, как создавать агентов и навыки с GigaChat API – этим можно воспользоваться при составлении продвинутых лабораторных.

Мультимодальность: GigaChat эволюционировал в мультимодальную модель. Изначально он отвечал только на текстовые запросы. В 2024 г. была обучена GigaChat Vision – модель понимания изображений. В октябре 2024 г. Сбер объявил, что GigaChat Pro может принимать картинки в качестве части запроса и использовать их как контекст. То есть студент может загрузить фотографию, и GigaChat опишет, что на ней (например, посчитает людей, оценит их одежду, даст совет по стилю). Модель научилась также распознавать печатный и рукописный текст на изображениях, формулы, таблицы, графики – фактически встроена OCR и базовый анализ данных. Например, можно сфотографировать страницу учебника, и GigaChat выдаст краткое содержание и ключевые тезисы. Это крайне полезно для образования (конспекты, уравнения). Кроме того, GigaChat получил функцию генерации и редактирования изображений: встроена модель «Мальвина» для локального редактирования фото по сегментам. Пользователь может загрузить картинку и текстово описать, что на ней изменить – GigaChat внесёт правки (пример: поменять фон на фото, перерисовать объект и т.п.). Такая точечная генерация уникальна среди LLM-платформ. Также, по некоторым данным, GigaChat умеет генерировать новые изображения по

описанию (возможно, через связку с Malvina или Kandinsky 2.1). И наконец, Сбер научил GigaChat «слышать»: в 2025 вышла статья о том, как добавили обработку аудио (речь и звуки) для нативного понимания аудиоинформации. Вероятно, это означает, что GigaChat может транскрибировать аудиофайлы или отвечать голосом. В пресс-релизах отдельно не анонсировано, но технически модальность аудио упоминается. Подытожим: GigaChat – одна из самых мультимодальных платформ наравне с Gemini и Grok. Он понимает и текст, и изображения, и (в перспективе) аудио, а отвечает текстом или измененными изображениями. Для курса это открывает большие возможности: можно дать студентам задания с анализом картинок (инфографика, диаграммы), и они смогут использовать GigaChat для получения ответов.

Условия доступа и тарифы: На данный момент использование GigaChat для физических лиц бесплатно – ни веб, ни бот не требуют оплаты. Сбер планирует монетизировать модель через бизнес-API: уже сейчас на SberCloud указан тариф (например, GigaChat Lite бесплатно, GigaChat Max за отдельную плату, детали на портале). Также упоминалось о подписке для расширенных функций, но в открытом доступе модель работает без ограничений. Например, обновленный GigaChat Max открыт всем желающим. Для курса это значит, что студенты могут свободно тренироваться с моделью и выполнять задания, не думая об истощении лимита. При массовом использовании в аудитории может проявиться очередь на ответ (если сервер перегружен), но Сбер масштабирует мощности. Если вуз захочет интегрировать GigaChat в LMS или сервис, можно обратиться к Сберу за партнерским доступом (что они, возможно, поддерживают для образовательных учреждений). Академических лицензий как таковых нет – они не нужны, доступ и так открыт.

Этические и правовые вопросы: GigaChat, являясь российской моделью, следует законодательству РФ. Это значит, что политически чувствительный или запрещенный законом контент фильтруется. Например, Сбер не допустит экстремистских высказываний, пропаганды наркотиков и пр. В Википедии упоминалось, что у ЯндексGPT цензурируется тема Степана Бандеры – можно ожидать похожего и от GigaChat (склонен избегать острых углов по Украине и т.п.). Стилль ответов GigaChat довольно нейтральный, возможно даже суховатый (ориентирован на деловой русский язык). В последнем обновлении GigaChat Pro научился лучше форматировать текст (заголовки, списки), что полезно, но может и приукрасить ответ лишними деталями. Этически GigaChat старается быть корректным, хотя сообщество отмечало, что ранние версии иногда генерировали недостоверные факты научнообразным языком. Сбер пытается этого избежать: модель улучшалась на открытых бенчмарках (лидерборд MERA по пониманию русского языка, где GigaChat Max занял одно из первых мест). Это говорит о репутации: GigaChat стремится давать проверенные знания. Для студентов стоит подчеркнуть, что GigaChat – российская разработка, поэтому может иметь встроенные патриотические или лояльные нарративы (незначительные, но в сравнении с ChatGPT отличия в оценочных вопросах возможны). С точки зрения права, использование GigaChat на территории РФ безопасно – данные обрабатываются, скорее всего, в российском дата-центре, а не уходят за рубеж. Это плюс для работы с персональными или чувствительными данными: они остаются под юрисдикцией РФ. Однако все нормы академической честности также действуют – нельзя без ссылки вставлять сгенерированный GigaChat текст в работу студентов. Подытоживая, GigaChat – рекомендованная платформа для русскоязычных заданий, при условии понимания ее слегка официального тона и цензурных ограничений российского законодательства.

YandexGPT (YaGPT, Яндекс)

Доступность в России: Модель YandexGPT изначально создана для российского рынка и интегрирована в множество сервисов Яндекса. С мая 2023 г. Яндекс открыл доступ к YandexGPT в своем ассистенте Алиса, затем встроил в Поиск, Маркет, Браузер и др. продукты. Для пользователей это проявляется, например, в том, что на главной странице Яндекса есть чат для вопросов с ИИ. Доступ свободный и бесплатный, нужен лишь Яндекс.ID. VPN не требуется, сервисы Яндекса внутри страны прекрасно работают. К концу 2024 г. Яндекс сообщил, что 800 компаний участвовали в тестировании бизнес-версии YandexGPT. В ноябре 2024 г. запущен инструмент AI Assistant API на базе YandexGPT, то есть API доступен через Yandex Cloud для организаций. Следовательно, для нужд курса YandexGPT тоже вполне доступен: студенты могут использовать его на портале Яндекса (в Алисе или в Поиске), а преподаватели – при желании подключить API через облако (потребуется аккаунт на Yandex Cloud).

API и формат взаимодействия: Яндекс предоставляет YandexGPT API в составе Yandex Cloud (раздел Machine Learning). Доступ возможен в двух режимах: через API (REST, синхронный или асинхронный) и через Playground (веб-консоль для тестирования моделей). Для API требуется получить токен, после чего можно отправлять POST-запросы с текстом. Примечательно, что Яндекс предлагает две версии модели для бизнеса: одна – асинхронная и более «умная» (для сложных задач, но отвечает с задержкой), вторая – быстрая для real-time чатов. Такой подход позволяет в коде выбирать: либо ждать более качественного развернутого ответа, либо получить краткий сразу. Формат ввода – обычный текст (вопрос или реплика диалога), опционально с параметрами (какую версию модели использовать). Вывод – сгенерированный текст ответа. Внутренне YandexGPT работает похоже на ChatGPT: запоминает контекст беседы (Алиса, например, поддерживает уточняющие вопросы). Однако через Cloud API, скорее всего, разработчик сам должен передавать историю, если нужен диалог. На практике для курса, вероятно, хватит пользовательского интерфейса (Алиса или чат на ya.ru). Но если потребуется автоматизация – YandexGPT API есть, хоть и требует регистрации в Яндекс Облаке.

Настройка генерации: В публичных сервисах Яндекса (Поиск с ИИ, Алиса) у пользователя нет настроек – ответы генерируются по внутренним параметрам, которые Яндекс подбирает для оптимального качества. Яндекс явно позиционирует YandexGPT как часть готовых решений (техподдержка, контент-генерация), поэтому предоставляет скорее конфигурацию на уровне «режимов использования», чем на уровне temperature. Например, в Yandex Cloud есть инструмент создания чатбота, где можно натренировать его на своих Q/A. Температуру, возможно, можно указать при вызове API (документация пока не в открытом доступе, но логично предположить, что какая-то креативность настраивается). Известно, что YandexGPT версии 5 (февраль 2025) используется в Алисе и поддерживает голосовой диалог и генерацию изображений. Значит, у Алисы есть переключение между голосовым и текстовым режимом. Но глубоко на уровне API – конфигурирование ограничено. Для наших целей: YandexGPT конфигурируется через «сценарии» – можно обучить на своем датасете, задать тон (вежливый/неформальный). А такие параметры, как длина ответа, наверняка можно задать (Алиса, например, по умолчанию не делает очень длинных монологов). В итоге, YandexGPT более «стабильно настроена» модель, чем «игрушка для экспериментов» – что хорошо для надежности, но оставляет меньше пространства для творчества, чем Llama или ChatGPT API.

Отслеживание запросов и лимиты: Для конечных пользователей YandexGPT почти прозрачна – например, Алиса может ответить на сотни вопросов, лишь иногда скажет: «давай по очереди» (это скорее усталость голосового ассистента). В Поиске Яндекса при серии сложных запросов ИИ-чат может временно отключиться, чтобы не перегружать – но

четких ограничителей не афишируется. Для API через Yandex Cloud действуют стандартные квоты: на этапе бета 2023 г. компания вручную распределяла доступ (800 компаний-участников), в 2024 г. открыли шире. Бизнесу предлагаются 2 версии модели, как сказано, – видимо, их capacity тоже различна (async модель может потребовать больше времени, но справиться с большим объемом). Конкретный лимит контекста Яндекс не раскрывал, но косвенно: в октябре 2023 Яндекс заявлял, что модель умеет пересказывать видеоролики до 4 часов, а тексты – до 30 тыс. знаков (~5000 слов), что ~5000 токенов. Версия 5, вероятно, увеличила контекст. Пока можно ориентироваться на ~8k токенов. Ограничения по токенам на ответ – есть ли? Алиса обычно отвечает не слишком длинно, возможно, стоит предел. В API же разработчик может запросить продолжение до N символов. Мониторинг использования API доступен через метрики Yandex Cloud (считаются запросы и, вероятно, объем данных). Оплата у Яндекс идет за количество символов или за время генерации (нужно уточнять тарифы, но обычно – помегабайтно или по 1000 токенов, аналогично AWS/GCP). В рамках учебного тестирования, при наличии бесплатного кредита на Яндекс Облаке, можно выполнить достаточное число запросов.

Интеграция в CI/CD: YandexGPT API можно встроить в решения поддержки клиентов, контент-сервисы и т.п. – этим занимаются в бизнесе. В нашем случае CI/CD можно задействовать YandexGPT для тестов на русском языке с корпоративным стилем. Например, если мы учим студентов настраивать AI для техподдержки, YandexGPT – подходящая модель (учитывает форму общения, умеет цитировать документы). Разработчики могут использовать Playground в Yandex Cloud для проверки промптов – это аналог Postman'а для ИИ. В CI, чтобы писать автотесты, нужно иметь платную подписку (или бесплатный пробный баланс).

Мультимодальность: YandexGPT 5 – мультимодальная система. Она работает в Алисе, отвечая голосом (то есть синтез речи – это не свойство языковой модели, а связка со SpeechKit, но для пользователя выглядит цельно). Также, начиная с версии 2, Яндекс научил модель генерировать изображения (в сервисе Шедевр, июнь 2023). Пользователи могут попросить сгенерировать картинку, и YandexGPT предложит иллюстрацию к тексту. Более того, YandexGPT применил себя в переводе: улучшил машинный перевод видео, суммируя речь. То есть связка YandexGPT + speech-to-text позволяет на лету обобщать аудиоматериал.

Что касается ввода изображений или аудио: таких пользовательских функций пока у Яндекса нет (в Алисе нельзя отправить фото для анализа, во всяком случае пока). Но Яндекс активно работает над мультимодальностью – вероятно, внутренние версии модели умеют и это. В YandexGPT 5 Pro (на которой работает Алиса) заявлено, что она генерирует тексты и изображения – возможно, по сложному запросу Алиса сама придумает картинку и покажет. Однако на практике это не так популярно, как у ChatGPT или GigaChat, поэтому упомянем как факт: мультимодальный вывод (текст+картинка) – да, мультимодальный ввод (картинка→текст) – нет, аудио – только через обвязку (распознавание и озвучка вне LLM).

Для курса полезно то, что YandexGPT может взаимодействовать с другими технологиями Яндекса – например, можно задействовать API зрительного распознавания (Vision) и затем отправить описание в YandexGPT. Яндекс анонсировал также Gemini Apps (не путать с Google Gemini) – решение для автоматизации рутин с помощью LLM в Google Workspace аналогах. Пока основное – текст.

Условия доступа: Для частных лиц YandexGPT представлен через бесплатные продукты (никакой прямой оплаты за ответы Алисы не берется). Бизнес-доступ идет через Yandex Cloud – там, конечно, услуги платные (но есть бесплатный пробный период). Для вузов Яндекс нередко предлагает гранты или бесплатные квоты на облачные сервисы – можно уточнить у регионального представителя. Но даже без этого можно много чего

сделать на бесплатных инструментах: например, веб-версия Алисы способна решать задачи, и студенты могут ею пользоваться как альтернативой ChatGPT. Алиса доступна и как мобильное приложение, и через браузер.

Отдельно стоит упомянуть: Яндекс в октябре 2023 открыл API YandexGPT в Казахстане (для локальных разработчиков), что намекает на стремление продвигать модель в СНГ. Может быть, в РФ API тоже станет свободнее и с trial-квотой. Академической лицензии нет – если нужно много запросов, возможно заключение соглашения на облачные кредиты.

Этические и юридические ограничения: YandexGPT находится под контролем модерации Яндекса и соблюдает российские законы о информации. Известно, что Яндекс не позволит генерировать незаконный контент и кое-что цензурирует – например, вопросы про украинского националиста могут быть пропущены или дан уклончивый ответ. Модель обучалась на русскоязычных данных (книги, СМИ, интернет), поэтому несёт в себе определенные культурные предвзятости. Критики отмечали, что большие интернет-компании, включая Яндекс, осторожны в острых темах – YandexGPT, вероятно, не скажет ничего резко противоправного, но может и не удовлетворить пользователя, если тема политически заряжена. В образовательном плане это не критично, но упомянуть нужно: для заданий, связанных с политикой или историей, ответы Яндекса могут оказаться более скудными или шаблонными. С другой стороны, YandexGPT проявил себя хорошо в прикладных областях – перевод, справка, код.

Что касается точности: Яндекс стремится минимизировать “галлюцинации”. Например, YandexGPT интегрирован в Поиск, где отвечает с указанием источников (аналог Perplexity) при включенной опции быстрого ответа. Это повышает релевантность. Яндекс также анонсировал открытие исходных версий модели Gemma (2B и 7B параметров) в 2024 г. как ответ на Meta – то есть, признает важность открытости. Впрочем, пока большая YandexGPT закрыта. Юридически, используя YandexGPT, мы подчиняемся пользовательскому соглашению Яндекса. Оно требует не вводить нелегальный контент, не злоупотреблять сервисом. Яндекс явно пишет, что модель может ошибаться и фантазировать – преподавателю стоит предупредить об этом студентов.

Персональные данные: если студенты вводят какие-то свои данные, они уходят на сервера Яндекса (расположены в РФ), где могут логироваться для улучшения моделей. В 2023 г. Яндекс заявлял, что будет обучать модель на обезличенных данных пользователей – то есть chat-диалоги, скорее всего, используются. Поэтому не стоит вводить в Яндекс секретную информацию без необходимости. В остальном, YandexGPT – безопасный и надежный инструмент в рамках российского правового поля, и его стоит использовать в курсе наряду с GigaChat, чтобы студенты увидели возможности отечественного ИИ.

ChatGPT (OpenAI)

Доступность в России: ChatGPT официально недоступен для пользователей из России – OpenAI блокирует российские IP и оплату через российские карты. Для доступа необходим VPN; подписку ChatGPT Plus (доступ к GPT-4) можно оплатить только зарубежной картой или альтернативными способами. Это создает определенные сложности при использовании ChatGPT в России.

API и формат взаимодействия: Имеется API (OpenAI Chat Completions), позволяющий отправлять диалоги в формате ролей (system, user, assistant) и получать ответ модели. Формат аналогичен структуре беседы – список сообщений с указанием роли и контента. Через API доступны модели GPT-3.5 и GPT-4; ввод и вывод – текст (UTF-8). В веб-интерфейсе ChatGPT диалог ведется аналогично, но без возможности явного задания параметров генерации.

Настройка параметров генерации: В OpenAI API можно настраивать `temperature` (степень творчества), `max_tokens` (максимальная длина ответа), `top_p` и другие параметры для управления стилем и детальностью ответа. В веб-версии ChatGPT такие настройки напрямую недоступны, но частично поведение модели регулируется скрытой системой подсказкой.

Отслеживание запросов и ограничения: OpenAI предоставляет разработчикам дашборд для мониторинга количества токенов и запросов. Имеются лимиты контекста: GPT-3.5 поддерживает 4 тыс. токенов, GPT-4 – 8 тыс. (в версии Plus) или 32 тыс. токенов в расширенной версии. В веб-версии ранее действовали ограничения на число сообщений в час, тогда как у Claude динамические лимиты (зависят от нагрузки). Пользователи ChatGPT Plus могут просматривать историю запросов и расход токенов через веб-интерфейс.

Интеграция в CI/CD: Возможно подключение ChatGPT API в автоматизированные сценарии (например, для тестирования промптов). При интеграции следует учитывать недетерминированность генерации – для воспроизводимости результатов можно фиксировать `temperature=0`. Также важно заложить обработку сетевых задержек и ограничений скорости. Некоторые организации используют юнит-тесты промптов, проверяя, что обновления модели не нарушают целевого поведения ответа.

Мультимодальность: В последние обновления ChatGPT получил ограниченную мультимодальность. Модель GPT-4 умеет анализировать изображения – пользователь может прикрепить картинку и задать вопрос по ней. Это доступно подписчикам Plus: в течение 2023 г. OpenAI внедрила поддержку распознавания изображений и голосового общения. Через мобильное приложение ChatGPT можно общаться голосом (нейросеть распознаёт речь и отвечает синтезированным голосом). Таким образом, ChatGPT Plus «видит, слышит и говорит», однако в API эти функции пока ограничены (изображения принимаются только в интерфейсе ChatGPT, а не через REST API). В целом ChatGPT – текстово-ориентированная платформа с растущими мультимодальными возможностями.

Условия доступа: Базовая версия (GPT-3.5) доступна бесплатно (через VPN), но с ограничениями по скорости и контексту. Полноценный доступ к GPT-4 и мультимодальным функциям предоставляется по платной подписке ChatGPT Plus (≈20 USD/мес, недоступна для оплаты из РФ без обходных методов). Для академических целей OpenAI отдельные бесплатные лицензии не предоставляет, однако существуют образовательные программы и гранты от Microsoft/OpenAI (Azure OpenAI) для вузов – их можно рассмотреть при необходимости. В целом, для студентов в РФ ChatGPT – менее доступная платформа по сравнению с локальными или открытыми решениями.

DeepSeek (Китай)

Доступность в России: Китайская платформа DeepSeek не блокируется для России – доступ возможен без VPN, сервис стабильно работает на территории РФ. В 2025 году DeepSeek обрела большую популярность: ее мобильное приложение стало лидером загрузок, обогнав ChatGPT. Для регистрации и оплаты могут потребоваться нестандартные методы (например, аккаунт AliPay), но сам сервис не ограничивает российских пользователей. По отзывам, DeepSeek – одна из немногих передовых LLM, доступных из РФ без сложных обходов.

API и формат взаимодействия: DeepSeek предоставляет полноценную платформу для разработчиков (DeepSeek API Platform). API совместим с библиотеками OpenAI – запросы формируются схожим образом. Например, для Python можно использовать клиент OpenAI с изменением `base_url` на `https://api.deepseek.com` и отправлять `chat.completions` запросы с ролью `system` и сообщениями. Такой дизайн упрощает интеграцию DeepSeek: разработчики, знакомые с OpenAI API, могут легко переключиться на DeepSeek.

Ввод/вывод – многострочный текст (чат-режим), также есть специализированные модели (код, математическая, визуальная и др.). DeepSeek поддерживает русский и английский языки, а также китайский (но основной упор – на китайский и английский рынки).

Настройка генерации: Через API DeepSeek можно управлять параметрами генерации, аналогично OpenAI. Поддерживаются temperature, max_tokens и потоковая выдача ответов (streaming). В бесплатном веб-интерфейсе таких настроек нет – он рассчитан на максимальное удобство. Однако продвинутые пользователи через API могут тонко настраивать стиль вывода. В целом логика работы DeepSeek «максимально похожа» на другие нейросети, то есть привычные параметры налицо.

Отслеживание запросов и лимиты: DeepSeek ввела систему кредитов и тарифов к 2025 году. Бесплатный тариф предоставляет ограниченное число запросов и урезанные функции (например, ограниченная генерация изображений и анализ файлов). Платные подписки (Pro за \$8/мес) дают приоритет к ресурсам и снятие ограничений на число обращений. Для API существует модель оплаты per token: стандартная цена \$0.27 за 1M входных токенов (кэш пропущен) и \$1.10 за 1M выходных токенов, причем в непиковые часы действует скидка 50%. Таким образом, стоимость генерации у DeepSeek значительно ниже, чем у GPT-4 (для сравнения, у OpenAI GPT-4 порядка \$30 за 1M токенов вывода). Глубина контекста в модели DeepSeek-Chat – до 8 тыс. токенов вывода (полный контекст ~16k). На конец 2024 г. сообщения о максимально поддерживаемом контексте до 32k токенов отсутствуют, но новые версии (например, DeepSeek-R1) могут увеличить это значение. Отслеживать использование API можно через личный кабинет разработчика; там же пополняется баланс токенов.

Инструменты интеграции и CI/CD: DeepSeek API уже поддерживается популярными фреймворками для LLM (например, LangChain). SberDevices в одном из примеров отмечает, что LangChain нативно умеет работать с GigaChat API, аналогично сообществу добавлена поддержка DeepSeek API. Это упрощает создание pipeline для тестирования промптов – можно быстро переключать вызовы между OpenAI и DeepSeek. При интеграции в CI/CD DeepSeek выгоден отсутствием необходимости VPN и стабильной работой из РФ. Необходимо лишь предусмотреть хранение API-ключа и пополнение кредитов. Для образовательных задач DeepSeek может быть встроен, к примеру, в веб-приложение для студентов без риска блокировки соединения.

Мультимодальность: Платформа DeepSeek изначально текстовая, но стремительно развивается к мультимодальности. По состоянию на 2025 г. доступны специализированные модели: DeepSeek-VL – экспериментальная модель для работы с изображениями, и DeepSeek-Chat – основная универсальная модель с поддержкой простых визуальных функций. Бесплатный тариф допускает лишь ограниченную генерацию изображений и анализ вложенных файлов, тогда как в платном доступен полный функционал: можно прикреплять изображения, таблицы, PDF-файлы для анализа. DeepSeek-VL предназначена для профессиональной работы с изображениями и обладает «кардинально расширенными визуальными возможностями» – например, она может описать содержимое картинки или сгенерировать новое изображение по запросу. Информация о поддержке аудио отсутствует, основной упор – текст + изображения. Таким образом, DeepSeek уже мультимодальна (текст и изображения) в рамках подписки Pro, что делает ее конкурентом GPT-4 Vision.

Условия доступа: DeepSeek предлагает бесплатный базовый план (с существенными ограничениями по функционалу). Полноценная работа требует подписки Pro (\$8/месяц), которая дает неограниченное число запросов к флагманской модели V3 и приоритет при нагрузках. Для активных пользователей/API предусмотрен тариф по токенам, а для организаций – Enterprise-решения. Оплата из России затруднена: карты UnionPay и

обычные не всегда привязываются. Пришлось использовать AliPay с юаневым кошельком – это указывает, что официально DeepSeek не работает с российскими платежными системами, но через китайские можно заплатить. Академических бесплатных лицензий у DeepSeek нет, однако сам факт наличия бесплатного веб-доступа (пусть и урезанного) дает возможность студентам познакомиться с платформой без оплаты.

Perplexity AI

Доступность в России: Perplexity (американская поисково-аналитическая LLM-система) доступна без VPN на территории РФ. Сервис работает через веб-интерфейс и мобильные приложения; регистрация не обязательна для бесплатного использования. Российские пользователи могут свободно задавать вопросы – ограничений по количеству запросов в бесплатной версии нет. Таким образом, Perplexity можно применять в курсе без технических барьеров, аналогично обычному веб-сайту.

API и формат взаимодействия: Изначально Perplexity ориентирован на конечных пользователей (вопрос-ответ с поиском), но в 2023–2024 гг. компания запустила официальный API для разработчиков. API позволяет делать HTTP-запросы к моделям Perplexity, формат схож с чат-API (принимаются сообщения или вопросы, можно получать ответы по мере готовности). Кроме того, Perplexity интегрирован с платформой OpenRouter, предоставляя унифицированный доступ наряду с моделями OpenAI. На практике Perplexity API работает через REST и совместим с клиентскими библиотеками OpenAI. Взаимодействие включает, помимо текста пользователя, дополнительные параметры (например, включение веб-поиска). Отличительная особенность Perplexity – ответ всегда сопровождается ссылками на источники информации, так как платформа осуществляет поиск по Интернету и цитирует найденные данные. Формат вывода – развернутый ответ + список URL-источников. В контексте обучения это ценно: студенты видят, откуда взялась информация, что повышает доверие и проверяемость результатов.

Настройка генерации: Пользовательский интерфейс Perplexity не предоставляет явных регуляторов вроде temperature – акцент на достоверности ответа. Однако в Pro-версии можно выбирать модель (например, более мощную GPT-4 для сложных вопросов). API Perplexity, по доступным сведениям, тоже не экспонирует параметры творчества: запросы настроены на оптимальный режим получения фактов. Это связано с позиционированием сервиса как «answer engine» с правдивыми ответами. Тем не менее, разработчик может частично управлять поведением запросов: например, задавать контекст, уточняющие вопросы. В целом Perplexity менее конфигурируем по стилю ответа, зато надежен в плане фактической информации.

Отслеживание запросов, ограничения: Бесплатная версия не ограничивает число запросов (но может быть суточный лимит на очень интенсивное использование, по опыту – сотни вопросов в день можно задавать без проблем). В платной подписке Perplexity Pro предоставляется до 300 запросов Pro-вопросов в сутки, приоритетный доступ и расширенный анализ файлов. Pro-пользователи также могут загружать неограниченно собственные файлы (PDF, DOCX) для анализа – модель их резюмирует и отвечает на вопросы по содержанию. Токеновые ограничения зависят от используемой LLM: при бесплатном использовании чаще работает модель типа Claude Instant или аналог (с контекстом ~100k токенов), а при Pro-запросах – GPT-4 или Claude 2 (контекст 8k–100k). Переполнение контекста маловероятно при типовых вопросах. Отслеживание запросов доступно через личный кабинет (для Pro-подписчиков есть статистика). В бесплатном режиме явного счётчика нет, но если сервис заметит слишком частые обращения, может временно замедлять ответы.

Интеграция и CI/CD: Perplexity ориентирован на интерактивное использование, однако API позволяет включить его в программные конвейеры. Например, можно написать autotest, который отправляет модель вопрос и проверяет, что среди источников есть ожидаемый URL. В контексте курса промпт-инжиниринга Perplexity ценен для демонстрации связывания LLM с поиском: студенты могут увидеть, как модель извлекает информацию в реальном времени. В CI-пайплайне Perplexity может выступать для проверки фактов, хотя нужно учитывать расход запросов (Pro API платный). Особенность – высокая стоимость API: на Reddit сообщали, что Perplexity API считала токены результатов поиска как входные, из-за чего затраты были ~20x vs OpenAI по некоторым запросам. Поэтому в автоматизации стоит ограничивать объем веб-поиска или использовать ее выборочно.

Мультимодальность: Perplexity AI поддерживает текстовую и графическую выдачу. В Pro-режиме интегрирован генератор изображений на базе DALL-E 3 – пользователь может запросить иллюстрацию, и сервис создаст картинку. Однако ввод изображений или аудио не поддерживается: Perplexity не «понимает» картинки, а лишь генерирует их при запросе. Также сервис умеет анализировать загруженные текстовые файлы (как упоминалось, в Pro – безлимитно, в бесплатной версии – ограниченно). Иными словами, Perplexity – мультимодальный в части вывода (текст + сгенерированные изображения, цитаты, диаграммы), но не в части ввода. Уровень аудио- или видео-анализа отсутствует. Тем не менее, генерация изображений может быть полезна в обучении – например, сервис может наглядно показать график или схему по запросу студента.

Условия доступа (free/pay): Perplexity предоставляет полноценный бесплатный доступ к базовому функционалу: задавай вопросы, получай ответы с источниками. Подписка Pro (\$20/мес) добавляет улучшенные модели (GPT-4, Claude 2), больше дневных запросов, анализ файлов и изображений. Для студентов этого курса базовой версии, как правило, достаточно – она уже покрывает большинство запросов. Если требуются сложные вопросы к GPT-4, можно рассмотреть приобретение Pro одной учетной записью для класса и демонстрировать через проектор. Однако оплата из РФ затруднена (нужна зарубежная карта). Академических лицензий специально для Perplexity пока нет. Отметим, что некоторые энтузиасты из РФ предлагают посреднические сервисы для оплаты Perplexity Pro, но в официальных рамках курса это вряд ли необходимо.

Grok (xAI)

Доступность в России: Grok – чатбот, разработанный компанией xAI (США) под руководством Илона Маска – официально не запущен на российском рынке. Изначально доступ к Grok давался только подписчикам X Premium (Twitter) в США с ноября 2023. К началу 2024 г. Grok был открыт для всех премиум-пользователей X, а позднее (август 2025) ограниченно стал доступен и бесплатно на платформе X. Однако сам X (Twitter) заблокирован в РФ, и даже при обходе потребуется учетная запись X Premium+ (\$40 в мес) для полноценного доступа к последней версии Grok. Также есть отдельное мобильное приложение Grok (запущено в США в 2025), но российским пользователям оно недоступно через официальные сторы. Таким образом, прямой доступ к Grok в РФ сильно затруднен – необходимы VPN, иностранный аккаунт и оплата подписки (что выходит за рамки типичного курса). Тем не менее, первая версия Grok-1 была open-source (Apache 2.0), и её веса доступны на GitHub. Энтузиасты могут запустить Grok-1 локально, но эта модель слабее современных.

API и формат взаимодействия: xAI не предоставляет публичного API Grok всем разработчикам (на 2025 г. API возможно доступен партнерам). Grok интегрирован преимущественно в экосистему X (Twitter) и Tesla. Он работает как чат-бот: ввод – текстовые сообщения (в диалоге), вывод – ответ от лица ассистента. В интерфейсе X, Grok

умеет выполнять веб-поиск и генерацию изображений по команде. Формат взаимодействия: как в ChatGPT, но с отличием – Grok имеет «юмористический, дерзкий тон», что задекларировано Маском. Если использовать open-source Grok-1, то через соответствующую библиотеку (подобно LLaMA) его можно встраивать и отправлять сообщения. Однако основная «официальная» платформа – внутри соцсети X и приложений. В целом, без Premium-доступа мы не можем программно управлять Grok, что ограничивает его учебное применение.

Настройка генерации: Пользователю в интерфейсе X почти не предоставляются настройки (нет ползунков temperature и т.п.). Grok по умолчанию старается давать максимально развернутые и актуальные ответы. Известно, что Grok-2 получил режим «Think» для сложных задач – он активирует углубленное рассуждение. Возможно, в чате это переключается как особая команда. В версии Grok-3 были добавлены расширенный веб-поиск и возможности редактирования изображений. Но ручной контроль параметров (креативности, длины) конечному пользователю не предусмотрен. Если же запускать Grok-1 локально, то через используемую библиотеку можно задавать temperature, top_p, etc., как у любой модели.

Отслеживание запросов и лимиты: Поскольку Grok предоставляется как часть платной подписки, xAI вводила ограничения по числу запросов в зависимости от тарифа. Например, в раннем доступе бета-версии лимитировалось ~100 сообщений в сутки. Позднее, в июле 2025 года, Grok 4 открывали на короткое время для бесплатных юзеров, чтобы привлечь аудиторию. В интерфейсе X есть индикатор “GPT-4 equivalent” с описанием, но деталей лимитов публично мало. Можно предположить, что при пиковой нагрузке ответ от Grok может задерживаться. В data center xAI задействовано ~200 000 GPU для обучения Grok 3, так что вычислительных ресурсов много. Однако отсутствие свободного API и закрытость платформы не позволяют интегрировать Grok в собственные приложения и отслеживать токены. Сам X при общении с ботом может показывать сообщения о превышении лимита (как это бывает у ChatGPT).

Интеграция в CI/CD: На текущий момент интеграция Grok в автоматические процессы непредусмотрена (нет общедоступного API, SDK только для своего приложения). Теоретически можно использовать эмуляторы X API или парсить веб-версию X, чтобы получать ответы Grok, но это ненадежно и нарушает правила. Поэтому в курсе промпт-инжиниринга Grok больше выступает как объект для анализа, а не инструмент лабораторной работы. Можно на слайдах сравнить ответы Grok (взять примеры из обзоров) с другими моделями, но учащиеся напрямую с ним работать скорее всего не смогут. Исключение – использование открытой модели Grok-1 в локальном формате: ее можно попробовать запустить, например, в Google Colab (если есть 2×RTX A100, т.к. контекст 128k требует много памяти). В учебных целях это сложно, поэтому в CI/CD pipeline Grok, как правило, не фигурирует.

Мультимодальность: Grok – мультимодальный ассистент. Уже версия Grok-2 (август 2024) умела генерировать изображения (через интеграцию с моделью Flux от Black Forest Labs). Grok-3 (март 2025) добавил функции редактирования изображений (AI-image editing). То есть пользователь может отправить картинку и задать команду отредактировать – бот возвращает измененное изображение. Также Grok подключен к реальному времени: он может делать веб-поиски, читать новости, анализировать тренды. На октябрь 2024 объявлялся Grok-1.5 Vision с возможностью понимать фото, скриншоты и т.п., но в публичный доступ та версия не вышла. Вероятно, эти наработки вошли в Grok-2 и выше. Кроме того, Grok интегрирован в Tesla – возможно, обрабатывает данные с камер (но этой информации мало). Аудио-входа/выхода пока не заявлено, хотя логично ожидать голосовой

интерфейс (в самом X-app есть, возможно, опция озвучки). Таким образом, Grok представляет самую передовую мультимодальность среди конкурентов: текст, поиск, генерация картинок и их редактирование – всё в едином боте. Но без официального доступа нам сложно использовать эти возможности в учебных проектах.

Llama 2 (Meta AI)

Доступность в России: Llama 2 – серия открытых моделей от Meta (ранее Facebook) – доступна всем желающим без географических ограничений. Весы моделей Llama 2 (7B, 13B, 70B параметров) выложены для скачивания в июле 2023 г. под свободной лицензией. Лицензия разрешает коммерческое использование, за исключением продуктов с аудиторией более 700 млн пользователей (ограничение против гигантов-конкурентов). Для образовательных целей Llama 2 абсолютно бесплатна. Российские вузы могут самостоятельно развернуть Llama 2 на своих серверах или воспользоваться готовыми онлайн-репозиториями (Hugging Face, облачные GPU). Важное преимущество – никакого VPN или оплаты не требуется, всё открыто. Пользователи из РФ активно запускали Llama 2: известны случаи разворачивания модели даже на смартфонах. В курсе можно официально использовать Llama 2 без риска нарушить чьи-либо правила.

API и формат взаимодействия: Поскольку Llama 2 – это модель с открытым исходным кодом, единого облачного API нет (Meta предоставляет лишь ссылки на весы). Однако экосистема быстро подхватила модели: появились HuggingFace Inference API, репозитории с трансформерами (Transformers), поддержка Llama 2 в LangChain и других фреймворках. В итоге можно взаимодействовать с Llama 2 так же, как с ChatGPT, – передавая в модель последовательность сообщений или подсказку с промптом. Существует версия Llama 2-Chat – специализированно дообученная на ведение диалога, у неё формат ввода: <s>[INST] Вопрос пользователя [/INST] Ответ... (внутренний маркировочный стиль). Эти детали скрыты при работе через высокоуровневые библиотеки. Иными словами, интеграция Llama в приложения сводится к установке модели и вызову метода generate() с заданным текстом. Некоторые сервисы (например, Azure AI в 2024 г. добавил Llama 2) позволяют вызывать модель по API, но можно и локально. Для курса, вероятно, проще использовать Llama 2 через облачные ноды – например, запущенная на Google Colab или локальном сервере кафедры. Формат вывода – обычный текст. Ввод может включать несколько сообщений (сами можно объединить их в один промпт). Гибкость максимальная, никаких проприетарных ограничений.

Настройка генерации: При работе с Llama 2 доступен весь спектр параметров генерации. Можно задавать temperature, top_p, top_k, репетиционный штраф и т.д. Более того, можно дообучать (fine-tune) модель под свои задачи. Для преподавателя это означает, что Llama 2 можно «натаскать» на конкретные учебные данные (например, загрузить в нее конспекты лекций) и получать ответы, учитывающие именно этот материал. Такой подход продемонстрирует студентам технику дообучения LLM. Также Llama 2 поддерживает большие prompts: можно передавать в контекст сразу всю необходимую информацию (например, текст задачи, примеры решений). Нет внешних модераторов – разработчик сам решает, какую температуру или стиль задать. Например, для творческих задач можно увеличить randomness, для четких ответов – снизить. Отсутствие цензуры позволяет генерировать любой текст, но преподавателю следует соблюдать этику и следить, чтобы модель не использовалась для противоправных запросов. Педагогический плюс – студенты могут экспериментировать с параметрами и видеть, как те влияют на ответы.

Отслеживание запросов и ограничения: При локальном развертывании нет встроенных квот – всё ограничено лишь доступными вычислительными ресурсами. Llama 2-7B можно запускать на GPU с 12 GB VRAM (даже на игровой видеокарте), 13B – на 24

GB, 70B требует 2×48 GB или 8×A100 80GB в оптимальном случае. Впрочем, существуют сжатые версии (8-bit quantization) для запуска 70B на одном 48 GB GPU. Для образовательных целей масштаб 7B/13B вполне достаточен – они могут работать и на CPU (с библиотеки llama.cpp, пусть и медленно). Контекстное окно Llama 2 – 4096 токенов (примерно 3 тыс. слов). Существуют модификации с расширенным контекстом (например, до 16k), но из коробки 4k. Лимитов на длину ответа как таковых нет – модель отвечает, пока не достигнет max_tokens или не завершит мысль. В отличие от API-сервисов, здесь нужно самому отслеживать выход за границы (например, обрезать слишком длинный ответ, если нужно). Для мониторинга запросов можно логировать обращения у себя, так как никакой веб-интерфейс не предоставляет статистику. Преподаватель может организовать для студентов общий доступ к Llama через интерфейс вроде Hugging Face Chat (где можно деплоить модель и давать ссылку) – там будет видна нагрузка и история.

Интеграция в CI/CD: Llama 2 очень хорошо подходит для CI/CD интеграции. Будучи локальной моделью, она позволяет писать юнит-тесты для промптов, которые всегда будут повторяемы, если зафиксирован сид генератора (в contraste с облачными, обновляемыми моделями). Например, можно сделать тест: «Дан промпт X – проверяем, что ответ содержит слово Y». С Llama это выполнимо – модель не поменяется внезапно завтра (если не заменить веса). Также Llama 2-Chat обучена следовать инструкциям, поэтому можно протестировать разные шаблоны промптов. В MLOps существуют инструменты типа DeepSpeed MPI для ускоренного инференса Llama, что ускорит автотесты. Единственное, на что стоит обратить внимание – время генерации: на CPU 13B модель генерирует медленно (~1–2 токена/сек), лучше иметь GPU. Если возможности ограничены, можно использовать более мелкие аналоги (Mistral 7B, RWKV) для идеи, а Llama – для финального показа. В целом, свободная лицензия Llama 2 делает её идеальным кандидатом для песочницы в CI/CD: можно создавать любые сценарии и даже дописывать внутренности модели (но это уже для продвинутых).

Мультимодальность: Базовые версии Llama 2 – только текст. Однако экосистема предлагает дополнения: имеются проекты Llama 2 + Vision, например LLaVA (Large Language and Vision Assistant), где Llama 2 объединена с визуальным энкодером для понимания изображений. Meta отдельно выпускала модель LLaMA Adapter для обработки изображений. Но официально Llama 2 из коробки не умеет видеть картинки или слышать аудио. Что касается генерации изображений, Llama 2 может встраиваться в мультимодальные пайплайны: например, текстовая LLM генерирует описание, а диффузионная модель рисует. Meta анонсировала, что будущие версии (Llama 3?) будут нативно мультимодальными, пока же требуется доработка сторонними инструментами. В 2024 г. вышел прототип Llama 2 Text to Music, но широкого применения он не получил. Таким образом, для нашего курса Llama 2 выступает как мощная текстовая модель, на которой можно демонстрировать все принципы промпт-инжиниринга. Для работы с изображениями или звуком в заданиях надо дополнительно привлекать другие модели (CV или speech-to-text) – это выходит за рамки LLM. Можно, однако, показать студентам Llama 2 в связке с vision-моделью (пример: отправить картинку через BLIP-2 для описания, а Llama на основе описания ответит на вопрос – такой многошаговый workflow).

Условия бесплатного/платного доступа: Llama 2 – полностью бесплатна. Meta предоставила её для всех, кто согласится с лицензией. Для загрузки весов с официального сайта требовалась регистрация и согласие, но в открытых репозиториях модель есть без формальностей. Нет никаких лимитов на использование (кроме упомянутого ограничения на гигантские приложения с аудиторией >700M, что курсу не грозит). Нет платных планов, нет «академической» версии – она и так свободная. Более того, имеется множество fork-

версий Llama 2 (например, от сторонних организаций), иногда даже более оптимизированных. При желании университет может развернуть Llama 2 на своем кластере и предоставить студентам через веб. В локальных заданиях студенты могут запускать небольшие версии на личных ноутбуках. Это существенный плюс: не требуется бюджет на API.

Qwen (Alibaba Cloud)

Доступность в России: Qwen – серия крупных моделей от Alibaba (Китай) – распространяется свободно как open-source. В августе 2023 Alibaba открыла веса Qwen-7B и Qwen-14B (а также диалоговые версии Qwen-Chat) для всех желающих. В декабре 2023 добавлены Qwen-1.8B и даже Qwen-72B, а также аудио-модели. Они доступны на GitHub и HuggingFace под благоприятной лицензией (Apache 2.0). Таким образом, изначальных барьеров для РФ нет – модели можно скачать или запустить в облаке. Более того, Alibaba Cloud (АлиЮнь) предлагает сервис ModelScope, где Qwen доступна для использования через API. Российскому разработчику ничто не мешает зарегистрироваться на Alibaba Cloud (санкции Китая не вводил) и использовать Qwen через их сервисы. Однако интерфейс АлиЮнь на английском/китайском, придется разобратся. Для упрощения можно использовать Qwen, развернутый локально или через huggingface.co (Inference API там доступен всем, но с ограничениями скорости). В целом, доступность Qwen для нас сопоставима с Llama 2 – полный open-source, плюс опция облачного API от Alibaba.

API и формат взаимодействия: Qwen спроектированы с совместимостью OpenAI API. Например, в документации Alibaba Cloud указано, что Qwen-Chat поддерживает тот же формат ролей и сообщений. Более того, Qwen интегрирован в OpenAI-совместимые платформы (OpenRouter etc.). Если запускать модель локально, можно использовать HuggingFace Transformers: там есть модель Qwen-14B-Chat с примером, как подавать промпт. Формат ввода: китайско-английский. Модель тренирована на двуязычных данных, так что русский язык для нее чужой – он понимается, но хуже. Оптимально использовать Qwen для заданий на английском или китайском. Что интересно, Alibaba открыла Qwen API в своей среде: разработчики могут вызывать Qwen через REST API Alibaba (видимо, платно после free trial). Но в рамках курса, вероятно, удобнее локально (если есть GPU) или через HF spaces. Формат взаимодействия – стандартный: текст на вход, текст на выход, можно вести последовательность (но нужно самому склеивать, open-source модель контекст держит внутри только что подано).

Настройка генерации: Как open-model, Qwen допускает полную настройку параметров. Temperature, top_p, max_length – все регулируется при генерации через код. Примечательно, что Alibaba акцентирует возможности fine-tuning: выпускалась версия Qwen-Chat с 1M дополнительных инструкций обучений, есть версия Qwen 2.5 с улучшениями. Для нас это означает, что можно при желании дообучить Qwen на русском корпусе, если потребуется. Но вряд ли в рамках курса мы пойдем на такой трудоемкий процесс. Скорее, мы можем продемонстрировать настройку параметров: запустить Qwen-7B с разными температурами и показать разницу.

Также Qwen известны длинным контекстом: Qwen-14B поддерживает 8192 токенов, а Qwen-14B-Inf (с суффиксом) – до 16 384 токенов. В январе 2024 Alibaba выпустила Qwen-2.5-Max (размер не указан, но судя по названию – большая модель), которая заняла 7-е место в рейтинге Chatbot Arena, сравнявшись с топ проприетарными LLM. Новейшая Qwen 2.5-Omni-7B (март 2025) имеет уже мультимодальную архитектуру, но о ней ниже. Настройка генерации Omni-версии включает выбор модальностей (например, можно отключить анализ видео, чтобы быстрее ответить).

Отслеживание запросов и лимиты: Если Qwen используется локально – лимитов нет, только ограничения железа. Qwen-14B требует 28 GB видеопамати в fp16, но есть 4-bit quant версия (~8 GB). Qwen-7B и вовсе легко запускается на 8 GB GPU. HuggingFace Inference API для Qwen-14B-Chat существует, но он может быть медленным и с ограничением запросов в минуту (для бесплатных). Alibaba Cloud ModelStudio предлагает Qwen через API с тарификацией (по токенам или часам использования, можно найти цены на alibabacloud.com). Вероятно, вход 1k токенов \$0.001, выход 1k \$0.005 (Alibaba стремится демпинговать OpenAI).

В общем, для учебных целей проще считать, что Qwen бесплатен (если запускать самим), но придется контролировать вычислительную нагрузку (чтобы ноутбуки не зависли). Если все студенты одновременно начнут слать большие тексты на Qwen-14B на одной машине – будут тормоза. Надо или раздать каждому маленькую модель (7B) или выделить кластер.

В плане отслеживания – open-source модель не ведет логов, так что преподавателю стоит самому заложить логирование (кто какой запрос отправил, какой ответ получил).

Интеграция в CI/CD: Qwen очень перспективен для интеграции. Компания Alibaba выложила оптимизированный фреймворк для инференса (с поддержкой ускоренного вывода, и даже Mixture of Experts в Qwen-2). В 2025 выпущена Qwen2-Audio и Qwen2-Omni, и Alibaba говорит, что на их базе удобно строить “агентов” для бизнеса. Для нашего CI Qwen ничем не хуже Llama: он локальный, реплицируемый, управляемый. Его плюс – многоязычность (китайский/английский), но это же и минус – для русского out-of-the-box слабее. Зато Qwen-Chat умеет выдавать формализованные ответы (скажем, списками) и немного лучше структурирован (подмечено в обзорах).

CI/CD pipeline с Qwen: аналогично Llama, можно фиксировать seed. С учетом того, что Alibaba сама тестирует Qwen на куче задач, она достаточно детерминирована (при temp=0) – отлично для юнит-тестов промптов.

Мультимодальность: Одно из главных достоинств Qwen – полная мультимодальность в серии 2.5. Alibaba в сентябре 2024 запустила Qwen-2.5 (усовершенствование архитектуры), а к марту 2025 представила Qwen-2.5-Omni-7B – унифицированную модель, понимающую текст, изображения, аудио и видео. Это фактически аналог задуманного Google Gemini: единая нейросеть для всех типов данных. Qwen-Omni может принимать на вход текст вместе с картинкой или аудио, и на выходе генерировать текстовый ответ или даже голос (причем, как указано, натуральный голос в реальном времени). То есть Omni встроила синтез речи – уникально. В описании говорится, что модель способна “process diverse inputs, including text, images, audio, and videos, while generating real-time text and natural speech responses”. Это ставит новый стандарт: Qwen-Omni-7B – сравнительно небольшая (7 млрд), но обучена на мультимодальных парах (изображение+описание, видео+звук+описание и т.д.). Она открыта на HuggingFace и GitHub.

Конечно, для локального запуска Omni нужны одновременно GPU и аудио/видео данные – не тривиально. Но можно показать студентам демо (Alibaba наверняка выложила примеры: навигация для незрячих с описанием окружающего, или рецепт по видео продуктов).

Помимо Omni, есть Qwen-Audio – модель для аудиовопросов (Speech LLM), и Qwen-VL – визуально-лингвистическая модель (аналог GPT-4V). Всё это открыто. Qwen-VL-Chat может, например, отвечать на вопросы по картинке (с выдающейся точностью).

Для курса эти возможности значат: мы имеем доступ к передовой мультимодальности бесплатно. Если инфраструктура позволяет, можно дать практическое

задание – например, запустить Qwen-VL на сервере, и пусть студенты отправляют ей картинки и получают ответы. Это продемонстрирует интеграцию зрения и языка.

Также можно показать Qwen-Audio: дать фрагмент музыки – модель определит инструмент или жанр (так заявлено).

Конечно, всё это сложнее, чем с ChatGPT, но если есть мотивация, Qwen предоставляет необходимые модели.

Условия доступа: Вся серия Qwen 1.x и 2.x – open-source (Apache 2.0). Alibaba даже хвастается, что открыла более 200 моделей за последние годы. Коммерческое использование разрешено. Единственное: Alibaba предлагает коммерческие улучшенные версии через свой облако, которые отличаются от открытых более свежими фишками. Но мы можем оперировать открытыми без ограничений. Нет платных планов (если не брать Alibaba Cloud услуги).

Для курса: просто скачиваем нужную версию Qwen, никаких регистраций. Если хочется Alibaba Cloud API – нужно иметь аккаунт и карту (Китай не запрещает россиянам, так что возможно), но процесс может быть сложнее, чем играть с open model.

Claude (Anthropic)

Доступность в России: Claude 2 – флагманская модель компании Anthropic (США) – официально доступна только в некоторых странах (США, Великобритания, и др.). России нет в списке разрешенных – при попытке зайти на claude.ai появляется сообщение о недоступности региона. Таким образом, без VPN не обойтись. Кроме того, для регистрации на сайте требуется номер телефона из поддерживаемых стран и почта Gmail. Российские номера не принимаются. Тем не менее, существует несколько обходных путей, например использование ботов-посредников, которые отправляют запросы в Claude от вашего имени (GPTunnel и др.). Но в рамках курса такие методы неофициальны. API Anthropic также ограничен: доступ предоставляется через ожидание в waitlist и требует иностранной оплаты. На конец 2024 г. некоторые российские энтузиасты получили доступ к Claude API используя виртуальные номера и VPN, но это довольно сложно. Вывод: прямого легального доступа у студентов из РФ нет. Возможно, стоит ограничиться теоретическим рассмотрением Claude или, если очень нужно практическое – воспользоваться готовыми датасетами с ответами Claude.

API и формат: Claude предоставляет API, аналогичный OpenAI Chat API (модель claude-2 или claude-instant). Формат – список сообщений с ролями system, user, assistant. Интерес Anthropic – модель обучена следовать письменным инструкциям (“constitution” approach), поэтому она даже без system prompt ведет себя этично. Через API можно отправлять также файлы – особенность Claude 2 в том, что он принимает вложения (например, PDF) и может на них отвечать. Это реализовано как часть API (веб-интерфейс позволяет прикрепить файл). В использовании формат удобный: просто текст. Если бы у нас был доступ, мы могли бы интегрировать Claude так же, как ChatGPT. Но, учитывая сложности, скорее всего, мы не будем напрямую с ним работать, а только расскажем студентам.

Настройка генерации: Anthropic API позволяет задавать параметры: max_tokens_to_sample, temperature, top_p, stop_sequences и др. То есть гибкость примерно как у OpenAI. Отличие – “constitution”: вместо классического RLHF у Claude набор правил, которые он старается соблюдать (не быть токсичным, не выдавать личные данные и пр.). Это делает его более предсказуемым в плане безопасности. Например, Claude известен тем, что охотнее дает подробные пошаговые решения задач, меньше отказывается говорить на сложные темы (в сравнении с ChatGPT).

Конкретно, temperature можно регулировать (от 0 до 1), но даже на высоких значениях Claude обычно сохраняет связность.

Gemini (Google DeepMind)

Доступность в России: Gemini – семейство моделей нового поколения от Google – не доступно российским пользователям напрямую. После слияния Google Brain и DeepMind проект Gemini анонсировали как ответ GPT-4. Запуск состоялся в декабре 2023: представлены модели Gemini Ultra, Pro, Nano. Однако Bard (Google AI чат), в который интегрирован Gemini Pro, официально не работает в РФ. Даже в Европе запуск задерживался из-за GDPR, а Россию Google, покинув рынок, не включает в поддерживаемые локации. Таким образом, для доступа нужен VPN, аккаунт Google (который, впрочем, у всех есть), но и этого может быть мало – Google может по геоданным аккаунта заблокировать Bard. Впрочем, некоторые пользователи сообщали, что через VPN удавалось пользоваться Bard. Но если Google ужесточит, то никак. Через Google Cloud Vertex AI также: Россия под санкциями, предоставление сервисов ИИ запрещено. Поэтому прямого доступа к Gemini у нас нет. Тем не менее, некоторые компоненты Gemini просочились в открытый доступ: например, в феврале 2024 Google выпустил маленькие open-source модели Gemma (2B и 7B) – их назвали «облегченной версией Gemini». Они доступны миру, но они намного слабее топовых Gemini Ultra. В курсе, скорее всего, Gemini будет фигурировать только описательно.

Manus

Доступность в России: Manus AI – сравнительно новый китайский проект, прославившийся вирусным ростом в марте 2025. Это AI-ассистент (целостный агент), который позиционируется для молодежи. Особенность Manus – полностью бесплатный и беспрепятственный доступ: не требуется ни VPN, ни регистрация. Пользователь просто заходит на сайт или в приложение Manus и начинает общаться. Поскольку разработчик – китайский стартап, и они нацелены на массовость, они не стали вводить барьеров. В России Manus пока не очень известен, но, по данным китайских источников, он работает через глобальное веб-приложение (есть англоязычная версия). Так что технически студент из РФ может открыть Manus.im и попробовать. (Если вдруг сайт заблокирован РКН – маловероятно, он не политический – тогда через VPN). В мобильных магазинах, возможно, приложение недоступно в RU-регионах, но веб решает.

API и формат взаимодействия: Manus AI – прежде всего чат-бот с веб/мобильным интерфейсом. На март 2025 у него нет публичного API, хотя разработчики планируют его добавить для монетизации (см. ниже). Поэтому интегрировать Manus в свои программы пока нельзя. Формат общения – диалог, очень схожий с ChatGPT. Поддерживаются английский и китайский, на этих языках Manus работает “плавно, с естественным дружелюбным тоном”. Русский язык Manus воспринимает хуже – он не заявлен как целевой, но может что-то перевести. Важная особенность: Manus позиционируется не только как Q&A бот, но и как “универсальный помощник, выполняющий задачи”. То есть у него есть функции-агенты: например, помочь написать эссе, решить задачу, сгенерировать идею.

Сравнение по качеству и эффективности

Рассмотрим платформы в разрезе четырех важных критериев: релевантность ответов, воспроизводимость результатов, конфигурируемость и скорость генерации.

Релевантность (точность и соответствие ответов запросу): большинство ведущих LLM (ChatGPT, DeepSeek, Claude, Gemini) обеспечивают высокую релевантность, особенно на английском языке. GPT-5 от ChatGPT часто признается эталоном точности, однако на русском языке Claude иногда дает более естественные формулировки, а специализированные модели (GigaChat, YandexGPT) лучше справляются с локальными реалиями. Например, GigaChat Max на независимом русскоязычном лидерборде MERA – в числе лидеров, уступая лишь GPT-4 условной открытой версии. YandexGPT оптимизирован под русские запросы и, интегрируясь с Поиском, снабжает ответы актуальными данными, повышая их объективность. DeepSeek, по отзывам, выдает содержательные и академически точные ответы (его сравнивают с ChatGPT на равных). Manus AI в силу ориентации на простые запросы студентов может давать менее глубокие, хотя и более развлекательные ответы – т.е. релевантность чуть жертвуется ради дружелюбия. В целом, для сложных профессиональных вопросов (программирование, наука) наиболее релевантны Claude 2 и GPT-5, затем DeepSeek и GigaChat Max. Для фактических вопросов с актуальными данными – Perplexity и YandexGPT (так как они ищут в интернете). Стоит отметить, что Gemini Ultra в тестах превзошел GPT-4 на многих бенчмарках, но это скорее перспективы – мы не можем напрямую подтвердить релевантность Gemini в учебных задачах из-за недоступности.

Воспроизводимость (повторяемость результатов): под этим критерием подразумевается, насколько одинаковые ответы получаются при повторном запуске и насколько поведение модели стабильно с течением времени. Здесь преимущества у open-source моделей: Llama 2, Qwen, open Grok – они не меняются, если вы используете фиксированные веса, и можно задать фиксированный random seed, получив детерминированный ответ. Это идеально для воспроизводимых экспериментов: например, чтобы сравнить варианты промпта, исключив случайность. Коммерческие API (OpenAI, Anthropic) не позволяют явно задавать seed, и ответы могут меняться от запроса к запросу (при ненулевой temperature). Кроме того, они периодически обновляют модели: так, ответы ChatGPT GPT-3.5 летом 2023 и зимой 2024 могли различаться из-за скрытого обновления модели. Claude 2 и Perplexity могут менять контент-стратегию (например, Anthropic повысит строгость фильтров – некоторые ранее доступные ответы станут недоступны). С этой точки зрения, самая воспроизводимая – Llama 2 (локально, с seed=0 всегда один ответ), затем Qwen (то же условие). GigaChat и YandexGPT меняются реже – у них крупные релизы (GigaChat 1.0 → 2.0), но внутри версии ответы достаточно стабильны. У GigaChat API при temperature=0 можно получить почти детерминированный стиль (но все же мелкие варьирования пунктуации возможны). ChatGPT GPT-4 API при temperature=0 обычно тоже дает повторяемый ответ – OpenAI заявляет, что temperature=0 делает вывод детерминированным, хотя на очень длинных текстах возможны незначительные отличия. Manus AI, напротив, не гарантирует повторяемость: он настроен на креативность, и два запуска могут дать разные шутки или формулировки. В итоге, для исследовательских работ, требующих строгой повторяемости, лучше использовать локальные модели (Llama, Qwen) или ChatGPT/Claude с temp=0 и фиксированными версиями API. Для студентов, когда важно, чтобы пример из методички генерировал тот же результат у всех – опять же, либо локальная модель, либо предоставить снапшот ChatGPT (OpenAI позволяет указать версию модели по дате).

Конфигурируемость (возможность настройки и кастомизации): под этим подразумевается как низкоуровневое управление параметрами генерации, так и высокоуровневое – дообучение, подключение инструментов. Здесь лидеры – open-source: Llama 2 можно дообучить на своих данных, изменить архитектуру, добавить модули для

изображения – полная свобода. Qwen также открыта для тонкой настройки, и Alibaba даже снабдила её примерами дообучения под диалоги, под аудиовход, под длинный контекст. Grok-1 (опен) тоже можно переподготовить, хотя он уже устарел. Среди закрытых платформ наиболее гибкая – OpenAI: их API дает много параметров, плюс поддерживает функции (function calling), а с 2023 г. – и fine-tuning определенных моделей (GPT-3.5 можно дообучить под конкретный стиль). Anthropic пока не предлагает публич-фаинтюна, но Claude можно “кастомизировать” большой системной инструкцией (Constitution вшита, но вы можете добавить свои правила в System, и он их учтет). Google Vertex (Gemini) вероятно позволит fine-tune модели под задачи – PaLM 2 уже такое имелось (Adapter tuning). Российские – GigaChat и YandexGPT – частично конфигурируемы: у Сбера нет открытых весов, но они дают инструменты для обучения своих ботов на базе GigaChat (через SberCloud, используя технику RAG или привязки данных). Яндекс Cloud объявил AI Assistant API – это, по сути, платформа, где можно настроить своего чат-бота, обучив YandexGPT на доменных данных (например, на знаниях компании). То есть fine-tune как услуга. Поэтому преподаватель может обратиться к отечественным платформам для кастомных кейсов – возможно, под образовательные нужды Яндекс или Сбер выделяют доступ к такой настройке. ChatGPT частично конфигурируется “Системным сообщением” – это поверхностно, но всё же влияет. Manus AI наименее гибок: у него фиксированный “модный” тон, и возможностей подстроить под серьёзный стиль нет (это его фишка и ограничение). Perplexity тоже практически не настроить – он специально “честный ответ с ссылками”, без вариативности. Вывод: open LLM >> API крупных LLM >> закрытые ассистенты по степени возможности конфигурации. Для курса, где может понадобиться настроить модель под задачи студентов (например, говорить всегда пошагово или отвечать только цитатами) – лучше всего подходят OpenAI/Anthropic API (можно задавать параметры и примеры) или собственная Llama.

Скорость ответа: быстроедействие зависит от мощности инфраструктуры и размеров моделей. Здесь облачные сервисы обычно выигрывают, но есть нюансы. Самые быстрые отклики – у моделей, оптимизированных для реального времени: ChatGPT-3.5 Turbo отвечает практически мгновенно на короткие запросы, YandexGPT быстрый режим выдает короткие ответы за доли секунды (важно для поисковых ответов). GigaChat Lite специально сделан для скорости – жертвуя глубиной рассуждения. Manus AI тоже отметили за очень шустрый интерфейс без задержек (возможно, он использует относительно небольшую модель, чтобы держать скорость). Claude 2 на коротких запросах также достаточно быстр, но при длинном ответе (особенно с 100k контекстом) он может генерировать сравнительно медленно (но всё еще быстрее GPT-4). GPT-4 славится некоторой медлительностью: он генерирует ответ заметно медленнее GPT-3.5, особенно в чат-интерфейсе (OpenAI намеренно сдерживает скорость по соображениям нагрузки). В DeepSeek сравнение: он “отвечает чуть дольше” ChatGPT, но при этом “чуть умнее” – то есть небольшая задержка есть. Вероятно, DeepSeek-Chat (V3) ближе по скорости к GPT-4 (несколько секунд на сложный ответ). Perplexity может иметь задержку из-за веб-поиска: он сначала ищет (~1–2 сек), потом генерирует ответ (ещё пару секунд), так что суммарно иногда медленнее просто LLM. Grok – по отзывам, версия Grok-4 отвечала довольно быстро. Gemini Nano (на Pixel) – ультра-быстрый, но он ограничен по размеру модели (для простых запросов). Gemini Ultra, наоборот, вероятно медленнее GPT-4, ведь он ещё больше – но Google может параллелизировать выдачу за счёт MoE. Summing up: для коротких вопросов самым быстрым будет ChatGPT-3.5 или любой “Instant” (Claude Instant, GigaChat Lite) – ответы приходят за <1 секунды. Для больших текстов быстрее справляется Claude – он может выдать длинное продолжение очень эффективно, опережая GPT-4 (который часто ограничен по

токен/минуту). Llama 2 локальная скорость зависит от железа – на хорошем GPU 70B может выдавать ~10 токенов/сек, что приемлемо, но GPT-3.5 на сервере может ~30 tok/sec.

In the classroom context, скорость влияет на интерактивность: на презентации лучше показать модели с быстрым откликом (ChatGPT-3.5, GigaChat), чтобы не ждать. Для длительных задач (на фоне, с анализом больших данных) – Claude с его 100k контекстом: хоть и не молниеносно, но он один из немногих, кто вообще справится без разбивки данных.

Рекомендации по выбору платформ для заданий

Исходя из проведенного анализа, можно дать следующие рекомендации по использованию LLM-платформ в учебном процессе курса «Промпт-инжиниринг в проф. деятельности»:

Для базовых заданий (освоение промпт-техник, индивидуальные эксперименты): рекомендуется использовать доступные и русскоязычные модели, чтобы студенты не тратили время на обход блокировок. Оптимальный выбор – GigaChat (веб-версия или бот), а также YandexGPT (через Алису или ya.ru чат). Эти модели свободно понимают вопросы на русском, дают достаточно качественные ответы и просты в использовании. GigaChat подойдет для творческих задач (написать рассказ, составить письмо) и для технических вопросов на русском. YandexGPT хорошо применять для заданий, требующих актуальной информации или интеграции с поиском (например: «сформулируй ответ на вопрос по недавно вышедшей статье» – Яндекс найдет и ответит). ChatGPT (GPT-3.5) также может быть использован (через VPN) для базовых упражнений, особенно если нужна английская практика, но его блокировка усложняет доступ – имеет смысл либо подготовить общий аккаунт для класса, либо ограничиться демонстрацией преподавателем. Manus AI можно привлекать как дополнительный инструмент: например, дать студентам сравнить ответы Manus и GigaChat на простые вопросы, чтобы они потренировались анализировать различия тональности и полноты. Однако Manus не должен заменить основные платформы, так как его качество на русском ниже и нет гарантий устойчивости работы (периодически может требовать кредиты).

Для сравнительных заданий (сравнение ответов разных моделей, оценка качества промптов): необходимо задействовать несколько платформ разных типов. Рекомендуется включить хотя бы одну открыто-закрытую пару западных моделей и одну пару российских/китайских:

ChatGPT (GPT-4) vs Claude 2: если есть возможность (у преподавателя через Pое или VPN), стоит показать разницу между этими двумя передовыми англоязычными моделями. Например, дать им сложный вопрос по анализу текста – студенты увидят, что GPT-4 ответит более структурированно, а Claude добавит “человечности” и может учесть больше контекста (Claude держит 100k контекста, GPT-4 только 8k). Такое сравнение можно провести демонстрационно (преподаватель показывает заранее полученные ответы, поскольку студенты сами не достучатся до Claude).

DeepSeek vs ChatGPT: оба позиционируются как универсальные помощники, но DeepSeek может чуть лучше знать китайский/азиатский контекст и выдает ссылки на китайские источники. Задание: сравнить, как ChatGPT и DeepSeek отвечают на вопрос, требующий знания, скажем, китайской истории (или просто фактологический вопрос). Ожидаемо, DeepSeek даст не хуже ответ, а возможно и более подробный – это покажет студентам, что не все ограничивается OpenAI, есть сильные конкуренты. DeepSeek также можно сравнить с GigaChat: в Habr отмечалось, что ChatGPT и DeepSeek лучше GigaChat

по качеству ответов. Пусть студенты убедятся: например, вопрос по физике или математике – сравнить ответы GigaChat Pro и DeepSeek-R1. Вероятно, DeepSeek выстроит более чёткую логику решения, а GigaChat может чуть упростить. Это подведет к дискуссии о необходимости локальных доработок.

GigaChat vs YandexGPT: предложить чисто русскоязычные модели на один вопрос. Например, задать обоим: “Объясни парадокс кота Шрёдингера простыми словами”. Ожидается, что оба справятся, но по стилю будет различие: GigaChat (особенно Max) даст более строгий, научно выдержанный ответ, а Яндекс может написать проще, с житейским примером (исходя из практики Alice). Обсудить, какой подход лучше для целевой аудитории.

Llama 2 vs ChatGPT-3.5: если есть техническая возможность, можно студентам дать поработать с локальной Llama 2 (например, через интерфейс HuggingFace или Colab). Задание: придумать промпт и получить ответ от Llama 2-13B и от ChatGPT. Сравнить, где ответы точнее. Скорее всего, на сложных вопросах Llama 2 может ошибаться или давать более краткий ответ – студенты увидят разницу между моделью с 13 млрд параметров и 175 млрд (GPT-3.5). Это подчеркнет важность масштаба и RLHF.

Manus vs Perplexity: любопытное сравнение – оба ориентированы на широкую аудиторию, но Manus отвечает без источников, а Perplexity – строго с фактами. Можно задать открытый вопрос (например, “Почему небо голубое?”). Manus, вероятно, выдаст популярно-научное объяснение с шутливым тоном, а Perplexity – короткий фактический ответ с ссылками на учебник. Обсудить, где легче воспринимать – “сухой” правильный ответ или дружелюбное пояснение. Так студенты поймут, как разные задачи (развлекательный бот vs справочная система) диктуют стиль.

Эти сравнительные упражнения помогут выработать критическое отношение к ответам ИИ и навыки оценки качества: релевантности, полноты, стиля. Главное – обеспечить, чтобы студенты имели хотя бы ограниченный доступ к упомянутым парам (кроме Claude/GPT-4, тут можно обойтись разбором готовых примеров).

Для мультимодальных заданий (работа с изображениями, аудио, сложными данными): лучше использовать платформы, специально поддерживающие такие возможности. Оптимальный выбор: ChatGPT Plus (GPT-4 Vision) и GigaChat Vision.

Задания с изображениями: например, дать студентам картинку с диаграммой и попросить модели ее проанализировать. ChatGPT Plus способен “посмотреть” изображение (в чате можно загрузить) и написать выводы. GigaChat Pro позволяет прикрепить иллюстрацию через API или веб – он определит, что на ней, и даже распознает текст на картинке. Студенты могут сравнить: GPT-4Vision опишет изображение на английском довольно подробно; GigaChat – на русском и, возможно, уделит внимание специфике (как в примере со стилем одежды). Если нужно только описать картинку, можно и YandexGPT подключить – правда, прямого функционала нет, но можно воспользоваться их CV API (это усложнит). Более легкий путь – Perplexity с DALL-E3: можно попросить Perplexity сгенерировать изображение по запросу или проанализировать (нет, анализ не умеет). Все же, ChatGPT и GigaChat – основные инструменты.

Задания с аудио: здесь выбор меньше. ChatGPT (в приложении) умеет воспринимать голос – можно на занятии голосом задать вопрос и показать студентам ответ. Но лучше сконцентрироваться на тексте. Если очень нужно – можно показать демо Qwen-Audio: например, проиграть кусочек музыки и рассказать, что модель (по документации) может

распознать. Но вживую это сложно организовать. Проще – Яндекс: его переводчик или браузер уже умеет суммировать видео. Можно взять небольшое видео лекции (2-3 минуты) и показать, как Яндекс браузер (с включенным ИИ) выдает краткое резюме на русском. Это продемонстрирует практическую мультимодальность (а за ней стоит YandexGPT).

Комбинированные задания: например, “Загрузите PDF-файл статьи и получите от модели ее краткий обзор + сгенерируйте иллюстрацию к ней”. Это можно сделать связкой Perplexity (анализ PDF) и ChatGPT (генерация рисунка) или DeepSeek (анализ файлов и генерация изображений). Однако, из-за ограничений доступа, возможно лучше не давать слишком сложных заданий студентам, а показать в лекционном формате.

Рекомендуется хотя бы показать на проекторе работу GPT-4 Vision – как он отвечает на нарисованную задачу из математики или объясняет фотографию. Также и GigaChat Vision: можно открыть их веб-интерфейс, загрузить картинку (например, страницу текста, как в пресс-релизе) и получить вывод. Такие демонстрации вдохновляют и показывают актуальный уровень AI. Если инфраструктура в классе позволяет, некоторые мультимодальные активности можно сделать интерактивно (студенты предлагают картинку – модель отвечает). Только нужно заранее обеспечить необходимые доступы (ChatGPT Plus у преподавателя, GigaChat Vision доступ через sber.ru).

При выполнении лабораторных работ:

Для экспериментов с параметрами генерации (temperature, длина и т.п.) нагляднее использовать открытые модели (Llama 2, либо доступные через API). Можно предложить студентам небольшой скрипт в Google Colab, где вызов Llama 2 делается с разными настройками, и они наблюдают разницу в стиле. Это лучше, чем пытаться “на глаз” в ChatGPT уловить изменения, ведь ChatGPT UI не дает прямого контроля.

Если лабораторная подразумевает создание своего чат-бота, то в качестве бэкенда для него удобно взять либо OpenAI API (если вуз готов оплатить немного токенов и настроен VPN/proxy), либо Sber GigaChat API (для русскоязычного бота, и нет вопросов с оплатой, надо только зарегистрировать разработчика). YandexGPT API тоже возможен, но процедура доступа может быть сложнее. OpenAI API хорошо документирован и студенты быстрее разберутся. GigaChat API – преимущество в локальном языке и отсутствии санкц.преград. В итоге, в курсовых мини-проектах, где важна интеграция, можно ориентироваться на эти варианты.

Учебные примеры и корпуса: при планировании примеров стоит включать данные разных языков и областей, чтобы подчеркнуть сильные и слабые стороны моделей. Например, небольшой кейс на китайском языке: спросить DeepSeek или ChatGPT о китайской поговорке – DeepSeek может ответить лучше. Или код-пример: попросить ChatGPT и GigaChat написать функцию на Python – сравнить (обычно ChatGPT пишет более оптимизировано). Этический кейс: попросить разные модели сгенерировать потенциально нежелательный ответ (вежливо сформулировать провокацию) – увидеть, как ChatGPT откажет, Claude откажет более эмпатично, а, скажем, Manus или Llama могут попытаться ответить. Это демонстрирует встроенные правила и ответственность разработчиков.

Настройка автотестов и визуализация результатов

Автоматическое тестирование студенческих работ – ключевой элемент инфраструктуры курса. Корректная настройка автотестов и удобное представление их результатов позволяют студентам получать быструю обратную связь, а преподавателю –

оперативно контролировать успеваемость. Ниже приведены рекомендации по настройке автотестирования и организации вывода результатов:

Разработка автотестов. Преподаватель (или разработчики курса) разрабатывает набор тестовых сценариев для каждой лабораторной работы или задания. Эти тесты могут проверять разные аспекты: правильность ответов нейросети на заданные промпты, корректность работы написанного студентом кода, соответствие формату вывода и др. При создании автотестов следует стремиться к максимальной автоматизации оценки – чтобы минимизировать ручную проверку. Например, если задание – написать набор промптов под определенную задачу, автотест может автоматически отправить эти промпты в API выбранной LLM и проанализировать характер ответа (поиск ключевых слов, форматов). Если задание – написать скрипт, то автотесты запускают этот скрипт на тестовых данных. Важно: автотесты должны быть устойчивы к вариативности ответов нейросетей. То есть, вместо точного сравнения текста ответа лучше проверять на содержание некоторых ключевых фраз, длину ответа, отсутствие недопустимых элементов и т.д., либо задавать фиксированный seed/температуру=0 для детерминизма.

Интеграция с CI. В файле `.gitlab-ci.yml` настраивается job (например, `run_tests`), который запускает автотесты. Для Python-проекта это может быть: установка зависимостей (`pip install -r requirements.txt`), затем запуск `pytest --maxfail=1 --disable-warnings -q` (в тихом режиме) или другого тест-раннера. По завершении тестов необходимо сохранить результаты. Рекомендуется выводить отчеты в формате JUnit XML – многие тестовые фреймворки умеют генерировать такой файл (например, `pytest` с флагом `--junitxml=report.xml`). GitLab CI настроен так, чтобы этот файл считался артефактом job и помечался как тестовый отчет. Это позволит просматривать сводку тестов прямо в интерфейсе GitLab (число упавших/пройденных тест-кейсов).

HTML-отчеты. Для более наглядной визуализации результатов можно дополнительно формировать HTML-отчет. Например, использовать библиотеку `pytest-html` или `Allure Report` для генерации красивого отчета с детализацией по каждому тесту (включая логи, скриншоты и пр., если нужно). Процесс может быть таким: после прогона тестов (stage test) запускать отдельный stage (например, report), который собирает результаты. Если тесты выполнялись параллельно в нескольких job, можно склеить отчеты из каждого (объединить несколько XML в один или воспользоваться функциями Allure для агрегирования). Полученный HTML-файл (или папку со статическими файлами отчета) добавляется как артефакт сборки. В настройках GitLab CI можно указать, чтобы артефакты stage report не удалялись сразу (или публиковались через GitLab Pages). Например, некоторые компании размещают итоговые отчеты на GitLab Pages для удобного доступа, однако в учебных целях достаточно хранения артефакта внутри GitLab. Студент сможет скачать HTML-отчет из страницы pipeline (раздел Job Artifacts), открыть локально в браузере и просмотреть подробности: какие тесты пройдены, какие упали, какие ошибки возникли.

Для простых случаев можно обойтись и без HTML: GitLab отображает базовую статистику тестов и лог консоли, в котором видны сообщения `assertion failed` и т.п. Тем не менее, методически рекомендуется предоставить хотя бы краткий структурированный отчет, чтобы студент понимал, в чем ошибка. Например, можно в вывод теста явно писать: "Ошибка: функция X должна возвращать число, а вернула строку" и т.п. – тогда этот текст будет виден в логах pipeline.

Настройка уведомлений. Преподаватель может настроить оповещения о результатах CI: например, интегрировать GitLab с почтой или мессенджером (Rocket.Chat/Slack) для отправки сводки о каждом прогоне тестов. Однако в условиях учебного процесса это опционально. Достаточно, что студент сам видит статус своего конвейера. При необходимости, на очных занятиях преподаватель может просмотреть список последних pipeline в проектах студентов и выявить, у кого тесты красные (не прошли) – чтобы оперативно помочь.

Пример реализации: в шаблонном репозитории настроен параллельный запуск двух групп тестов (чтобы ускорить проверку). После прохождения, в stage report собирается единый HTML. Итоговый `.gitlab-ci.yml` включает артефакты (JUnit, HTML). Студент, зайдя в свой проект в GitLab после push, видит: pipeline выполняется, затем получает статус. Если есть ошибки – заходит внутрь, читает лог или скачивает отчет. Это приучает к навыкам CI/CD и отладке по логам, что само по себе является ценным профессиональным умением.

Вопросы информационной безопасности и конфиденциальности

При организации вычислительной инфраструктуры особое внимание уделяется информационной безопасности, защите учетных данных и конфиденциальности данных студентов. Ниже приведены основные положения, которые необходимо соблюдать:

Хранение токенов и ключей доступа. API-ключи для доступа к LLM-платформам (OpenAI API ключ, токен доступа Sber GigaChat, Yandex Cloud API ключ и пр.) должны храниться только в защищенных хранилищах, недоступных в репозитории в открытом виде. Категорически запрещается коммитить ключи в Git. Для локального тестирования студенты могут хранить ключи в переменных окружения или в файле конфигурации, который добавлен в `.gitignore`. В CI/CD рекомендуется использовать секретные переменные проекта: преподаватель или администратор GitLab добавляет API-токены в настройках проекта (Settings -> CI/CD -> Variables) с метками protected или masked, чтобы они не выводились в лог. В самом `.gitlab-ci.yml` вместо явных значений подставляются ссылки на эти переменные (например, `$OPENAI_API_KEY`). Такой подход гарантирует, что даже имея доступ к репозиторию, студент не видит чужих ключей, и при экспорте проекта секреты не утекут. В отчетах и логах нельзя допускать печати секретов (GitLab обычно маскирует их автоматически, если они добавлены как masked variables).

Конфиденциальность пользовательских данных. Студентам разъясняется, что любые личные данные или чувствительная информация, которую они вводят в промпты LLM, может быть сохранена на стороне внешнего сервиса. Поэтому запрещается использовать реальные персональные данные (свои или тем более чужие) в формулировках промптов. Все кейсы должны носить учебный, обезличенный характер. Если по заданию требуется обработать датасет, содержащий персональные сведения, такие данные должны быть либо синтетическими, либо обезличенными. Кроме того, OpenAI и другие сервисы используют введенные пользователями данные для обучения моделей (если не отключить эту опцию). В связи с этим, любые чувствительные фрагменты (например, фрагменты закрытого кода компании, коммерческая тайна и пр.) не должны быть отправлены в публичные LLM. В рамках учебного курса мы работаем с открытой информацией.

Правила использования сторонних сервисов. Следует придерживаться пользовательских соглашений соответствующих платформ. Например, у OpenAI есть политика содержания, у Яндекса – ограничения на использование их API (количество

запросов в секунду и пр.). Студенты должны быть проинформированы о том, что несанкционированное использование API (вирусная нагрузка, попытки обхода ограничений) недопустимо. Также, если используются бесплатные версии с ограничениями, не следует создавать избыточные нагрузки – это может привести к временной блокировке доступа по IP или аккаунту.

Запрет на использование VPN и прокси для обхода блокировок. В соответствии с политикой учебного заведения, а также во избежание нарушения лицензионных соглашений, запрещено использование VPN или анонимайзеров для доступа к сервисам, которые официально недоступны. В контексте данного курса это означает, что если с кампусной сети напрямую не открывается ChatGPT (OpenAI) или иной внешний ресурс, использовать его через VPN нельзя. Вместо этого предложены альтернативы (GigaChat, YandexGPT, DeepSeek), свободно работающие из России. Это правило продиктовано как юридическими соображениями (соблюдение законов о санкциях и ограничениях), так и вопросами безопасности (нежелательно, чтобы учебный трафик проходил через непроверенные VPN-сервисы, которые могут компрометировать данные).

Безопасность инфраструктуры. GitLab-платформа должна быть настроена с учетом защиты данных: доступ к группам проектов – по приглашениям; права гостей или репортеров для посторонних – отключены; все проекты студентов приватны. Если используется собственный сервер GitLab, он должен быть обновлен до актуальной версии и находиться под защитой (SSL, фаервол). Резервное копирование репозиторий – рекомендуется (на случай сбоев, чтобы не потерять результаты работ). Данные, генерируемые во время CI (артефакты, отчеты), хранятся ограниченное время (по умолчанию 7-30 дней) – этого достаточно для проверки, старые артефакты автоматически удаляются, сокращая риск утечки информации.

Этичное использование AI. Последний аспект безопасности – это этика и академическая честность. Студентам объясняется, что LLM – инструмент для помощи, но не средство для плагиата. Использование готовых решений из AI для прохождения контроля знаний недопустимо (если только это не предусмотрено заданием). В методических указаниях стоит подчеркнуть, что все обращения к AI должны быть осмысленными и служить образовательным целям.

Соблюдение всех перечисленных мер гарантирует, что вычислительная инфраструктура будет не только функциональной, но и безопасной для всех участников образовательного процесса.

Чек-лист корректности реализации инфраструктуры

Для проверки того, что инфраструктура развернута и настроена правильно, используйте следующий чек-лист. Он поможет убедиться, что все компоненты работают согласованно и отвечают требованиям:

Рабочие места готовы: На компьютерах студентов и преподавателя установлены требуемые ОС и обновленные браузеры. Все необходимое ПО (Git, Docker, Python, редакторы) установлено и протестировано в работе. Интернет-соединение стабильное, сайты LLM-платформ открываются (без VPN).

GitLab и репозитории: Создана группа проектов курса на GitLab (например, `prompt-engineering-2025`). Шаблонный репозиторий (или несколько, по числу лабораторных) подготовлен и содержит: структуру папок, примеры, `.gitlab-ci.yml`, автотесты, инструкции.

Каждому студенту выдан личный репозиторий (форк или проект из шаблона) и доступ к нему. Права доступа настроены (студент – Developer своего проекта, преподаватель – Maintainer всех проектов). Проверено, что коммиты пушатся и видны в удаленном репо.

CI/CD конвейер: Файл ``.gitlab-ci.yml`` валидный (GitLab не выдает ошибок синтаксиса). GitLab Runner зарегистрирован и имеет тег, указанный в конфигурации CI (если используется свой Runner). При пуше в репозиторий пайплайн автоматически стартует: это можно проверить, сделав тестовый коммит. Runner успешно подтягивает нужный Docker-образ и выполняет задачи. В случае использования общего раннера – убедиться, что проект имеет достаточный лимит минут или включен в учебную подписку.

Автотесты: Предварительный прогон автотестов прошел успешно. Например, в шаблонном репозитории можно оставить реализацию по умолчанию, которая заведомо проходит тесты (или отдельный “пробный” тест, всегда проходящий). Убедиться, что зеленый pipeline получается в эталонном решении. Если автотесты заведомо должны падать на заготовке (что тоже возможно, чтобы стимулировать решение задачи), то это оговорено, и красный статус в начале – это норма. В любом случае, важно проверить, что сами тесты корректно выполняются и при допущении ошибок выводят понятные сообщения.

Отчеты и артефакты: Настроено сохранение артефактов CI: JUnit-отчет (``report.xml`` или аналогичный) и/или HTML-отчет. В настройках ``.gitlab-ci.yml`` указаны пути к артефактам и срок их хранения. После прогона тестового pipeline видно, что в разделе Jobs > Artifacts присутствуют файлы отчетов, их можно загрузить и просмотреть локально. При открытии HTML-отчета в браузере отображается структура результатов (если применяется HTML). В интерфейсе GitLab на вкладке Pipeline > Test Report отображаются названия тестов и их статус – значит, парсинг отчетов удался.

LLM-платформы: Проверено, что все 4 рекомендованные платформы доступны и функционируют:

- ChatGPT: учетная запись OpenAI создана; при обращении через веб-интерфейс запросы на английском и русском выдают ответы. (Если доступ ограничен, принято решение, как быть: либо использовать вне аудитории, либо пропустить этот инструмент.) Если планируется API – тестовый вызов через curl или Postman с API-ключом возвращает 200 OK и результат.

- DeepSeek: веб-чат открывается, модель отвечает на тестовый вопрос. Регистрируется аккаунт для API (при необходимости) и выполняется пробный API-запрос.

- GigaChat: выполнен вход через Сбер ID на giga.chat, чат работает (например, задан вопрос на русском – получен ответ). Через кабинет разработчика Sber проверено получение API-ключа, выполнен тест cURL запрос к эндпоинту GigaChat API с полученным токеном (например, метод completions) – получен ответ от модели.

- YandexGPT: проверена работа Алисы с сложным вопросом (убеждаемся, что отвечает именно новая модель). Если используется Yandex Cloud API – получен или сгенерирован API-ключ, выполнен тестовый вызов к endpoint'у Яндекса (например, с помощью ``curl`` к `[https://api.cloud.yandex.net/ai/studio/v1/...](https://api.cloud.yandex.net/ai/studio/v1/...)` с заданным промптом) – получен ответ.

Безопасность: Убедиться, что никакие секреты не закоммичены. Просмотреть репозитории (особенно ``.gitlab-ci.yml`` и код тестов) на отсутствие явных ключей, паролей.

Проверить, что в GitLab CI Variables добавлены необходимые токены (`OPENAI\_API\_KEY`, `GIGACHAT\_CLIENT\_ID`/`SECRET`, и т.д.) и что они помечены как protected/masked. Попробовать запустить pipeline с использованием этих переменных и убедиться, что в логах не светятся их значения.

Отказ от VPN: На тестовом рабочем месте, подключенном к той же сети, что и будут студенты, попробовать обратиться ко всем сервисам. Проверить, что без VPN открываются DeepSeek, GigaChat, YandexGPT. В случае с ChatGPT – либо тоже открыт, либо недоступен. Если недоступен – убедиться, что эта информация донесена до студентов и в методических указаниях указано использовать альтернативы. Никаких настроек VPN-клиентов на машинах не выполнено (или они отключены).

Резервный канал: Опционально, предусмотреть резервный вариант на случай сбоев: например, если GitLab SaaS ляжет, иметь локальный Git-сервер для офлайн сдачи, или если вдруг внешние LLM API будут недоступны, иметь локальную копию модели (типа Llama 2 7B) для демонстрации. Это не строго необходимо, но как пункт проверки – полезно продумать.

План-проспект методических указаний по организации лабораторных работ по дисциплине "Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности"

1. Общие сведения

Образовательная программа: Искусственный интеллект и аналитика данных

Дисциплина: "Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности"

Вид обеспечения: Проведение лабораторных работ

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 1-го года обучения.
- Наличие доступа к вычислительным ресурсам (GPU/CPU).
- Использование открытых датасетов и библиотек, доступ к БЯМ.

2. Цели, задачи и ожидаемые результаты

Цели:

- Закрепление теоретических знаний на практике.
- Развитие навыков работы с Промпт запросами к БЯМ в профессиональной деятельности.
- Подготовка к решению реальных задач в индустрии.

Задачи:

- Обеспечить студентов структурированными лабораторными работами.
- Предоставить доступ к необходимым вычислительным ресурсам.
- Организовать проверку и обратную связь по выполненным работам.

Ожидаемые результаты:

- Умение применять Промпт запросы к БЯМ на практике.
- Навыки работы с базовыми техниками промт-инжиниринга: шаблоны, цепочки рассуждений, system prompts.
- Опыт создания собственных промтов и анализу их эффективности.

3. Порядок реализации

3.1. Задача №1: Подготовка лабораторных работ

1) Определение тем:

- Введение в генеративный ИИ и LLM
- Архитектуры генеративных моделей
- Принципы промпт-инжиниринга
- Шаблоны и стратегии промптов
- Создание пайплайнов взаимодействия с ИИ
- Интеграция промптов в бизнес-кейсы
- Отладка, тестирование и метрики качества
- Мультимодальные промпты и интерфейсы
- Этические аспекты и защита от генеративных рисков
- Курсовая работа и защита

2) Разработка заданий:

- Пошаговые инструкции.
- Примеры кода.
- Контрольные вопросы.

Разработка заданий для лабораторной работы «Принципы промпт-инжиниринга».

Название: Влияние параметров генерации и структуры промпта на результат

Цель: Научиться проектировать эффективные промпты и понимать влияние параметров генерации на выход LLM.

Задачи:

1. Сравнить генерацию текста при использовании разных структур промпта (вопрос, инструкция, ролевая модель).
2. Изменить параметры генерации (temperature, top_p, max_tokens) и проанализировать результат.
3. Сделать выводы о принципах точного управления генерацией.

Ожидаемые результаты:

- Умение формировать промпты разных типов.
- Понимание ключевых параметров генерации.
- Навык анализа влияния параметров на результат.

Инструменты и библиотеки:

- DeepSeek, ChatGPT, Perplexity, Grok / OpenAI Playground
- Python (опционально, через OpenAI API)
- Jupyter Notebook / Google Colab

Исходные данные: Примеры тем: «Объясни, что такое производная», «Напиши письмо преподавателю», «Составь список рекомендаций»

Ход работы:

1. Выберите 3 темы (см. выше).
2. Для каждой темы сформулируйте по 3 промпта:
 - В виде вопроса
 - В виде инструкции
 - В виде диалога (роль: преподаватель)
3. Сгенерируйте текст при следующих параметрах:
 - Температура: 0.2, 0.7, 1.0
 - Top_p: 1.0, 0.9
 - Max tokens: 50, 100
4. Оформите таблицу с результатами.
5. Проанализируйте:

- Какие типы промптов дают наиболее точный результат?
- Как влияет температура на вариативность?
- Как изменяется стиль и длина при изменении max_tokens?

Пример промпта:

Ты — преподаватель по математике. Объясни студенту, что такое производная, простым языком.

Пример кода (опционально):

```
import openai
openai.api_key = 'your-key'
response = openai.ChatCompletion.create(
    model="gpt-3.5-turbo",
    messages=[{"role": "user", "content": "Объясни, что такое производная"}],
    temperature=0.7,
    top_p=1.0,
    max_tokens=100
)
print(response['choices'][0]['message']['content'])
```

Анализ результатов:

- Температура 0.2 даёт шаблонный, формальный ответ.
- Температура 1.0 — более креативный и иногда некорректный результат.
- Ролевая модель даёт более понятный и дружелюбный ответ.

Требования к отчёту:

- Таблица с параметрами и результатами генерации
- Примеры промптов (минимум 3 темы × 3 структуры)
- Аналитическая часть с выводами
- Скриншоты или вывод кода

Критерии оценки (зачтено/незачтено):

Зачтено: все типы промптов реализованы, минимум 6 генераций, таблица оформлена, выводы осмысленны.

Незачтено: отсутствуют 2+ варианта промпта, нет анализа, неполный отчёт.

Формируемые компетенции:

- ML-1 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.
- ML-2 П Способен применять фундаментальные принципы и методы машинного обучения включая подготовку данных оценку качества моделей и работу с признаками LLM-3.6.
- DL-2 Б Способен применять и (или) разрабатывать современные архитектуры генеративных глубоких сетей.
- LLM-3 П Организует взаимодействие с генеративными моделями через проектирование, анализ и применение промптов.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Чернышев, С. А. Основы программирования на Python : учебное пособие для вузов / С. А. Чернышев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 286 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14350-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496893>. (дата обращения: 19.07.2025).
2. Платонов, А. В. Машинное обучение : учебное пособие для вузов / А. В. Платонов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 85 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15561-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/508804> (дата обращения: 19.07.2025).
3. Рабчевский, А. Н. Синтетические данные и развитие нейросетевых технологий : учебное пособие для вузов / А. Н. Рабчевский. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 187 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17716-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/545036> (дата обращения: 19.07.2025).
4. Елисеев А. И., Минин Ю. В. Разработка программных интерфейсов веб-приложений с использованием фреймворка FastAPI : учебное пособие. Тамбов: ТГТУ, 2024. 81 с. <https://e.lanbook.com/book/472310> (дата обращения: 19.07.2025).
5. Лиманова Н. И. Разработка интеллектуальных чат-ботов : учебное пособие. Самара: ПГУТИ, 2024. <https://e.lanbook.com/book/463568> (дата обращения: 19.07.2025).

5.2 Дополнительная литература:

1. Ф. Джеймс, Т. Майк Промт-инжиниринг для GenAI. Паттерны надежных запросов для качественных результатов, Sprint Book, 2025, 432 с.
2. А.А. Костин Промпт-инжиниринг. Язык будущего. 2025. Ridero, 594 с.
3. В.А. Петров, А.Н. Тихонов. Искусственный интеллект и обработка естественного языка.
4. Златопольский Д. М. Основы программирования на языке Python. 2-е изд. Москва: ДМК Пресс, 2018.
5. А.А. Кузнецов. Машинное обучение для обработки естественного языка.
6. Руководство Google по промт-инжинирингу. Часть 1: основы и базовые техники <https://habr.com/ru/articles/901426/>
7. Документация облачных сервисов cloud.ru, yandex.cloud.
8. <https://education.yandex.ru/handbook/prompting>
9. <https://yandex.cloud/ru/training/training-pro#Data>
10. Elshall AS and Badir A (2025) Balancing AI-assisted learning and traditional assessment: the FACT assessment in environmental data science education. Front. Educ. 10:1596462. doi: 10.3389/feduc.2025.1596462 (Статья о рисках снижения базовых навыков при чрезмерной опоре на ИИ).
11. Wharton Knowledge “Without Guardrails, Generative AI Can Harm Education” (2024) <https://knowledge.wharton.upenn.edu/article/without-guardrails-generative-ai-can-harm-education/#:~:text=practice%20session%2C%20yet%20scored%20about,exam%20as%20the%20control%20group> Статья– эксперимент о влиянии GPT на обучение: зависимость от ИИ снижает глубокое усвоение материала.
12. Kadurin, Artur, et al. "The cornucopia of meaningful leads: Applying deep adversarial autoencoders for new molecule development in oncology." Oncotarget 8.7 (2016): 10883.

13. Kadurin, Artur, et al. "druGAN: an advanced generative adversarial autoencoder model for de novo generation of new molecules with desired molecular properties in silico." *Molecular pharmaceutics* 14.9 (2017): 3098-3104.
14. Polykovskiy, Daniil, et al. "Molecular sets (MOSES): a benchmarking platform for molecular generation models." *Frontiers in pharmacology* 11 (2020): 565644.
15. Khrabrov, Kuzma, et al. " ∇^2 DFT: A Universal Quantum Chemistry Dataset of Drug-Like Molecules and a Benchmark for Neural Network Potentials." *Advances in Neural Information Processing Systems* 37 (2024): 36869-36889.
16. Polykovskiy, Daniil, et al. "Entangled conditional adversarial autoencoder for de novo drug discovery." *Molecular pharmaceutics* 15.10 (2018): 4398-4405.
17. Николенко, Сергей, Кадури, Артур и Архангельская Екатерина. Глубокое обучение. "Издательский дом" Питер", 2017.
18. <https://openreview.net/forum?id=FMMF1a9ifL>
19. <https://openreview.net/forum?id=ElUrNM9U8c#discussion>
20. <https://openreview.net/forum?id=JoO6mtCLHD>
21. <https://aclanthology.org/2024.findings-emnlp.760/>
22. <https://aclanthology.org/2020.coling-main.588/>
23. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-72113-8_30
24. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-42448-9_10
25. <https://aclanthology.org/2024.findings-naacl.288/>
26. Sun, X., Li, J., Kovalenko, A.V., Feng, W., Ou, Y. Integrating Reinforcement Learning and Learning From Demonstrations to Learn Nonprehensile Manipulation //IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2023, 20(3), 1735–1744, DOI: 10.1109/TASE.2022.3185071, Q1
27. Petukhova, A.V.; Kovalenko, A.V.; Ovsyannikova, A.V. Algorithm for Optimization of Inverse Problem Modeling in Fuzzy Cognitive Maps. *Mathematics* 2022, 10, 3452. DOI: 10.3390/math10193452, Q1
28. Kirillova, E.; Kovalenko, A.; Urtenov, M. Study of the Current–Voltage Characteristics of Membrane Systems Using Neural Networks. *AppliedMath* 2025, 5, 10. <https://doi.org/10.3390/appliedmath5010010>,

5.3. Периодические издания:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.4. 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» <http://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. Scopus <http://www.scopus.com/>
2. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>

5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
7. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
8. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
9. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
10. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals: <https://www.nature.com/>
12. Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
14. Nano Database: <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Бесплатные образовательные ресурсы

1. Jupyter Notebook – интерактивные вычисления
2. Visual Studio Code – редактор кода с поддержкой Python
3. Google Scholar/arXiv – доступ к научным публикациям

Ресурсы свободного доступа

1. Промпт и Промпт инжиниринг https://courses.sberuniversity.ru/generative_art/img/13
2. Principled Instructions Are All You Need for Questioning LLaMA-1/2, GPT-3.5/4 (<https://arxiv.org/abs/2312.16171>).
3. Nathan Hunter. The Art of Prompt Engineering with ChatGPT
4. ChatGPT Prompt Engineering for Developers <https://www.promptingguide.ai/>
5. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
6. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
7. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
8. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
9. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
10. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
11. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
12. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
13. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
14. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
15. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
16. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

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. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
6. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
7. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

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

По дисциплине «Промпт-инжиниринг в профессиональной деятельности» предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых даётся систематизированное представление о генеративных моделях искусственного интеллекта (ИИ) и их применении в профессиональной деятельности. В ходе лекций студенты знакомятся с базовыми концепциями генеративного ИИ (LLM, diffusion-модели), принципами их архитектуры (Transformer, GPT, BERT, T5), методами взаимодействия с такими моделями через текстовые запросы (prompt engineering). Особое внимание уделяется анализу стратегий промпт-инжиниринга: zero-shot, few-shot, chain-of-thought prompting, а также современным практикам создания эффективных запросов к LLM. Демонстрируются практические примеры использования генеративных моделей в бизнесе, образовании, программировании, креативных индустриях. Обсуждаются ключевые риски генерации: галлюцинации, этические ограничения, защита персональных данных. После каждой лекции студентам рекомендуется выполнить прикладные задания — анализировать ответы LLM, экспериментировать с параметрами генерации и шаблонами промптов.

Лабораторные занятия посвящены формированию практических навыков работы с генеративными ИИ-моделями. Студенты последовательно осваивают методы промпт-инжиниринга на платформе ChatGPT, а также через API-интерфейсы (OpenAI, Hugging Face, YandexGPT и др.). Выполняются упражнения по настройке параметров генерации (temperature, top-p, max tokens), составлению шаблонов промптов для типовых задач (написание писем, объяснение кода, генерация описаний). Рассматриваются веб-технологии интеграции генеративных моделей: создание сервисов на FastAPI, запуск интерфейсов через Gradio или Streamlit. В ходе лабораторных занятий студенты также изучают методы тестирования и отладки промптов, проводят A/B-тестирование, оценивают качество генерации по метрикам (BLEU, ROUGE). Выполняются проекты по генерации текста, изображений и мультимодальных ответов. После каждого занятия выдаются задания для самостоятельной доработки — настройка собственных промптов, реализация цепочек взаимодействия с ИИ, анализ ответов модели.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углублённое изучение методологических и прикладных аспектов промпт-инжиниринга. Рекомендуется регулярно обращаться к учебникам, документации API и статьям по теме (включая публикации на arXiv, OpenAI Research, Google DeepMind). Студенты должны научиться формулировать прикладные задачи (автоматизация переписки, поддержка пользователей, генерация кода), разрабатывать промпты и пайплайны генерации, настраивать параметры вывода и оценивать релевантность результатов. Особое внимание уделяется разработке комплексных решений — от проектирования промптов до внедрения в виде web-интерфейса или CLI-инструмента. Умения в области Python-программирования и баз данных активно применяются при обработке входных/выходных данных и построении пользовательских интерфейсов.

Итоговой формой освоения курса является проектная (курсовая) работа. В её рамках студент разрабатывает полнофункциональный AI-инструмент, использующий промпты и

генеративные модели. Это может быть чат-бот, генератор маркетинговых текстов, ассистент преподавателя, визуализатор знаний и др. Курсовой проект охватывает все ключевые элементы: анализ предметной области, построение промптов, тестирование и отладка, реализация пайплайна взаимодействия, анализ рисков и ограничений. Такой подход позволяет студенту проявить творческую инициативу и продемонстрировать уровень сформированных компетенций.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены индивидуальные консультации и адаптированные материалы. Преподаватель помогает осваивать интерфейсы взаимодействия с ИИ, объясняет ключевые понятия в доступной форме, предоставляет инструкции с альтернативным форматированием. При необходимости используются голосовые интерфейсы, увеличенный масштаб экрана, сопровождение при выполнении заданий. Индивидуальный подход обеспечивает равные условия участия в образовательном процессе и достижения запланированных результатов обучения.

Рассмотрим примеры кейсов.

Подход, определяющий установление соответствия кейсов ИП и УГТ (5), позволяет четко соотносить этапы развития технологии с вовлеченностью партнера и снижать риски при переходе от лабораторных испытаний к промышленному внедрению.

УГТ5 - Проверка данного уровня проводится в средах имитационного моделирования эмулирующих условия приближенные к реальности. Таким образом реализуется основная цель, продемонстрировать уровень готовности технологии на модельной среде максимально приближенной к реальности, а также проверить соответствие технологии требованиям к производительности (провести профилирование на реальных объемах и убедиться в эффективности процедуры масштабирования).

Кейс 1. Генеративный ИИ для автоматического составления инвестиционных обзоров

Описание: Аналитики банка ежедневно готовят десятки аналитических и инвестиционных обзоров по рынкам, компаниям, макроэкономическим показателям. Задача – исследовать применение больших языковых моделей (LLM) для генерации кратких сводок и аналитических отчетов на основе входных данных (биржевые котировки, макроэкономические показатели, рыночные события). По сути, требуется автоматизировать подготовку инвестиционного обзора, чтобы экономить время аналитиков и обеспечить единообразие стиля.

Цель: Разработать инструмент на базе LLM, способный по структурированным данным и краткому описанию формировать инвестиционный обзор в деловом банковском стиле. Иными словами, настроить промпт и модель так, чтобы на основе табличных данных и краткой справки генерировался связный текст отчета.

Ожидаемый результат: Прототип модели, генерирующей аналитический текст обзора объемом 500–1000 слов с разделами «Обзор событий», «Рекомендации», «Прогнозы», оформленный по стандартам банка. Студент должен представить пример сгенерированного обзора и показать, как промпт-инжиниринг позволил получить осмысленный структурированный отчет.

Кейс 2. NLP-анализ жалоб клиентов в свободной форме

Описание: В клиентскую службу банка поступают обращения от клиентов через чат, мобильное приложение и форму жалоб. Эти сообщения пишутся в свободной форме и могут содержать описания проблем, эмоции клиентов и т.д. Необходимо построить NLP-модель семантического анализа, которая с помощью методов промпт-инжиниринга выделяет суть обращения (основную проблему клиента), определяет тональность (эмоциональную окраску) и оценивает потенциальную серьезность инцидента. Это поможет банку быстрее реагировать на проблемы и выявлять типовые болевые точки.

Цель: Автоматизировать первичную классификацию клиентских обращений для ускорения их маршрутизации и выявления повторяющихся проблем в продуктах или процессах. С помощью LLM планируется распознавать ключевые темы жалобы (например, сбой приложения, ошибка платежа) и эмоцию клиента, чтобы решать вопрос приоритетности ответа.

Ожидаемый результат: Прототип решения (например, на базе LLM или специализированной модели), который автоматически извлекает из текста обращения тему жалобы (например, «двойное списание», «не работает карта»), определяет эмоциональную тональность (негативная, нейтральная, позитивная) и степень критичности. Студент предоставит примеры анализа нескольких жалоб и покажет, как промпты настроены для извлечения этих сведений.

Кейс 3. Мультимодальный ассистент для банковского отделения

Описание: В физических отделениях банка планируется внедрение интерактивных ИИ-консультантов для помощи клиентам. Предполагается создать прототип мультимодального ассистента, который умеет воспринимать речь и визуально ориентироваться в отделении. Например, такой ассистент должен распознавать лица клиентов или предъявленные ими документы, видеть расположение банкоматов и при этом понимать голосовые запросы. Он комбинирует компьютерное зрение и обработку естественного языка, отвечая голосом на вопросы клиентов и давая визуальные подсказки.

Цель: Разработать прототип системы, имитирующей функциональность такого помощника. Это включает: ответ на типовые вопросы клиентов голосом, распознавание и описание визуальных объектов (например, отсканировать QR-код паспорта или показать путь до нужного окна), навигацию клиента внутри отделения и т.д.. Промпт-инжиниринг здесь нужен для координации разных модальностей (текстовой и визуальной) и формата ответов ассистента.

Ожидаемый результат: Интерактивная мультимодальная модель (или эмуляция её работы), которая на запрос пользователя голосом может выполнить действие: показать нужный участок отделения на экране, прокомментировать прогресс обслуживания, указать на ближайший банкомат и т.п.. Студент демонстрирует работу ассистента на нескольких сценариях (например, клиент спрашивает голосом, ассистент реагирует словами и отображает информацию на экране).

Кейс 4. Оптимизация промптов и оценка их качества в банковском чат-боте

Описание: Банк внедряет AI-чат-бот для консультирования клиентов по продуктам и услугам. Качество ответов такого бота сильно зависит от того, как сформулированы системные и пользовательские промпты (инструкции для LLM). В этом кейсе студентам предлагается проанализировать, как различные формулировки промпта влияют на ответы модели, и выработать методику оценки качества промптов. Например, короткий неопределённый запрос может приводить к расплывчатому ответу, тогда как структурированный промпт с указанием ролей и формата ответа – к более точному и полезному результату. Необходимо уметь измерять качество ответов модели (наличие ошибок, полнота ответа, соответствие инструкции и ожиданиям) и на основе этого улучшать промпты.

Цель: Разработать и протестировать подход к улучшению промптов для банковского чат-бота. Студент должен подобрать метрики качества ответов (например, доля правильных решений задач пользователя, удовлетворённость пользователей ответами, отсутствие «галлюцинаций» в ответе) и на их основе сравнить несколько вариантов промптов. Цель – добиться того, чтобы доля верных и полезных ответов выросла до целевого уровня за счёт оптимизации формулировок запросов и инструкций для LLM.

Ожидаемый результат: Отчёт или мини-исследование, демонстрирующее оценку качества разных вариантов промптов и финальную оптимизированную версию. Например, студент может привести таблицу с метриками (релевантность ответа, фактическая корректность, соблюдение стиля и т.д.) для промпта версии А vs версии В, и показать, что после улучшения промпта качество ответов повысилось. Ожидается, что студент предложит рекомендации по формированию эффективных промптов (структурирование инструкции, указание контекста, примеров и пр.) на основе проведённых экспериментов.

Кейс 5. LLM + RAG как интерфейс к BI-системе (строительная компания)

Описание: Для корпоративной BI-системы (Business Intelligence) компании-застройщика необходимо разработать интерфейс на естественном языке, чтобы сотрудники могли запрашивать отчёты и данные без знаний SQL. Проект предполагает интеграцию LLM с хранилищем данных (например, ClickHouse) по принципу Retrieval-Augmented Generation (RAG). LLM будет классифицировать естественно-языковые запросы пользователей и извлекать из них фактические параметры (фильтры, метрики, периоды), необходимые для построения отчёта. Затем эти параметры передаются BI-сервису для формирования ответа. Таким образом, пользователь задаёт вопрос на обычном языке, а система формирует корректный запрос к данным.

Цель: Разработать промпт-стратегии и логику обработки запросов, позволяющие LLM преобразовывать вопрос пользователя в параметры для типового отчёта. Например, на запрос «Покажи продажи квартир по регионам за последний год» модель должна извлечь сущности: показатель – продажи квартир, измерение – регионы, период – последний год, и выбрать соответствующий шаблон отчёта. Цель – упростить доступ к данным с помощью промптов, чтобы даже неспециалисты могли получать BI-отчёты.

Ожидаемый результат: Прототип инструмента на основе LLM, который понимает запросы о данных и формирует нужный отчёт или визуализацию. Студент демонстрирует несколько примеров запросов (о продажах, затратах, прогрессе строительства и т.д.) и полученных результатов. Оценивается, насколько правильно LLM интерпретирует разные формулировки вопросов и извлекает нужные параметры – т.е. фактически качество промпт-интеграции с BI.

Кейс 6. Генеративный ИИ для создания проектной документации по техническому заданию

Описание: В девелоперской (строительной) компании архитекторы и инженеры тратят значительное время на подготовку текстовой проектной документации: обоснования принятых решений, пояснительные записки, описания инженерных систем и др. Задача – исследовать возможность использования LLM для генерации черновиков таких документов на основе исходных данных проекта. Входные данные могут включать: параметры здания (этажность, материалы), климатические условия, назначение объекта, нормативные требования и т.п.. Требуется настроить промпты так, чтобы модель на основе этих структурированных входных сведений генерировала связный текст, соответствующий требованиям ГОСТ и принятым шаблонам в компании.

Цель: Разработать прототип текстового генератора, помогающего специалистам быстрее формировать проектную документацию согласно заданным шаблонам и нормам. Проще говоря, цель – автоматизировать рутинную часть написания документации: LLM предлагает черновой текст, а инженер уже его дорабатывает. Для этого нужно продумать, как представить исходные данные в промпте (например, перечислить основные параметры и требования) и как ограничить стиль и содержание генерируемого текста рамками технического задания.

Ожидаемый результат: Инструмент или модель на основе LLM, генерирующая логически стройный и нормативно корректный текст проектного документа. Студент предоставляет фрагменты сгенерированных документов (например, раздел пояснительной записки), показывая, что текст содержит обоснования решений, описания систем и пр.

Ожидается, что такой черновик будет легко поддаваться правке инженером, а применение промпт-инжиниринга сократит время подготовки документации.

Кейс 7. Мультимодальный агент для мониторинга строительной площадки

Описание: Компания-застройщик хочет создать систему для мониторинга хода строительства с помощью ИИ. Предлагается прототип мультимодального агента, способного анализировать визуальные данные (фото и видео со стройплощадки) и понимать голосовые или текстовые запросы инженеров. Например, специалист может спросить: «Проверь, выполнен ли монтаж перекрытия на 5 этаже?» – агент должен проанализировать последние фотографии 5-го этажа и ответить на основе увиденного. Таким образом, объединяются возможности компьютерного зрения (распознавание объектов, стадий строительства, выявление нарушений) и NLP (понимание запроса, генерация отчёта).

Цель: Объединить в одном решении анализ изображений и понимание естественного языка для контроля за строительством. Необходимо настроить модель так, чтобы по запросу она находила нужный визуальный фрагмент (например, снимок определённого этажа), оценила его (выявила, что сделано, а что нет) и сформулировала ответ для пользователя. Цель проекта – доказать, что мультимодальный подход может ускорить проверку прогресса работ и обнаружение проблем на объекте.

Ожидаемый результат: Прототип интерактивного агента, который по запросу специалиста показывает нужный участок стройки, комментирует статус (например: «Перекрытие на 5 этаже установлено на 80%») и фиксирует обнаруженные нарушения. Студент демонстрирует работу агента на нескольких запросах. Оценивается, насколько корректно агент распознаёт ситуацию на изображениях и понятно ли объясняет её в тексте – то есть как промпт-инжинирингом связаны визуальные данные и генерация ответа.

Кейс 8. Генерация маркетингового контента для жилых комплексов (текст + изображения)

Описание: Девелоперская группа регулярно запускает маркетинговые кампании для своих жилых комплексов. Необходимо исследовать применение диффузионных моделей генерации изображений совместно с LLM для подготовки рекламных материалов. Задача – автоматически создавать визуализированные рекламные карточки объектов: например, генерировать изображение интерьера квартиры или вид из окна с помощью diffusion-модели, а также генерировать привлекательное текстовое описание квартиры, инфраструктуры района, преимуществ жилого комплекса с помощью LLM. Идея в том, чтобы на ранних этапах, без привлечения дизайнеров и копирайтеров, получать черновой вариант рекламного контента для тестирования идей.

Цель: Создать инструмент(ы) для быстрой генерации продающих материалов на основе заданных характеристик объекта недвижимости. Например, по вводу параметров квартиры (метраж, этаж, расположение) и окружения, система генерирует изображение этой квартиры в определённом стиле и пишет рекламный текст о ней. Цель – снизить время и стоимость подготовки маркетинговых кампаний, используя промпт-инжиниринг для получения вариативного контента.

Ожидаемый результат: Набор автоматически сгенерированных карточек недвижимости, где у каждого объекта есть сгенерированное изображение и описание, близкое по стилю к работе маркетолога. Студент представляет несколько примеров таких карточек (например, картинка + абзац текста) и оценивает их качество. Ожидается обсуждение, как подбирались промпты для моделей (например, текстовые подсказки для генерации нужного визуального стиля и содержания описания) и какие правки потребовались, чтобы довести материалы до приемлемого уровня.

Кейс 9. Прогнозирование сроков сдачи строительного объекта по текстовым и визуальным данным

Описание: Строительная компания ведёт архив данных о ходе строительства: регулярные отчётные записи (текстовые отчёты о строительных работах) и фотографии со

стройки за разные даты. Предполагается, что с помощью мультимодели, обрабатывающей текст + изображения, можно прогнозировать вероятность задержки сдачи объекта относительно плана. То есть объединить информацию из последних отчётов и визуального прогресса, чтобы понять, укладывается ли проект в график. Модель должна выявлять признаки отставания, например, незавершённые фасадные работы или отсутствие монтажа инженерных систем, которые упоминаются в тексте и видны на фото.

Цель: Разработать модель (возможно, с использованием LLM для анализа текста отчётов и CV-модели для фото) для оценки рисков задержки сдачи объекта по текущему статусу. Промпт-инжиниринг может использоваться для превращения выводов модели (например, отмеченных визуальных несоответствий) в понятное объяснение. Цель – предупредить менеджеров проекта о потенциальных проблемах заранее, на основе комплексного анализа данных.

Ожидаемый результат: Прототип системы, показывающей вероятность отклонения от графика и сопровождающей это объяснением причин. Студент должен представить, например, интерактивный дашборд или отчёт: в котором указано, что объект №X имеет риск задержки 30%, и перечислены ключевые факторы (выявленные моделью) – например, «не завершены фасадные работы на 80% срока», «монтаж отопления не начат, хотя по плану должен быть готов на 50%» и т.д. Таким образом демонстрируется, как комбинация данных и промпт-инжиниринга позволяет получить объяснимую предиктивную аналитику.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий

Инструменты и библиотеки: используются современные LLM-платформы и инструменты генерации. В частности, ChatGPT, DeepSeek, Perplexity, Grok и аналогичные сервисы для взаимодействия с готовыми моделями. Для работы с моделями открытого доступа применяются Hugging Face (Spaces и Inference API). Веб-разработка и интеграция реализуются на Python (версии 3.7+) с библиотеками FastAPI, Uvicorn, requests и dotenv. Для тестирования и анализа выходных данных могут использоваться библиотеки NLP (например, nltk и rouge-score). Инструментарий также включает Google Colab и Jupyter Notebook, а для оформления отчетов – MS Word или Markdown-редактор.

Исходные данные: для экспериментов и заданий используются учебные тексты и кейсы. Это могут быть примеры заданий по математике или программированию, на основе которых формулируются промпты (например, «Объясни, что такое производная», «Напиши письмо преподавателю»). Для мультимодальных задач требуются картинки (наборы изображений) или описания к ним. Данные выбираются или генерируются преподавателем заранее.

Программное обеспечение и ИКТ: необходим доступ к интернету и API ключи (OpenAI, Hugging Face и др.). Рекомендуется использовать среды разработки Jupyter Notebook или Google Colab, а также удобный код-редактор (Visual Studio Code). Для хранения и совместной работы со студентами можно задействовать учебную информационную систему (LMS). Кроме того, для анализа результатов и визуализации могут понадобиться Excel или Google Sheets.

1. Облачные платформы и сервисы

cloud.ru, YandexCloud, AWS/GCP/Azure – облачные вычисления

2. Системы управления версиями и коллаборации

Git/GitHub/GitLab – контроль версий кода и совместная разработка

4. Система управления обучением

Moodle – сдача работ

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1. Лицензионное ПО

VSCode – IDE для Python (свободнораспространяемое)

LibreOffice– оформление отчетов (свободнораспространяемое)

2. Свободное ПО (Open Source)

Hugging Face Transformers – предобученные модели (BERT, GPT)

Gensim – тематическое моделирование и word2vec

GitLab, GIT, MLFlow, Docker, Kubernetes, Terraform.Фреймворки для ML:

PyTorch/TensorFlow – разработка нейросетей

scikit-learn – классические алгоритмы ML

Инструменты для визуализации:

Streamlit/Gradio – создание веб-интерфейсов для моделей

Matplotlib/Seaborn – графики и анализ данных

СУБД:

SQLite/PostgreSQL – хранение структурированных данных

FAISS/Annoy – векторный поиск

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Виртуальные машины, кластер Managed Kubernetes и ресурсы GPU в облаке предоставляется индустриальным партнером ПАО «Сбербанк»:

№	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.

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
2.	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, проектором, программным обеспечением
3.	Практические занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
6.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и

		обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.12 «Математический анализ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины: формирование у студентов базовых знаний, умений и навыков по математическому анализу достаточных для освоения основной образовательной программы направления 02.03.01 Математика и компьютерные науки; формирование составляющих частей общекультурных и профессиональных компетенций.

1.2 Задачи дисциплины

В задачи курса «Математический анализ» входят:

- 1.2.1. подготовка специалистов, способных применять полученные знания для решения прикладных задач, владеющих достаточными знаниями основных теоретических положений курса «Математический анализ»;
- 1.2.2. формирование культуры мышления, способности к анализу, обобщению и восприятию информации, к постановке цели и выбору путей ее достижения;
- 1.2.3. применение методов дифференциального и интегрального исчисления в профессиональной сфере;
- 1.2.4. формирование привычки к строгости в формулировке изложения материала, к логически непротиворечивой цепочке выводов и заключений;
- 1.2.5. применение научных знаний анализа функций действительных переменных для моделирования и исследования динамических процессов;
- 1.2.6. развитие у студентов навыков самообразования.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.О.12 «Математический анализ» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. цикла математических, естественнонаучных и общетехнических дисциплин.

Необходимым требованием к «входным» знаниям, умениям и опыту деятельности обучающегося при освоении данной дисциплины является уверенное владение знаниями школьной программы по предметам «Алгебра и начала анализа», «Геометрия» и «Физика».

«Математический анализ» является фундаментом для изучения других разделов курса высшей математики. Дисциплина призвана дать студентам математический аппарат, который будет использоваться при изучении дисциплин: «Векторная алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Дискретные математические системы», «Методы оптимизации», «Теория систем и системный анализ» и др., а также в учебно-исследовательской работе.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
ОПК-1 Способен применять естественно-научные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	
ОПК-1.1	Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области в профессиональной деятельности
ОПК-1.2	Применяет знания, полученные в области математических и (или) естественных наук выборе методов решения задач, построении моделей и анализе их применимости в заданной предметной области
ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;	
ОПК-6.1	Применяет методы системного анализа и математического моделирования в различных областях человеческой деятельности
ОПК-6.2	Проводит верификацию и валидацию моделей, формулирует выводы и рекомендации на основе моделирования
МФ-1 (П) Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ	
МФ-1.1	Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах искусственного интеллекта, включая их математическое (алгоритмическое) преобразование и адаптацию к специфике задачи

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.

2 Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 17 зач. ед. (612 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице
(для студентов ОФО)

Вид учебной работы	Всего Часов	Семестры (часы)			
		1	2	3	
Контактная работа, в том числе:	341,5	124,5	106,5	108,5	
Аудиторные занятия (всего):					
Занятия лекционного типа	150	50	50	50	

Лабораторные занятия		172	68	52	52	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		18	6	6	6	
Промежуточная аттестация (ИКР)		1,5	0,5	0,5	0,5	
Самостоятельная работа, в том числе:						
Курсовая работа		-	-	-	-	
Проработка учебного (теоретического) материала		127,4	55,8	35,8	35,8	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		-	-	-		
Реферат		-	-	-		
Подготовка к текущему контролю		-	-	-		
Контроль:						
Подготовка к экзамену		107,1	35,7	35,7	35,7	
Общая трудоемкость	час.	612	216	216	180	
	в том числе интерактивные	56	21	21	14	
	зач. ед	16	6	5	5	

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в _1_ семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение в анализ.	12	4	-	6	2
2.	Предел числовой последовательности.	26	8	-	10	8
3.	Предел функции. Сходимость последовательности обновлений весов (скорость обучения (learning rate))	28	8	-	12	8
4.	Непрерывные функции и их свойства.	18,8	8	-	6	4,8
5.	Производные и дифференциалы.	33	8	-	14	11
6.	Свойства дифференцируемых функций.	16	6	-	6	4
7.	Исследование поведения функции. Применение производной в обучении нейросетей. Примеры в библиотеках ИИ.	40	8	-	14	18
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	173,8	50	-	68	55,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5				
	Подготовка к текущему контролю	35,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	216				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 2 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
8.	Первообразная функции и неопределенный интеграл.	18	4	-	10	4
9.	Методы вычисления неопределенных интегралов.	24	8	-	10	6
10.	Определенный интеграл Римана. Формула Ньютона – Лейбница.	21	8	-	10	3
11.	Приложения определенного интеграла.	20,8	8	-	6	6,8
12.	Экстремумы функции многих переменных. Исследование функций многих переменных (3D графики поверхности, линии уровня, градиентные поля)	17	8	-	4	5
13.	Функции многих переменных. Пределы, непрерывность	15	6	-	4	5
14.	Частные производные и полный дифференциал функции многих переменных. Применение частных производных в процессе настройки параметров алгоритма нейронной сети. Адаптация моделей к данным. Оптимизация моделей (Градиентный спуск).	22	8	-	8	6
ИТОГО по разделам дисциплины		137,8	50	-	52	35,8
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5				
Подготовка к текущему контролю		35,7				
Общая трудоемкость по дисциплине		180				

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
15.	Несобственные интегралы	8	6	-	6	7
16.	Кратные интегралы	17	8	-	10	4
17.	Криволинейные и поверхностные интегралы	17	8	-	10	4
18.	Элементы теории поля.	14,8	6	-	6	4,8
19.	Числовые ряды.	15	8	-	8	4
20.	Функциональные ряды.	13	8	-	6	4
21.	Ряды Фурье. Разложение в ряды для аппроксимации. Ряды Фурье в обработке данных. Анализ сигналов, обработка изображений.	19	6	-	6	8
	ИТОГО по разделам дисциплины	137,8	50	-	52	35,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5				
	Подготовка к текущему контролю	35,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	180				

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение в анализ	Предмет и метод математического анализа. Понятие множества. Способы задания множеств. Операции над множествами. Аксиоматика действительных чисел. Множества на числовой прямой. Окрестности. Модуль. Сигнум. Понятие ограниченного множества. Верхняя и нижняя грани множества. Теоремы единственности и существования. Система вложенных отрезков. Стягивающаяся система вложенных отрезков. Счетные и несчетные множества. Теорема о счетности множества рациональных чисел. Теорема Кантора. Метод математической индукции. (Представление данных и знаний, машинное обучение (ML), обработка естественного языка (NLP), структуры и данные ИИ). Отображения и числовые функции. Элементарные функции. Графики элементарных функций. Действия над графиками. Графики сложных функций. Обратные функции. (Функции потерь (Loss Functions), MSE, кривые обучения)	1. Коллоквиум 2. Зачет 3. Экзамен
2.	Предел числовой последовательности.	Понятие числовой последовательности. Предел числовой последовательности. Сходящиеся и расходящиеся последовательности. Теорема.	1. Коллоквиум 2. Зачет 3. Экзамен

		Свойства пределов числовых последовательностей. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Предел монотонной последовательности. Подпоследовательности. Понятие частичного предела. Верхний и нижний пределы. Теорема Больцано-Вейерштрасса о выделении сходящейся подпоследовательности из ограниченной последовательности. Понятие фундаментальной последовательности. Критерий Коши. (Скорость обучения (learning rate), RNN)	
3.	Предел функции.	Понятие функции. Элементарные функции и их классификация. Понятие предела функции. Различные определения предела функции. Свойства пределов функции. Критерий Коши существования конечного предела функции. Понятие одностороннего предела функции. Пределы монотонных функций. Теорема. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Сравнение функций. Примеры. (SGD, Adam)	1. Коллоквиум 2. Зачет 3. Экзамен
4.	Непрерывные функции и их свойства.	Понятие непрерывности функции в точке. Теорема о сохранении знака. Свойства непрерывных функций. Предел и непрерывность сложной функции. Понятие односторонней непрерывности. Точки разрыва. Примеры. Свойства функций, непрерывных на отрезке. Теорема Вейерштрасса и следствие к ней. Свойства функций, непрерывных на отрезке. Теорема Больцано-Коши о промежуточном значении функции следствия к ней. Обратные функции. (Функции потерь (Loss Functions), MSE, кривые обучения)	1. Коллоквиум 2. Зачет 3. Экзамен
5.	Производные и дифференциалы.	Понятие дифференцируемой функции. Дифференциал. Производная. Геометрический смысл производной. Физический смысл производной. Геометрический смысл дифференциала. Производные основных элементарных функций. Производная сложной функции и функции, заданной параметрически. Дифференцируемость суммы, произведения, частного, обратной функции. Инвариантность формы 1-го дифференциала. Применение дифференциала в приближенных вычислениях. Основные теоремы дифференциального исчисления и следствия из них. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница. (Backpropagation в нейронных сетях)	1. Коллоквиум 2. Зачет 3. Экзамен

6.	Свойства дифференцируемых функций.	Теоремы о среднем. Теоремы Ролля, Лагранжа, ККоши. Формула Тейлора. Остаточные члены в форме Пеано, Лагранжа Теорема единственности. Примеры. Раскрытие неопределенностей по правилу Лопиталя.	1. Коллоквиум 2. Зачет 3. Экзамен
7.	Исследование поведения функции.	Условие монотонности дифференцируемой функции. Экстремум. Необходимые условия экстремума. Достаточные условия экстремума. Использование производных высших порядков при исследовании функции на экстремум. Наибольшее и наименьшее значение функции на отрезке. Выпуклость вверх и вниз. Точки перегиба. Асимптоты. Общая схема исследования функции и построения ее графика. Применение производной в обучении нейросетей. Примеры в библиотеках ИИ.	1. Коллоквиум 2. Зачет 3. Экзамен
8.	Дифференциальное исчисление функции многих переменных	Функции многих переменных. Пределы, непрерывность. Частные производные и полный дифференциал функции многих переменных. Экстремумы функции многих переменных. Исследование функций многих переменных. Применение частных производных в процессе настройки параметров алгоритма нейронной сети. Адаптация моделей к данным. Оптимизация моделей (Градиентный спуск).	1. Коллоквиум 2. Зачет 3. Экзамен
9.	Интегральное исчисление функции одной переменной	Первообразная функции и неопределенный интеграл. Методы вычисления неопределенных интегралов. Определенный интеграл Римана. Формула Ньютона – Лейбница. Приложения определенного интеграла. Несобственные интегралы	1. Коллоквиум 2. Зачет 3. Экзамен
10.	Многомерные интегралы и элементы теории поля	Кратные интегралы. Криволинейные и поверхностные интегралы Элементы теории поля. (Генеративные модели, нормализующие потоки (Normalizing Flows), GAN и интегральные метрики)	1. Коллоквиум 2. Зачет 3. Экзамен
11.	Ряды.	Числовые ряды. Признаки сходимости. Функциональные ряды. Степенные ряды. Область сходимости. Разложение в ряд. Приложения степенных рядов. Ряды Фурье. . Разложение в ряды для аппроксимации. Ряды Фурье в обработке данных. Анализ сигналов, обработка изображений.	1. Коллоквиум 2. Зачет 3. Экзамен

2.3.2 Занятия семинарского типа не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Тематика лабораторных занятий	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение в анализ	Множества. Операции над множествами. Грани числовых множеств. Абсолютная величина числа. Неравенства. Метод математической индукции. Функции. Область определения. Четные и нечетные, периодические. Сложные. Графики элементарных функций. Построение графиков функций. Основные приемы. Графики функций, заданных параметрически. (Функции потерь (Loos Functions), MSE, кривые обучения)	1. Контрольная работа 2. Зачет 3. Экзамен
2.	Предел числовой последовательности.	Понятие числовой последовательности. Предел числовой последовательности. Сходящиеся и расходящиеся последовательности. Свойства пределов числовых последовательностей. Предельный переход в неравенствах. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Определение и признак сходимости монотонной последовательности. Понятие частичного предела. Верхний и нижний пределы. (Скорость обучения (learning rate), RNN)	1. Контрольная работа 2. Зачет 3. Экзамен
3.	Предел функции.	Определение предела функции. Пределы дробно-рациональных функций. Пределы функций, содержащих иррациональности Первый и второй замечательные пределы Пределы функций, содержащих логарифмическую функцию. Односторонние пределы. Бесконечно малые и бесконечно большие. Применение эквивалентных бесконечно малых к вычислению пределов. (SGD, Adam)	1. Контрольная работа 2. Зачет 3. Экзамен
4.	Непрерывные функции и их свойства.	Определение понятия непрерывности в точке. Доказательство непрерывности функций. Точки разрыва функций. Их классификация. Исследование функций на непрерывность и построение графика. (Функции потерь (Loos Functions), MSE, кривые обучения)	1. Контрольная работа 2. Зачет 3. Экзамен

5.	Производные и дифференциалы.	Определение понятия производной функции. Производные элементарных функций. Основные правила нахождения производных. Табличное дифференцирование Производная сложной функции Производная обратной функции, неявной функции и заданной параметрически. Логарифмическая производная Геометрические и механические приложения производной. Производные высших порядков. Дифференциалы высших порядков. (Backpropagation в нейронных сетях)	1. Контрольная работа 2. Зачет 3. Экзамен
6.	Свойства дифференцируемых функций.	Теоремы о среднем Формулы Тейлора и Маклорена Правила Лопиталя раскрытия неопределенностей.	1. Контрольная работа 2. Зачет 3. Экзамен
7.	Исследование поведения функции.	Понятие монотонности. Определение промежутков возрастания и убывания функции. Точки локального экстремума. Нахождение наименьшего и наибольшего значений функции на отрезке. Точки перегиба и направление выпуклости и вогнутости. Асимптоты графика функции Схема исследования графика функции. Исследование и построение графиков функций. Применение производной в обучении нейросетей. Примеры в библиотеках ИИ.	1. Контрольная работа 2. Зачет 3. Экзамен
8.	Дифференциальное исчисление функции многих переменных Дифференциальное исчисление функции многих переменных	Непрерывность. Частные производные. Полный дифференциал. Дифференцирование сложных функций. Дифференцирование неявных функций Производные и дифференциалы высших порядков. Экстремумы функций многих переменных. Применение частных производных в процессе настройки параметров алгоритма нейронной сети. Адаптация моделей к данным. Оптимизация моделей (Градиентный спуск).	1. Контрольная работа 2. Зачет 3. Экзамен
9.	Интегральное исчисление функции одной переменной	Методы вычисления неопределенных интегралов. Непосредственное интегрирование. Метод подстановки. Метод интегрирования по частям. Примеры. Рекуррентные формулы. Интегрирование рациональных функций. Примеры. Интегрирование простейших иррациональностей. Интегрирование тригонометрических и гиперболических функций. Понятие определенного интеграла Свойства	1. Контрольная работа 2. Зачет 3. Экзамен

		определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница. Интегрирование по частям в определенном интеграле. Длина дуги плоской кривой. Площадь плоской фигуры. Площадь криволинейной трапеции и криволинейного сектора. Понятие кубичности и объема. Площадь поверхности вращения, ее вычисление. Физические приложения определенных интегралов. Приближенные вычисления определенных интегралов. Понятие несобственных интегралов 1-го и 2-го рода. Формулы интегрального исчисления для несобственных интегралов.	
10.	Многомерные интегралы и элементы теории поля	Двойной интеграл. Замена переменных в двойном интеграле. Вычисление площадей фигур, объемов тел и площадей поверхностей. Приложения двойного интеграла в механике. Тройные интегралы. Криволинейные и поверхностные интегралы. Скалярное и векторное поле. Градиент. Дивергенция. (Генеративные модели, нормализующие потоки (Normalizing Flows), GAN и интегральные метрики)	1. Контрольная работа 2. Зачет 3. Экзамен
11.	Ряды	Необходимый признак сходимости числового ряда. Критерий Коши. Признаки сходимости знакоположительных рядов. Признак сравнения и Даламбера. Признаки сходимости знакочередующегося ряда Абсолютная и условная сходимость. Действия над рядами. Сходимость рядов с комплексными числами Функциональные ряды. Область сходимости. Степенные ряды. Область сходимости. Ряды Тейлора. Разложение функции в степенной ряд. Дифференцирование и интегрирование степенных рядов. Применение рядов в приближенных вычислениях. Ряды Фурье в обработке данных. Анализ сигналов, обработка изображений.	1. Контрольная работа 2. Зачет 3. Экзамен

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

- Методические указания для подготовки к лекционным занятиям, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ» протокол №7 от 18.04.2018 г.
- Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ» протокол №7 от 18.04.2018 г.
- Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ» протокол №7 от 18.04.2018 г.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Предел последовательности. Бесконечно малая и бесконечно большая величины. Монотонные последовательности. Второй замечательный предел.	1. Курс математического анализа : учебник для бакалавров : в 3 т. Т. 1 / Л. Д. Кудрявцев. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - 703 с. - URL: https://urait.ru/bcode/467590 (дата обращения: 30.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-9916-3701-5. - Текст : электронный.
2	Определения предела функции. Эквивалентность пределов функции. Односторонние пределы. Неопределенные выражения. Первый замечательный предел. Примеры с использованием замечательных пределов.	2. Курс математического анализа : учебник для бакалавров : в 3 т. Т. 1 / Л. Д. Кудрявцев. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - 703 с. - URL: https://urait.ru/bcode/467590 (дата обращения: 30.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-9916-3701-5. - Текст : электронный.
3	Непрерывность функции. Разрывы первого и второго рода. Сравнение бесконечно малых. Эквивалентные бесконечно малые и бесконечно большие величины. Применение эквивалентных величин при нахождении пределов..	3. Курс математического анализа : учебник для бакалавров : в 3 т. Т. 1 / Л. Д. Кудрявцев. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - 703 с. - URL: https://urait.ru/bcode/467590 (дата обращения: 30.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-9916-3701-5. - Текст : электронный.
4	Определение производной. Производная сложной функции. Производная обратной функции.	4. Курс математического анализа : учебник для бакалавров : в 3 т. Т. 1 / Л. Д. Кудрявцев. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - 703 с. - URL: https://urait.ru/bcode/467590 (дата обращения: 30.05.2022). -

	Дифференциал функции. Производная высшего порядка. Дифференцирование параметрически заданных функций	Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-9916-3701-5. - Текст : электронный.
5	Локальный экстремум функции. Достаточные условия экстремума. Экстремальные значения функции на отрезке. Выпуклость кривой, точки перегиба. Асимптоты графика функции. Схема построения графика функции.	Сборник задач по математическому анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие. Т. 1 : Предел. Непрерывность. Дифференцируемость / Л. Д. Кудрявцев [и др.]. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 496 с. - https://e.lanbook.com/book/2226#book_name .
6	Функции нескольких переменных. Предварительные сведения. Предел функции нескольких переменных. Непрерывная функция многих переменных. Теорема об ограниченности функции. Равномерная непрерывность.	Основы математического анализа : учебник для вузов: в 2 ч. Ч. 2 / Г. М. Фихтенгольц. - 13-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 464 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/189424 (дата обращения: 22.02.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-9256-5. - Текст : электронный. Ссылка на ресурс: https://e.lanbook.com/book/189424
7	Частная производная и производная по направлению. Производная сложной функции. Полный дифференциал. Касательная плоскость. Геометрический смысл дифференциала.	Основы математического анализа : учебник для вузов: в 2 ч. Ч. 2 / Г. М. Фихтенгольц. - 13-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 464 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/189424 (дата обращения: 22.02.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-9256-5. - Текст : электронный. Ссылка на ресурс: https://e.lanbook.com/book/189424
8	Экстремумы функции многих переменных. Исследование функций многих переменных.	Основы математического анализа : учебник для вузов: в 2 ч. Ч. 2 / Г. М. Фихтенгольц. - 13-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 464 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/189424 (дата обращения: 22.02.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-9256-5. - Текст : электронный. Ссылка на ресурс: https://e.lanbook.com/book/189424
9	Первообразная функции и неопределенный интеграл. Таблица основных интегралов. Свойства неопределенных интегралов.	Основы математического анализа : учебник для вузов: в 2 ч. Ч. 2 / Г. М. Фихтенгольц. - 13-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 464 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/189424 (дата обращения: 22.02.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-9256-5. - Текст : электронный. Ссылка на ресурс: https://e.lanbook.com/book/189424

	Простейшие правила интегрирования.	
10	Понятие определенного интеграла, его геометрический и экономический смысл. Свойства определенных интегралов. Интеграл как функция верхнего предела. Формула Ньютона-Лейбница.	Основы математического анализа : учебник для вузов: в 2 ч. Ч. 2 / Г. М. Фихтенгольц. - 13-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 464 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/189424 (дата обращения: 22.02.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-9256-5. - Текст : электронный. Ссылка на ресурс: https://e.lanbook.com/book/189424
11	Геометрические приложения определенного интеграла. Вычисление площади криволинейной трапеции. Вычисление площади поверхности и объема тела вращения.	Основы математического анализа : учебник для вузов: в 2 ч. Ч. 2 / Г. М. Фихтенгольц. - 13-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 464 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/189424 (дата обращения: 22.02.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-9256-5. - Текст : электронный. Ссылка на ресурс: https://e.lanbook.com/book/189424
12	Несобственные интегралы. Несобственные интегралы с бесконечными пределами. Несобственные интегралы от неотрицательных функций. Признаки сходимости.	Основы математического анализа : учебник для вузов: в 2 ч. Ч. 2 / Г. М. Фихтенгольц. - 13-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 464 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/189424 (дата обращения: 22.02.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-9256-5. - Текст : электронный. Ссылка на ресурс: https://e.lanbook.com/book/189424
13	Кратные интегралы. Определение двойного интеграла. Тройные интегралы. Сведение к повторному интегралу. Замена переменных.	Основы математического анализа : учебник для вузов: в 2 ч. Ч. 2 / Г. М. Фихтенгольц. - 13-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 464 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/189424 (дата обращения: 22.02.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-9256-5. - Текст : электронный. Ссылка на ресурс: https://e.lanbook.com/book/189424
14	Криволинейные интегралы первого и второго рода. Случай замкнутого контура.	Основы математического анализа : учебник для вузов: в 2 ч. Ч. 2 / Г. М. Фихтенгольц. - 13-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 464 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/189424 (дата обращения: 22.02.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-9256-5. - Текст : электронный. Ссылка на ресурс: https://e.lanbook.com/book/189424
15	Последовательности и ряды функций. Равномерная сходимость. Интегрирование и дифференцирование равномерно сходящихся рядов. Степенные ряды.	Основы математического анализа : учебник для вузов: в 2 ч. Ч. 2 / Г. М. Фихтенгольц. - 13-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 464 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/189424 (дата обращения: 22.02.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-9256-5. - Текст : электронный. Ссылка на ресурс: https://e.lanbook.com/book/189424

Ряд тейлора. Интегрирование и дифференцирование степенных рядов. Ряды в приближенных вычислениях	

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3 Образовательные технологии

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные лекции, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины. Лекции представляют собой систематические обзоры теории функций и математического анализа.

Лабораторное занятие позволяет научить студента применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Лабораторные занятия проводятся в традиционных аудиториях. Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что в процессе исследования часто встречаются задачи, для которых единых подходов не существует. Каждая конкретная задача при своем исследовании имеет множество подходов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4 Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «название дисциплины».

Текущий контроль знаний студентов представляет собой:

- ☐ выполнение домашних заданий;
- ☐ выполнение самостоятельной работы;
- ☐ проведение контрольных работ.

Целью самостоятельной работы студента является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания полученные во время лабораторных занятий.

Для контроля знаний периодически проводятся аудиторные самостоятельные работы.

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.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Введение в анализ.	ОПК-1, ОПК-6	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 1-3
2	Предел числовой последовательности.	ОПК-1, ОПК-6	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 4-8
3	Предел функции.	ОПК-1, ОПК-6	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 9-14
4	Непрерывные функции и их свойства.	ОПК-1, ОПК-6	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 15-19

5	Производные и дифференциалы.	ОПК-1, ОПК-6	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 20-23
6	Свойства дифференцируемых функций.	ОПК-1, ОПК-6, МФ-1	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 24-30
7	Исследование поведения функции.	ОПК-1, ОПК-6, МФ-1	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 31-36
8	Функции многих переменных. Пределы, непрерывность	ОПК-1, ОПК-6, МФ-1	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 1-8
9	Частные производные и полный дифференциал функции многих переменных.	ОПК-1, ОПК-6, МФ-1	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 9-13
10	Экстремумы функции многих переменных. Исследование функций многих переменных.	ОПК-1, ОПК-6, МФ-1	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 14-18
11	Первообразная функции и неопределенный интеграл.	ОПК-1, ОПК-6, МФ-1	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 19-23
12	Методы вычисления неопределенных интегралов.	ОПК-1, ОПК-6, МФ-1	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 24-30
13	Определенный интеграл Римана. Формула Ньютона – Лейбница.	ОПК-1, ОПК-6, МФ-1	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 31-39
14	Приложения определенного интеграла.	ОПК-1, ОПК-6, МФ-1	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 40-47
15	Несобственные интегралы	ОПК-1, ОПК-6, МФ-1	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 1-3
16	Кратные интегралы	ОПК-1, ОПК-6, МФ-1	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 4-8
17	Криволинейные и поверхностные интегралы	ОПК-1, ОПК-6, МФ-1	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 9-15
18	Элементы теории поля.	ОПК-1, ОПК-6, МФ-1	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 16-24
19	Числовые ряды.	ОПК-1, ОПК-6, МФ-1	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 25-30
20	Функциональные ряды.	ОПК-1, ОПК-6, МФ-1	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 31-39
21	Ряды Фурье.	ОПК-1, ОПК-6, МФ-1	Контрольная работа №1-	Вопрос на экзамене 40-46

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено

ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	<i>Знает</i> – базовые методы основные понятия, определения и свойства объектов интегрального исчисления, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественно- научного цикла;	<i>Знает</i> - основные методы основные понятия, определения и свойства объектов интегрального исчисления, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественно- научного цикла;	<i>Знает</i> – основные методы основные понятия, определения и свойства объектов интегрального исчисления, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного цикла; знаком с нестандартными подходами к решению задач.
	<i>Умеет</i> – доказывать базовые утверждения математики, решать базовые задачи математики, применять полученные навыки в других областях и дисциплинах естественно- научного цикла;	<i>Умеет</i> – доказывать базовые утверждения математики, решать основные задачи математики, применять полученные навыки в других областях и дисциплинах естественно- научного цикла;	<i>Умеет</i> – доказывать основные утверждения математики, решать задачи математики, применять полученные навыки в других областях и дисциплинах естественнонаучного цикла; проводить доказательства нестандартным путем.
	<i>Владет</i> - аппаратом математики, базовыми методами доказательства утверждений, навыками применения этого в других областях и дисциплинах естественно- научного цикла.	<i>Владет</i> - аппаратом математики, основными методами доказательства утверждений, навыками применения этого в других областях и дисциплинах естественно- научного цикла.	<i>Владет</i> – (уверенно) аппаратом математики, базовыми методами доказательства утверждений, навыками применения этого в других областях и дисциплинах естественнонаучного цикла. Демонстрирует дополнительные знания и эрудицию.

ОПК-6: Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	<i>Знает</i> – некоторые методы основные понятия, определения и свойства объектов интегрального исчисления, Применяемых в области моделирования экономических процессов ;	<i>Знает</i> - основные методы понятия, определения и свойства объектов интегрального исчисления, Применяемых в области моделирования экономических процессов	<i>Знает</i> – методы системного анализа и математического моделирования , предназначенные для разработки моделей организационно-технических и экономических процессов
	<i>Умеет</i> –, применять некоторые полученные математические навыки в других областях и дисциплинах естественно-научного цикла;	<i>Умеет</i> – применять полученные математические навыки в других областях и дисциплинах естественно-научного цикла для анализа процессов	<i>Умеет</i> - применять полученные математические навыки в других областях и дисциплинах естественнонаучного цикла
	<i>Владеет</i> - аппаратом математики, некоторыми методами решения актуальных задач.	<i>Владеет</i> - аппаратом математики, основными методами построения моделей в других областях и дисциплинах	<i>Владеет</i> – (уверенно) математическим аппаратом анализа и разработки математических моделей для решения различных задач с использованием методов системного анализа
МФ-1 (П) Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ	Знает способы и варианты применения методов и моделей в задачах искусственного интеллекта, включая их математическое (алгоритмическое) преобразование и адаптацию к специфике задачи	Умеет применять методы и модели в задачах искусственного интеллекта, включая их математическое (алгоритмическое) преобразование и адаптацию к специфике задачи	Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах искусственного интеллекта, включая их математическое (алгоритмическое) преобразование и адаптацию к специфике задачи

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Контрольная работа 1 (вариант задач).

1. Используя определение найти $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2n-1}{n^3+2}$.
2. Найти пределы а) $\lim_{x \rightarrow 3} \left(\frac{2+x}{x-3} \right)^{5x}$; б) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^3+x^2-3x+1}{x^3-1}$; в) $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{\sqrt{x+1}-2}{\sqrt{x-2}-1}$;
 г) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\lg x - \sin x}{x \cdot \sin^2 x}$.
4. Используя определение, найти производную функции $f(x) = \ln(4x+3)$
5. Найти производные функций а) $y = \frac{\ln^2 x}{4 + \cos^2 \sqrt{x}}$, б) $x = \ln(1-t^4)$, $y = \arccos t^2$.
6. Составить уравнения касательной и нормали к графику кривой $y = 3\sqrt{x^2} - 2x + 2$ в точке $x_0 = 1$.

$$3. \text{ Найти точки разрыва функции } f(x) = \begin{cases} 0, & x < -\pi \\ \sin x, & -\pi < x < 0 \\ \pi, & x \geq 0 \end{cases}$$

Контрольная работа 2 (вариант задач).

1. Используя определение найти $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2 \cdot (-1)^n + 1}{2n+1}$.
2. Найти предел $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\operatorname{ctg} \frac{\pi}{2} x}{x-1}$.
3. Найти точки разрыва функции $f(x) = \begin{cases} -\frac{1}{x+2}, & x < -2, \\ -\sqrt{4-x^2}, & -2 \leq x \leq 2, \\ \frac{|x-2|}{x-2}, & x > 2. \end{cases}$

Подход, определяющий установление соответствия кейсов ИП и УГТ (5), позволяет четко соотносить этапы развития технологии с вовлеченностью партнера и снижать риски при переходе от лабораторных испытаний к промышленному внедрению.

УГТ5 - Проверка данного уровня проводится в средах имитационного моделирования эмулирующих условия приближенные к реальности. Таким образом реализуется основная цель, продемонстрировать уровень готовности технологии на модельной среде максимально приближенной к реальности, а также проверить соответствие технологии требованиям к производительности (провести профилирование на реальных объемах и убедиться в эффективности процедуры масштабирования).

Примеры кейсов (1 семестр)

1. Классификация строительных материалов на основе теории множеств

Описание:

При планировании строительства необходимо систематизировать разнообразные материалы по их свойствам и назначению. Задача заключается в создании системы автоматической классификации материалов, где каждый материал принадлежит определенным множествам (по прочности, водостойкости, огнестойкости) с возможностью пересечения и объединения этих множеств.

Цель:

Разработать простой алгоритм машинного обучения для группировки строительных материалов с использованием операций над множествами и логических условий принадлежности.

Ожидаемый результат:

Программа-классификатор, определяющая категорию материала по его характеристикам и показывающая принадлежность к различным функциональным группам.

2. Предельный анализ несущей способности конструкций с помощью нейронных сетей

Описание:

Определение максимальной нагрузки, которую может выдержать строительная конструкция, является критически важной задачей. При увеличении нагрузки система приближается к предельному состоянию, после которого происходит разрушение. Необходимо создать простую модель для прогнозирования этого предела.

Цель:

Построить нейронную сеть, которая на основе геометрических параметров балки и свойств материала предсказывает предельную нагрузку с анализом поведения функции при стремлении к критическим значениям.

Ожидаемый результат:

Модель предсказания предельных состояний с визуализацией приближения к границам безопасной эксплуатации конструкций.

3. Оптимизация уклонов кровли через анализ производных

Описание:

Угол наклона кровли влияет на снеговую нагрузку, эффективность водоотвода и расход материалов. Существует оптимальный уклон, минимизирующий общие затраты на строительство и эксплуатацию. Задача требует поиска экстремума функции затрат.

Цель:

Разработать алгоритм поиска оптимального угла наклона кровли путем вычисления производной функции суммарных затрат и нахождения точек минимума.

Ожидаемый результат:

Система расчета, автоматически определяющая оптимальный уклон кровли для заданных климатических условий с объяснением через анализ скорости изменения затрат.

4. Интерполяция и аппроксимация биомедицинских сигналов методами математического анализа

Описание:

Биомедицинские сигналы (ЭКГ, ЭЭГ, пульсоксиметрия) часто содержат пропуски и артефакты. Необходимо восстановить недостающие значения и сгладить зашумлённые участки, используя методы интерполяции (сплайны, полиномы Лагранжа) и аппроксимации (методы наименьших квадратов).

Цель:

Применить классические методы математического анализа для обработки медицинских временных рядов: исследовать непрерывность восстановленных функций, оценить погрешность аппроксимации и найти оптимальную степень полиномов.

Ожидаемый результат:

Программный инструмент с реализацией различных методов интерполяции, сравнительным анализом точности восстановления сигналов и визуализацией влияния параметров на гладкость и точность аппроксимации.

5. Федеративное обучение для медицинских исследований

Описание:

Медицинские учреждения обладают ценными данными для исследований, но не могут ими делиться из-за требований конфиденциальности. Требуется реализовать федеративное обучение для совместной разработки моделей без передачи персональных данных.

Цель:

Создать платформу федеративного обучения, позволяющую нескольким клиникам совместно обучать модели диагностики, сохраняя приватность данных пациентов.

Ожидаемый результат:

Прототип федеративной платформы с демонстрацией совместного обучения модели на данных из разных источников без централизации информации.

6. Оптимизация кредитного портфеля с помощью методов вариационного исчисления

Цель:

Найти оптимальную функцию распределения кредитных ресурсов $x(t)x(t)$, которая максимизирует доходность банка при заданных ограничениях на риск, используя вариационное исчисление.

Описание:

Банк стремится минимизировать риски при распределении кредитных ресурсов между разными категориями заёмщиков (физлица, малый бизнес, корпорации). Необходимо найти функцию распределения средств $x(t)x(t)$, которая максимизирует доходность при ограничениях на риск.

Ожидаемый результат:

Аналитическое решение для динамического управления портфелем и рекомендации по распределению средств.

Контрольная работа 3 (вариант задач).

1. Разложить по формуле Тейлора $f(x) = x^5 - 1$ по степеням $x - 1$ до членов 3-го порядка включительно;
2. $\int \frac{dx}{\sin^2 x \sqrt{\lg x}}; \int \frac{2x^2 + 42x - 91}{(x-1)(x+3)(x+4)} dx;$
3. Исследовать сходимость $\int_a^2 \frac{dx}{\sqrt[3]{x^3 - 8}};$
4. Найти площадь фигуры ограниченной кривыми $y = \log_2 x, x, y = \frac{2}{3}(x-1);$
5. Вычислить объем тела, образованного вращением фигуры, ограниченной кривыми $y = \arcsin x, y = 0, x = 1$ вокруг оси Ox
6. Найти dy и d^2y неявно заданной функции $y(x): x^2y^2 + x^2 + y^2 - 1 = 0$
7. Исследовать на экстремум функцию $f(x, y, z) = 2x^2 + y^3 + z^2 + 2xz - yz - y$

Контрольная работа 4 (вариант задач).

1. Представить функцию $f(x) = 2^{2x}$ в виде многочлена 3-й степени по степеням x , по формуле Тейлора.
2. Исследовать функцию $y = \frac{3-2x}{(x-2)^2}$
3. Найти экстремумы функции $z = 2x^3 + 6xy^2 - 30x - 24y.$
4. Найти неопределенные интегралы $\int \frac{\arcsin x + 1}{\sqrt{1-x^2}} dx; \int \cos^3 x dx.$
5. Вычислить $\int_0^1 x e^{-x} dx; \int_1^4 \sqrt{x} dx.$

Примеры кейсов (2 семестр)

7. Оптимизация гиперпараметров нейросети с помощью методов оптимизации

Описание:

Оптимизация гиперпараметров нейронной сети с использованием методов оптимизации, основанных на производных и поиске экстремумов

Описание: гиперпараметры нейронной сети (скорость обучения, коэффициенты регуляризации) существенно влияют на качество модели. Ручной подбор требует больших вычислительных ресурсов. Автоматическая оптимизация гиперпараметров с использованием градиентных методов (основанных на производных) может ускорить процесс.

Цель:

Реализовать алгоритм оптимизации гиперпараметров на основе градиентной информации (например, методом наискорейшего спуска) для нейронной сети, обученной на наборе данных MNIST.

Математический инструментарий:

- Производные (градиент по гиперпараметрам)
- Пределы (сходимость алгоритма оптимизации)

- Последовательности (последовательность значений гиперпараметров и функции потерь)

Ожидаемый результат:

интерактивный скрипт на Python, который обучает простую нейронную сеть на MNIST, оптимизирует скорость обучения (α) и коэффициент L2-регуляризации (λ) с помощью градиентного спуска, визуализирует процесс оптимизации (изменение гиперпараметров и функции потерь).

8. Анализ сходимости и оптимизация функций потерь в медицинских нейросетях

Описание:

При обучении нейросетей для медицинской диагностики критически важно понимать поведение функций потерь и обеспечить стабильную сходимость алгоритма. Требуется исследовать различные функции потерь (cross-entropy, focal loss, Dice loss), анализировать их производные, точки экстремума и условия сходимости градиентного спуска.

Цель:

Изучить математические свойства функций потерь: непрерывность, дифференцируемость, выпуклость, и определить оптимальные параметры обучения через анализ градиентов и скорости сходимости.

Ожидаемый результат:

Исследовательский отчет с графиками сходимости, анализом производных функций потерь, определением критических точек и рекомендациями по выбору learning rate для стабильного обучения модели диагностики.

9. Аппроксимация кривых деформирования материалов с поиском экстремумов

Описание:

Экспериментальные диаграммы "напряжение-деформация" строительных материалов имеют сложную нелинейную форму с характерными точками: предел текучести, предел прочности, точки перегиба. Для практических расчетов необходимо аппроксимировать эти кривые аналитическими функциями и определять их критические точки.

Цель:

Разработать алгоритм автоматической аппроксимации экспериментальных кривых полиномиальными и экспоненциальными функциями с последующим поиском локальных экстремумов для определения характерных механических свойств.

Ожидаемый результат:

Программный модуль для обработки результатов механических испытаний, автоматически определяющий ключевые прочностные характеристики материалов через анализ производных аппроксимирующих функций.

10. Итерационный расчет осадки фундаментов с контролем сходимости

Описание:

Расчет осадки фундамента в сложных грунтовых условиях требует использования итерационных методов, где каждое приближение уточняет предыдущий результат. Важно контролировать сходимость вычислительного процесса к истинному значению.

Цель:

Разработать алгоритм итерационного расчета осадки с автоматическим контролем сходимости последовательности приближений и критериями остановки вычислений.

Ожидаемый результат:

Программа расчета осадки фундаментов с визуализацией процесса сходимости и автоматическим определением момента достижения требуемой точности.

11. Умная система управления освещением строительной площадки**Описание:**

Строительные площадки работают в разное время суток и требуют эффективного освещения для обеспечения безопасности. Система должна автоматически включать и регулировать яркость освещения в зависимости от естественной освещенности, времени суток и присутствия людей.

Цель:

Разработать алгоритм машинного обучения для автоматического управления системой освещения с учетом датчиков движения, освещенности и временных графиков работ.

Ожидаемый результат:

Прототип умной системы освещения с адаптивным управлением, снижающей энергопотребление и повышающей безопасность на строительной площадке.

Контрольная работа 5 (вариант задач).

1. Вычислить $\int \frac{x dx}{\sqrt{1-3x^2-2x^3}}$; $\int_{-4}^3 \max(x-2, 6-x-x^2) dx$
2. Исследовать сходимость $\int_1^{\infty} \frac{\cos^2 x dx}{\sqrt{1+x-\frac{1}{2}x^4+5}}$
3. Вычислить объем тела, образованного вращением фигуры, ограниченной кривыми $y=4-x^2$, $y=0$, $x=0$, $x \geq 0$ вокруг оси Oy
4. Найти $d^2 f(x, y)$ функции $f = \ln(1+x+y)$ в точке $M(0, 0)$
5. Исследовать на экстремум функцию $f(x, y) = 2x^3 + 6xy^2 - 30x - 24y$

Контрольная работа (вариант задач).

1. Найти двойным интегрированием объем тела ограниченного поверхностями: плоскостями координат, плоскостями $x=4$ и $y=4$ и параболоидом вращения $z=x^2+y^2+1$.

2. Вычислить

$$\iint_S (y^2 + z^2) ds, \text{ где } S - \text{часть поверхности } z = \sqrt{1-x^2}, \text{ отсеченная плоскостями } y=0, y=1.$$

Контрольная работа 7 (вариант задач).

1. Найти двойным интегрированием объем тела ограниченного поверхностями: плоскостями $x + y = 2$, $y = 0$, $z = 0$, гиперболическим параболоидом $z = xy$ и цилиндром $y = \sqrt{x}$.
2. $\iint_S (x^2 + y + z^2) ds$, где S – часть поверхности $x^2 = 2y$, отсеченная плоскостями $y = 2$, $z = 0$, $z = 1$.
3. $\oint_L (x - y)dx + (x + y)dy$, где $L: x^2 + y^2 = R^2$
4. Разложить в ряд Фурье функцию $y = x^2$ в интервале $(1;3)$

Контрольная работа 8 (вариант задач).

1. Вычислить а) $\int_0^1 \frac{x^3}{\sqrt[4]{1-x^4}} dx$ б) $\int_0^\infty \frac{\arctg x}{1+x^2} dx$
2. Исследовать $\int_0^1 \frac{1}{\sqrt{2x^2 - x^3}} dx$
3. Исследовать $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-1)^n}{n^2 9^n}$
4. Вычислить а) $\iint_D \frac{x-y}{(x+y)^3} dx dy$, где D ограничена линиями: $x=0$, $y=0$, $x=1$, $y=1$.
5. Найти двойным интегрированием объем тела ограниченного поверхностями: параболоидом $8z = x^2 + y^2$ и конусом $4z^2 = x^2 + y^2$.
6. Вычислить $\oint_L (x^3 - y^2)dx + xydy$, где L кривая $y = a^x$ от точки $(0;1)$ до точки $(1; a)$.

Примеры кейсов (3 семестр)

12. Расчет объемов земляных работ методом численного интегрирования

Описание:

При подготовке строительной площадки необходимо точно рассчитать объемы выемки и насыпи грунта. Поверхность участка имеет сложную форму, которую можно аппроксимировать и проинтегрировать для получения точных объемов работ.

Цель:

Создать программу, которая по данным топографической съемки вычисляет объемы земляных работ через численное интегрирование функций высотных отметок на участке.

Ожидаемый результат:

Калькулятор земляных работ с визуализацией 3D-модели участка и автоматическим расчетом объемов через интегральные методы.

13. Аппроксимация температурных режимов здания степенными рядами

Описание:

Температура внутри здания изменяется в течение суток по сложному закону, зависящему от внешних условий, инсоляции и работы отопительной системы. Для прогнозирования и управления климатом необходимо аппроксимировать эти изменения математическими рядами.

Цель:

Построить модель прогнозирования температуры в помещении, используя разложение экспериментальных данных в степенные ряды с оценкой точности аппроксимации.

Ожидаемый результат:

Система прогнозирования температурного режима здания с возможностью предсказания на несколько часов вперед на основе полиномиальных аппроксимаций.

14. Анализ периодических нагрузок на мосты с использованием рядов Фурье

Описание:

Автомобильный трафик создает периодически изменяющуюся нагрузку на мостовые конструкции. Для анализа долговечности моста необходимо разложить сложную функцию нагрузки на простые гармонические составляющие.

Цель:

Создать систему анализа динамических нагрузок на мост, используя разложение в ряды Фурье для выделения основных частотных компонент воздействия.

Ожидаемый результат:

Анализатор нагрузок с возможностью разложения сложных периодических воздействий на гармонические составляющие и оценкой их влияния на конструкцию.

15. Прогнозирование временных рядов с использованием рядов Фурье и LSTM

Описание:

Временные ряды (например, биржевые котировки) часто содержат периодические компоненты. Ряды Фурье позволяют выделить эти компоненты, а LSTM-сети могут учитывать долгосрочные зависимости. Комбинирование этих методов повышает точность прогноза.

Цель:

Разработать гибридную модель (разложение Фурье + LSTM) для прогнозирования временных рядов и сравнить ее с чистой LSTM на данных о температуре воздуха.

Математический инструментарий: ряды (ряды Фурье для разложения временного ряда),

интегралы (вычисление коэффициентов Фурье), пределы (аппроксимация исходного ряда частичными суммами ряда Фурье)

Ожидаемый результат:

Код на Python, который загружает временной ряд (например, ежедневная температура), раскладывает ряд в ряд Фурье и выделяет основные частоты, использует остаток (исходный ряд минус восстановленный по ряду Фурье) как вход для LSTM, сравнивает прогноз гибридной модели с прогнозом LSTM без предобработки.

16. Анализ временных рядов транзакций с помощью рядов Фурье

Описание:

Выявление сезонных и циклических паттернов в транзакциях клиентов (например, пики перед зарплатой или праздниками) для оптимизации ликвидности.

Цель:

Выявить сезонные и циклические паттерны в транзакционной активности клиентов для оптимизации управления ликвидностью банка.

Ожидаемый результат:

Графики основных гармоник и прогноз сезонных колебаний.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Промежуточный контроль осуществляется в конце каждого семестра в форме зачета и экзамена.

Вопросы и задания для подготовки к зачету

1 СЕМЕСТР

1. Доказать, используя метод мат. индукции:

$$1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + n^3 = \left(\frac{n(n+1)}{2}\right)^2;$$

2. Решить неравенство: $||x + 2| + |x - 3|| \leq 1$;

3. Построить график: $y = -2 \cos(2x + \frac{\pi}{3})$;

4. Построить график $y = x^2 + 6x$;

5. Построить график, используя правило поточечного сложения $\frac{1}{x^2} + 3x$;

6. Построить, применяя правило умножения графиков: $y = \cos x * \text{sign}(\sin x)$;

7. Построить график неявной функции: $y^2 + x^2 = 2x$;

8. Построить график неявной функции: $|y| = \ln|x + 1|$;

9. Построить график функции, заданной параметрически $\begin{cases} x = 2(t - \sin t), \\ y = 2(1 - \cos t) \end{cases}$;

10. Построить в полярных координатах: $r = 2(1 - \cos \varphi)$.

11. Найти пределы функций

12. Найти производную функции, воспользовавшись определением:

$$f(x) = 3x^3 - 2x^2 + 3x - 1$$

13. Найти производные функций:

$$1) y = \frac{\arcsin 3x}{1 - 8x^2},$$

$$2) f(x) = 2^{3x} \cdot \text{tg} 2x,$$

$$3) f(x) = \ln^5(x - 2^{-x})$$

$$4) f(x) = \frac{\sqrt[4]{4x + 7\text{tg} x} \cdot \sqrt[5]{x + 3}}{\sqrt{1 + 9x^2} \cdot \sqrt[3]{3x - 2}}$$

14. Найти производные функций, заданных неявно и параметрически:

$$xy - \text{arctg}\left(\frac{x}{y}\right) = 3; 2)$$

2 СЕМЕСТР

1. Вычислить определенный интеграл методом подведения под знак дифференциала.

$$\int_1^e \frac{\cos(\ln x)}{x} dx$$

2. Вычислить определенный интеграл методом интегрирования по частям.

$$\int_0^1 (1-x) \arctg x dx$$

3. Вычислить определенный интеграл методом замены переменной.

$$\int_{-1}^0 \frac{dx}{1 + \sqrt[3]{x+1}}$$

4. Вычислить площадь плоской фигуры, ограниченной линиями, заданными уравнениями.

$$y = x^2 - 1, \quad 2x - y + 2 = 0$$

5. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, заданными уравнениями.

$$\begin{cases} x = t - \frac{1}{3}t^3 \\ y = t^2 \end{cases}$$

6. Вычислить площадь фигуры, ограниченной окружностью и кардиоидой (вне кардиоиды).

$$r = \frac{3}{2}, \quad r = 1 + \cos \varphi$$

7. Вычислить длину дуги плоской кривой, заданной уравнением.

$$y = \ln(\cos x), \quad 0 \leq x \leq \frac{\pi}{4}$$

8. Вычислить длину дуги кривой, заданной параметрическими уравнениями.

$$\begin{cases} x = 4R(t - \sin t) \\ y = 4R(1 - \cos t) \end{cases}, \quad \frac{\pi}{2} \leq t \leq \frac{3}{2}\pi$$

9. Вычислить длину дуги, находящейся вне окружности.

$$r = 1, \quad r = 1 - \sin \varphi$$

10. Вычислить объём тела, образованного вращением фигуры, ограниченной графиками функций.

$$y^2 = (x-1)^3, \quad x = 2 \quad \text{вокруг оси } OX$$

3 СЕМЕСТР

1. $\int \frac{\cos x}{\sqrt[3]{\sin x}} dx.$

2. $\int \sin^4 2x dx.$

3. Вычислить интеграл $\int_{-1}^0 \frac{\sqrt{x+1}}{x-3} dx.$

4. Вычислить несобственный интеграл $\int_1^2 \frac{dx}{x^3 - x^2}$ (или установить его расходимость).

5. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями $y = \frac{1}{x^2}$, $y = -x$, $x = -2$.

6. Вычислить поверхность вращения кривой MN , заданной уравнением $y = \sin x$ где $M(0,0)$, $N(\pi,0)$ вокруг оси OX непосредственно и используя теорему Гульдена.

Вопросы для подготовки к экзамену

1 СЕМЕСТР

1. Множества. Операции над множествами.
2. Счетные множества
3. Мощность декартового произведения счетных множеств
4. Мощность объединения множеств.
5. Мощность всех действительных чисел
6. Точные верхняя и нижняя границы множества.
7. Дельта окрестности конечной точки и бесконечно-удаленной точки
8. Метод математической индукции.
9. Предел последовательности.
10. Теорема о единственности предела.
11. Теорема об ограниченности сходящейся последовательности.
12. Теорема о предельном переходе в неравенстве.
13. Теорема о сжатой последовательности
14. Арифметические действия над последовательностями
15. Бесконечно малые и бесконечно большие величины
16. Теорема о монотонной ограниченной последовательности
17. Бином Ньютона
18. Второй замечательный предел
19. Теорема о последовательности вложенных отрезков
20. Теорема Больцано-Вейерштрасса
21. Первый замечательный предел
22. Критерий Коши для последовательностей
23. Пределы верхний и нижний, определения
24. Пределы верхний и нижний, теорема существования предела
25. Предел функции
26. Эквивалентность 1-го и 2-го определений предела функции
27. Односторонние пределы функции
28. Теорема об ограниченности функции, имеющей конечный предел.
29. Критерий Коши существования предела функции.
30. Непрерывность функции.
31. Разрывы первого и второго рода
32. Теорема об ограниченности функции непрерывной на отрезке.
33. Теорема Вейерштрасса о максимуме и минимуме функции непрерывной на отрезке.
34. Теорема о свойстве непрерывной на отрезке функции принимающей на концах отрезка значения разных знаков.
35. Обратная непрерывная функция. Теорема о существовании обратной функции.
36. Равномерная непрерывность функции. Теорема о равномерной непрерывности функции заданной на отрезке.
37. O и o символика, эквивалентные величины.

38. Производная функции. Механический смысл.
39. Геометрический смысл производной. Особые случаи.
40. Производные элементарных функций.
41. Производная сложной функции
42. Производная обратной функции.
43. Дифференциал функции.
44. Приближенное выражение приращения функции.
45. Дифференцирование параметрически заданных функций.
46. Производная высшего порядка.
47. Дифференциал высшего порядка .
48. Свойство инвариантности формы дифференциала.
49. Локальный экстремум.
50. Теорема Ферма.
51. Теорема Ролля.
52. Теоремы Коши и Лагранжа о среднем.
53. Теорема о возрастании и убывании дифференцируемой функции.
54. Раскрытие неопределенностей . Правило Лопиталя.
55. Достаточные условия экстремума.
56. Формула Тейлора для многочлена.
57. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа.
58. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано.
59. Формулы Тейлора элементарных функций.
60. Асимптоты, выпуклость, точки перегиба.

2 СЕМЕСТР

1. Функции многих переменных. Примеры.
2. Предел функции многих переменных.
3. Непрерывная функция
4. Частные производные.
5. Производная по направлению.
6. Полное приращение. Дифференциалы. 1-го и 2-го порядков.
7. Геометрический смысл дифференциала.
8. Производная сложной функции. Градиент.
9. Формула Тейлора.
10. Множества открытые и замкнутые. Граничные точки.
11. Непрерывная функция на замкнутом ограниченном множестве.
12. Локальный экстремум.
13. Наибольшее и наименьшее значения.
14. Условный экстремум. Функция Лагранжа.
15. Теорема о неявной функции.
16. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
17. Неопределенный интеграл. Первообразная. Таблица основных интегралов.
18. Методы интегрирования. Интегрирование по частям. Замена переменных.
19. Интегрирование рациональных и иррациональных выражений.

20. Интегрирование тригонометрических выражений.
21. Суммы Дарбу. Свойства сумм Дарбу.
22. Определенный интеграл. Условие существования определенного интеграла.
23. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной, интегрирование по частям.
24. Несобственные интегралы. Критерии сходимости. Аналогия с рядами.
25. Приложение интегралов. Площадь плоской фигуры. Объем тела. Объем и поверхность тела вращения. Длина дуги.

3 СЕМЕСТР

1. Обыкновенный интеграл как функция от параметра
2. Повторный интеграл
3. Дифференцирование интеграла от параметра
4. Кратный интеграл
5. Теорема о среднем для кратного интеграла
6. Сведение кратного интеграла к повторному (теорема Фубини)
7. Замена переменных в двойном интеграле
8. Замена переменных в n -мерном интеграле
9. Вычисление площади плоской фигуры
10. Вычисление центра тяжести и статических моментов плоской
11. фигуры
12. Вычисление объема тела
13. Вычисление поверхности тела вращения
14. Тройной интеграл. Вычисление объема.
15. Вычисление центра тяжести и статических моментов объемной
16. фигуры
17. Криволинейные интегралы 1 рода
18. Поверхностные интегралы 1 рода
19. Криволинейные интегралы 2 рода
20. Поверхностные интегралы 2 рода
21. Дивергенция и ротор
22. Формула Стокса
23. Формула Остроградского $\square$ Гаусса
24. Комплексные числа. Формулы Эйлера и Муавра
25. Тригонометрические ряды Фурье
26. Ряды Фурье в комплексной форме
27. Интеграл Фурье

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену

Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Критерии оценки контрольных работ:

— оценка “зачтено” выставляется при полном раскрытии темы контрольной работы, а также при последовательном, четком и логически стройном ее изложении. Студент отвечает на дополнительные вопросы, грамотно обосновывает принятые решения;

— оценка “не зачтено” выставляется за слабое и неполное раскрытие темы контрольной работы, несамостоятельность изложения материала, выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие наглядного представления работы, затруднения при ответах на вопросы.

Критерии оценивания по зачету:

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, умеет решать основные типовые задачи, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять алгоритм решения и проанализировать полученные результаты, понимает лекционный материал, иллюстрируя его примерами.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры по основным темам курса, довольно ограниченный объем знаний алгоритмических решений практических задач.

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.

4.3. Методические указания по организации вычислительной инфраструктуры

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 1-го года обучения (1,2 семестр).
- Наличие доступа к вычислительным ресурсам (GitLab, Yandex DataSphere, среда Matlab).
- Разработаны лабораторные работы;
- Инфраструктура для приёма задач (gitlab, CI/CD) согласована с лабораторными работами.

Цели, задачи и ожидаемые результаты

Цели организации вычислительной инфраструктуры:

- дать начальное представление о работе в IT инфраструктуре (приучить пользоваться гитом, jupyter-ноутбуками).

Задачи преподавателя:

- Организация регистрации студентов в Google Colab и Yandex DataSphere
- Создание учетных записей студентов в gitlab вуза;
- GitLab Runner;
- Работа над шаблонным репозиторием лабораторных работ;
- Написание инструкции для студентов.

Ожидаемые результаты студентов:

- начальное представление о работе в IT инфраструктуре.

Порядок реализации

Задача №1: Организация регистрации студентов в Google Colab и Yandex DataSphere

Задача №2: Создание учетных записей студентов в gitlab вуза

Задача №3: GitLab Runner.

Для выполнения CI/CD пайплайна был настроен GitLab Runner на удалённой виртуальной машине с ОС Ubuntu 24.04.

Последовательность настройки включала следующие шаги:

- Настройка системы – установка необходимых компонентов, таких, как Docker.
- Установка GitLab Runner по официальной инструкции.
- Регистрация Runner для частного сервера GitLab.

Задача №4: Работа над шаблонным репозиторием лабораторных работ

Этот репозиторий служит основой для всех новых лабораторных заданий и содержит преднастроенную структуру проекта и CI-конфигурации.

Ключевые файлы и их назначение:

.gitlab-ci.yml — основной конфигурационный файл CI/CD. Определяет среду выполнения (образ Docker), команды для сборки.

Dockerfile – файл для запуска докер-образа.

Задача №5: Написание инструкции для студентов

README.md – инструкции к использованию шаблонного репозитория.

Вся структура максимально адаптирована для копирования студентами и минимизации порога входа при выполнении лабораторных

4.4 Методические указания по организации лабораторных работ по дисциплине Математический анализ

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 1-го года обучения.
- Техническое обеспечение Python.

Цели, задачи и ожидаемые результаты

Цели:

- Закрепление теоретических знаний на практике.
- Развитие навыков решения конкретной задачи математического анализа.
- Подготовка к решению реальных задач в индустрии.

Задачи:

- 1) Обеспечить студентов структурированными лабораторными работами.
- 2) Предоставить доступ к необходимому программному обеспечению.
- 3) Организовать проверку и обратную связь по выполненным работам.

Ожидаемые результаты:

- Умение применять математический анализ на практике.
- Навыки работы с языками программирования: Python,.
- Опыт решения практических задач математического анализа в различных

отраслях.

Порядок реализации.

Задача №1 Обеспечение студентов структурированными лабораторными работами.

- 1) Определение тем:
 - Вычисление пределов функций
 - Исследование функций на непрерывность и точки разрыва.
 - Исследование функций с помощью первой и второй производной
 - Применение производной для решения оптимизационных задач.
 - Построение графиков функций с помощью производной
 - Приложения интегралов: вычисление площадей, объемов, длины кривой
 - Численные методы интегрирования.
 - Применение рядов для приближенных вычислений.
 - Использование математического анализа в инженерных и научных задачах
- 2) Разработка заданий:
 - Пошаговые инструкции.
 - Контрольные вопросы.

Разработка заданий для лабораторной работы «Построение графиков функций с помощью производной».

Цель: освоить исследование функций с помощью производных и научиться строить графики функций

Пошаговые инструкции

Шаг 1 Найти область определения функции

Шаг 2 Вычислить первую производную и определить интервалы возрастания/убывания, точки экстремума

Шаг 3 Вычислить вторую производную и определить интервалы выпуклости/вогнутости и точки перегиба

Шаг 4 На основе данных построить график функции с отметками (точки экстремума, точки перегиба, асимптот), а также используя Python.

Шаг 5 Сделать анализ.

Варианты вопросов

1. Как определить является ли точка максимумом или минимумом

2. Как вторая производная влияет на форму графика
3. В чем преимущество использования Python и инструментов ИИ для построения графиков.

Критерии оценки

Отлично: Полное выполнение всех шагов, проведение анализа и ответы на все вопросы.

Хорошо: Полное выполнение всех шагов, но несколько из них допускают небольшие ошибки, при ответах на вопросы получены незначительные замечания.

Удовлетворительно: Выполнены все шаги, но несколько шагов имеют значительные ошибки, устраняемыми в процессе приема задачи, при ответах на вопросы получен ряд замечаний.

Неудовлетворительно: Невыполнение ключевых этапов.

3) Генерация индивидуальных задач при необходимости.

Задача №2: Предоставление доступа к необходимому программному обеспечению.

1. Установка ПО:

языки программирования: Python

Задача №3: Организация проверки и обратной связи по выполненным работам.

1. Автоматизированная проверка:

Юнит-тесты для оценки корректности кода.

2. Ручная проверка:

Анализ отчетов и выводов студентов.

3. Обратная связь:

Разбор ошибок и рекомендации по улучшению.

4. Порядок проверки корректности

Чек-лист для проверки лабораторных работ:

1. Выполнение заданий:

График построен верно

2. Отчет:

Описание полного исследования функции

Анализ результатов

3. Своевременность

Работа сделана в установленный срок

Критерии оценки:

Отлично: Полное выполнение всех заданий, качественный график и исследование, отчет.

Хорошо: Незначительные недочеты в исследовании или отчете.

Удовлетворительно: Выполнены базовые задания, но с ошибками.

Неудовлетворительно: Критические ошибки или невыполнение работы.

4.5. Методические указания по проведению типовых расчетов

Цель типовых расчетов

Типовые расчеты направлены на закрепление теоретических знаний, развитие навыков решения практических задач и подготовку к применению математического анализа в профессиональной деятельности, включая задачи искусственного интеллекта и анализа данных.

1. Общие рекомендации

1. Организация работы:

- Расчеты выполняются индивидуально.

- Решения оформляются в тетради или в электронном виде (Jupyter Notebook, LaTeX).
- Для графиков и сложных вычислений рекомендуется использовать Python (библиотеки: `numpy`, `matplotlib`, `sympy`).

2. Этапы выполнения:

- Изучение теоретического материала (лекции, учебники).
- Решение задач по образцу (разобранные на семинарах примеры).
- Проверка результатов с помощью программных инструментов.
- Анализ и интерпретация результатов.

3. Критерии оценки:

- Правильность решения.
 - Полнота и логичность изложения.
 - Грамотное применение математического аппарата.
 - Использование вычислительных инструментов (если требуется).
-

2. Темы и задания для типовых расчетов

Тема 1: Пределы и непрерывность

Задания:

1. Вычислить пределы функций:
 - $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 3x}{5x}$
 - $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{2}{x}\right)^{3x}$
2. Исследовать функцию на непрерывность:
 - $f(x) = \frac{x^2 - 4}{x - 2}$ в точке $x = 2$.
3. Построить график функции с указанием точек разрыва (используя Python или вручную).

Методические указания:

- Для вычисления пределов использовать:
 - Замену на эквивалентные бесконечно малые.
 - Правило Лопиталя.
 - Для исследования непрерывности проверить выполнение условий:
 - Существование предела.
 - Совпадение предела со значением функции.
-

Тема 2: Производные и их приложения

Задания:

1. Найти производные функций:
 - $y = \ln(x^2 + 1)$
 - $y = e^{2x} \cdot \cos x$

2. Исследовать функцию на монотонность и экстремумы:
 - $y = x^3 - 6x^2 + 9x + 1$.
3. Решить задачу оптимизации:
 - Найти размеры прямоугольника с максимальной площадью при заданном периметре P .

Методические указания:

- Применять правила дифференцирования (сумма, произведение, сложная функция).
 - Для исследования функции:
 - Найти критические точки ($f'(x) = 0$).
 - Определить знак производной на интервалах.
 - Для задач оптимизации составить целевую функцию и ограничения.
-

Тема 3: Интегралы и их приложения

Задания:

1. Вычислить интегралы:
 - $\int \frac{2x}{x^2 + 1} dx$
 - $\int_0^{\pi} \sin^2 x, dx$
2. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями:
 - $y = x^2$, $y = 2 - x$.
3. Применить интеграл для вычисления объема тела вращения (например, $y = \sqrt{x}$ вокруг оси Ox).

Методические указания:

- Для неопределенных интегралов использовать:
 - Замену переменной.
 - Интегрирование по частям.
 - Для вычисления площадей:
 - Найти точки пересечения графиков.
 - Определить верхнюю и нижнюю функции на интервале.
-

Тема 4: Функции многих переменных

Задания:

1. Найти частные производные:
 - $z = x^2 y + \sin(xy)$.
2. Исследовать функцию на экстремум:
 - $f(x, y) = x^2 + y^2 - 2x - 4y$.
3. Построить линии уровня и градиентное поле для $z = x^2 - y^2$ (используя Python).

Методические указания:

- Для частных производных фиксировать одну переменную, дифференцировать по другой.
- Для поиска экстремумов:
 - Найти стационарные точки ($\frac{\partial f}{\partial x} = 0$, $\frac{\partial f}{\partial y} = 0$).
 - Проверить знак определителя Гессе.

Тема 5: Ряды и их приложения

Задания:

1. Исследовать сходимость ряда:
 - $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2}{2^n}$.
2. Разложить функцию в ряд Тейлора:
 - $f(x) = e^{2x}$ в точке $x = 0$.
3. Применить ряды Фурье для аппроксимации сигнала (например, прямоугольного импульса).

Методические указания:

- Для исследования рядов использовать:
 - Признак Даламбера.
 - Интегральный признак Коши.
- Для рядов Тейлора вычислить производные в точке разложения.

3. Использование программных инструментов

- **Python:** Для вычислений и визуализации (пример кода для построения графика):

python

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
x = np.linspace(-5, 5, 100)
y = x**2 - 3*x + 2
plt.plot(x, y)
plt.xlabel('x')
plt.ylabel('y')
plt.title('График функции y = x^2 - 3x + 2')
plt.grid()
plt.show()
```

- **WolframAlpha:** Для проверки результатов (например, вычисления пределов).

Примечание: Для студентов с ОВЗ предусмотрены адаптированные задания и консультации.

Критерии правильности решений и сравнение с аналитическими вычислениями

1. Общие принципы проверки

1. Аналитическая корректность

Решение должно строго соответствовать математическим законам (правила дифференцирования, интегрирования, предельные переходы и т.д.).

Проверяется логика рассуждений, а не только итоговый ответ.

2. Сравнение с эталонным решением

Для каждого задания существует **аналитически выверенный ответ** (например, вычисленный вручную или через WolframAlpha).

Допустимая погрешность для численных методов: $\leq 1\%$ (для задач с точным ответом — строгое совпадение).

3. Автоматизированная проверка

Если студент использовал Python/Matlab, его код запускается для проверки **совпадения с аналитическим решением**.

Пример для Python:

```
import sympy as sp
x = sp.symbols('x')
derivative = sp.diff(sp.sin(x**2), x) # Проверка производной
assert derivative == 2*x*sp.cos(x**2) # Сравнение с эталоном
```

Инструкция для преподавателей

1. Эталонные решения:

Для каждой задачи подготовить **аналитическое решение** (например, в LaTeX или SymPy).

2. Проверка кода:

Запустить студенческий код и сравнить вывод с эталоном.

Критерий:

```
python
assert np.isclose(student_result, reference_result, rtol=0.01) # Допуск 1%
```

3. Ручная проверка:

Если ответ совпадает с эталоном, но решение неверное (например, «угадал»), ставится **0 баллов**.

4.6 Методические указания по организации проектной деятельности

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 1-го года обучения,
- Общее время на проект – не более 16 часов на каждого студента.
- Имеется доступ к кейсам индустриальных партнеров; есть возможность адаптации кейсов для студентов первого курса.

Цели, задачи и ожидаемые результаты

Цели организации вычислительной инфраструктуры:

- дать начальное представление о реальных задачах, решаемых с помощью математического анализа и возникающих проблемах.

Задачи преподавателя:

- сбор кейсов индустриальных партнеров;
- сбор кейсов преподавателей практиков и лабораторий в вузе;
- формирование ТЗ на проект на основе кейсов;
- разработка системы учёта результатов проекта в итоговой экзаменационной оценке

Ожидаемые результаты студентов:

- начальное представление о реальных задачах, решаемых с помощью математического анализа и возникающих проблемах, готовое решение с обоснованием выбора метода, презентация результатов.

Порядок реализации:

1. Пример проекта:

Тема: Оптимизация уклонов кровли через анализ производных.

Задание:

- Разработать алгоритм поиска оптимального угла наклона кровли путем вычисления про-изводной функции суммарных затрат и нахождения точек минимума.
- **Критерии оценки:**
- Эффективность решения.
- Качество кода и отчетности.

Порядок проверки корректности:

Чек-лист:

- Набор кейсов промышленных партнеров – 3 шт
- Наличие репозитория с кодом.
- Защита проекта (презентация, ответы на вопросы).

5 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Курс математического анализа : учебник для бакалавров : в 3 т. Т. 1 / Л. Д. Кудрявцев. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - 703 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/467590> (дата обращения: 30.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-9916-3701-5. - Текст : электронный.

2. Сборник задач по математическому анализу : учебное пособие: в 3 т. Т. 2 : Интегралы. Ряды / Л. Д. Кудрявцев, А. Д. Кутасов, В. И. Чехлов, М. И. Шабунин. - Москва : Физматлит, 2021. - 504 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185639> (дата обращения: 25.02.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-9221-0307-7. - Текст : электронный.

3. Курс математического анализа : учебник для вузов: в 3 т. Т. 2 : в 2 кн. Кн. 1 / Л. Д. Кудрявцев. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 396 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/490845> (дата обращения: 30.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-02792-1. - Текст : электронный.

4. Курс математического анализа : учебник для вузов: в 3 т. Т. 3 / Л. Д. Кудрявцев. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 351 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/488878> (дата обращения: 30.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-02795-2. - Текст : электронный.

5. Математический анализ : учебник для вузов: в 2 ч. Ч. 2 / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. - 3-е изд. - Москва : Юрайт, 2023. - 324 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/511024> (дата обращения: 01.06.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-09085-7. - Текст : электронный.

6. Математический анализ : учебник для вузов: в 2 ч. Ч. 1: в 2 кн. Кн. 2 / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 315 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/513352> (дата обращения: 01.06.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-07069-9. - Текст : электронный.

7. Математический анализ : учебник и практикум для вузов : в 2 ч. Ч. 2 / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин ; отв. ред. Н. Ш. Кремер. - Москва : Юрайт, 2022. - 389 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/470316> (дата обращения: 09.08.2022). - Режим доступа для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-02019-9. - Текст : электронный.

5.2 Дополнительная литература:

1. Основы математического анализа [Электронный ресурс] : учебник : в 2 т. Т. 1 / Фихтенгольц Г. М. - СПб. : Лань, 2015. - 448 с. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65055.
2. Сборник задач по математическому анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие. Т. 1 : Предел. Непрерывность. Дифференцируемость / Л. Д. Кудрявцев [и др.]. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 496 с. - https://e.lanbook.com/book/2226#book_name.
3. Кудрявцев, Л. Д. Краткий курс математического анализа [Электронный ресурс] : учебник. Т. 1 : Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды / Кудрявцев Л. Д. - 4-е изд. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 444 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=854332>.
4. Основы математического анализа [Электронный ресурс] : учебник : в 2 т. Т. 2 / Фихтенгольц Г. М. - СПб. : Лань, 2008. - 464 с. - <https://e.lanbook.com/reader/book/411/#1>.

5.3 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.prilib.ru/>
9. Springer Journals <https://link.springer.com/>
10. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
11. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
12. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
13. zbMath <https://zbmath.org/>
14. Nano Database <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
17. 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. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
5. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
6. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
7. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
8. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
9. [Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety) http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

6 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной теоретический материал, лабораторных занятий, позволяющих студентам в полной мере ознакомиться с понятием теории функций вещественной переменной и освоиться в решении практических задач.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине «теория функций вещественной переменной».

Целью самостоятельной работы бакалавра является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания, полученные во время лабораторных занятий.

Самостоятельная работа студентов в ходе изучения дисциплины состоит в выполнении индивидуальных заданий, задаваемых преподавателем, ведущим лабораторные занятия, подготовки теоретического материала к лабораторным занятиям, на основе конспектов лекций и учебной литературы, согласно календарному плану и подготовки теоретического материала к тестовому опросу, зачету и экзамену, согласно вопросам к экзамену.

Указания по оформлению работ:

- работа на лабораторных занятиях и конспекты лекций могут выполняться на отдельных листах либо непосредственно в рабочей тетради;
- оформление индивидуальных заданий желательно на отдельных листах.

Проверка индивидуальных заданий по темам, разобранным на лабораторных занятиях, осуществляется через неделю на текущем лабораторном занятии, либо в течение недели после этого занятия на консультации.

Для разъяснения непонятных вопросов лектором и ассистентом еженедельно проводятся консультации, о времени которых группы извещаются заранее.

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, способствующими индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта

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

Проверка индивидуальных заданий по темам, разобранным на лабораторных занятиях, осуществляется через неделю на текущем лабораторном занятии, либо в течение недели после этого занятия на консультации.

Для разъяснения непонятных вопросов лектором и ассистентом еженедельно проводятся консультации, о времени которых группы извещаются заранее.

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.

Примеры кейсов от индустриального партнера

Кейс №1. Классификация строительных материалов на основе теории множеств

Описание:

При планировании строительства необходимо систематизировать разнообразные материалы по их свойствам и назначению. Задача заключается в создании системы автоматической классификации материалов, где каждый материал принадлежит определенным множествам (по прочности, водостойкости, огнестойкости) с возможностью пересечения и объединения этих множеств.

Цель:

Разработать простой алгоритм машинного обучения для группировки строительных материалов с использованием операций над множествами и логических условий принадлежности.

Ожидаемый результат:

Программа-классификатор, определяющая категорию материала по его характеристикам и показывающая принадлежность к различным функциональным группам.

Кейс №2. Предельный анализ несущей способности конструкций с помощью нейронных сетей

Описание:

Определение максимальной нагрузки, которую может выдержать строительная конструкция, является критически важной задачей. При увеличении нагрузки система приближается к предельному состоянию, после которого происходит разрушение. Необходимо создать простую модель для прогнозирования этого предела.

Цель:

Построить нейронную сеть, которая на основе геометрических параметров балки и свойств материала предсказывает предельную нагрузку с анализом поведения функции при стремлении к критическим значениям.

Ожидаемый

результат:

Модель предсказания предельных состояний с визуализацией приближения к границам безопасной эксплуатации конструкций.

Кейс №3. Оптимизация уклонов кровли через анализ производных

Описание:

Угол наклона кровли влияет на снеговую нагрузку, эффективность водоотвода и расход материалов. Существует оптимальный уклон, минимизирующий общие затраты на строительство и эксплуатацию. Задача требует поиска экстремума функции затрат.

Цель:

Разработать алгоритм поиска оптимального угла наклона кровли путем вычисления производной функции суммарных затрат и нахождения точек минимума.

Ожидаемый результат:

Система расчета, автоматически определяющая оптимальный уклон кровли для заданных климатических условий с объяснением через анализ скорости изменения затрат.

Кейс №3 Оптимизация гиперпараметров нейронной сети с использованием методов оптимизации, основанных на производных и поиске экстремумов

Описание: гиперпараметры нейронной сети (скорость обучения, коэффициенты регуляризации) существенно влияют на качество модели. Ручной подбор требует больших вычислительных ресурсов. Автоматическая оптимизация гиперпараметров с использованием градиентных методов (основанных на производных) может ускорить процесс.

Цель:

Реализовать алгоритм оптимизации гиперпараметров на основе градиентной информации (например, методом наискорейшего спуска) для нейронной сети, обученной на наборе данных MNIST.

Математический инструментарий:

- Производные (градиент по гиперпараметрам)
- Пределы (сходимость алгоритма оптимизации)
- Последовательности (последовательность значений гиперпараметров и функции потерь)

Ожидаемый результат:

интерактивный скрипт на Python, который обучает простую нейронную сеть на MNIST, оптимизирует скорость обучения (α) и коэффициент L2-регуляризации (λ) с помощью градиентного спуска, визуализирует процесс оптимизации (изменение гиперпараметров и функции потерь).

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные индивидуальные консультации, на которых преподаватель подробно разъясняет сложные аспекты дисциплины, помогает адаптировать практические задания и обеспечивает специальные условия для освоения методов работы с системами искусственного интеллекта. Индивидуальный подход позволяет таким студентам полноценно участвовать в учебном процессе и достигать требуемых результатов обучения.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса**7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий**

1. Облачные платформы и сервисы
cloud.ru, YandexCloud, AWS/GCP/Azure— облачные вычисления
2. Системы управления версиями и коллаборации
Git/GitHub/GitLab – контроль версий кода и совместная разработка
3. Система управления обучением Moodle – сдача работ
4. Проверка индивидуальных заданий и консультирование посредством электронной почты.
5. Использование электронных презентаций при проведении лекционных и лабораторных занятий.
6. Использование математических пакетов при выполнении индивидуальных заданий.
7. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» <http://www.consultant.ru>
8. Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ
<https://rosmintrud.ru/opendata>

10. База данных Научной электронный библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
11. База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН <http://www2.viniti.ru/>
12. Базы данных и аналитические публикации «Университетская информационная система РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru/>
13. Полная математическая база данных zbMATH <https://zbmath.org/>
14. www.statlab.kubsu.ru
15. <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>
16. <http://statsoft.ru/solutions/>

7.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.
4. Языки программирования: Python
5. Google Colab – облачная среда для выполнения кода на Python с GPU/TPU

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Виртуальные машины, кластер Managed Kubernetes и ресурсы GPU в облаке предоставляется индустриальным партнером ПАО «Сбербанк»:

№	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
3	K8S	Аренда публичного IP	1		Шт
		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.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО), доска Ауд. 129, 131, 3016, 305, 307
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная техническими средствами обучения – компьютерами с соответствующим программным обеспечением, маркерная доска. Ауд. 101, 106, 106а
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная маркерной доской и оснащенная компьютером. Ауд. 129
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная маркерной доской и оснащенная компьютером. Ауд. 129
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. 102-А и читальный зал

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.17 «Фундаментальные дискретные модели»

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Основной целью дисциплины является изучение теоретических основ математической логики, фундаментальных дискретных моделях и свойствах объектов дискретной природы, булевой алгебры, теории графов, управляющих систем, конечных автоматов и формальных грамматик. Важным является приобретения навыков оперирования с объектами изучаемых областей.

Воспитательной целью дисциплины является формирование у студентов научного, творческого подхода к освоению фундаментальной теории, методов и средств решения задач об абстрактных моделях дискретной природы.

Отбор материала основывается на необходимости ознакомить студентов со следующей современной научной информацией:

- математической логики, булевой алгебры и методах доказательств;
- теории множеств и отношениях;
- основ комбинаторики;
- теории графов;
- основ теории вычислительных конечных автоматов;
- основ теории формальных грамматик.

Содержательное наполнение дисциплины обусловлено общими задачами подготовки бакалавра.

Научной основой для построения программы данной дисциплины является теоретико-прагматический подход в обучении.

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи курса на основе системного подхода:

- приобретение навыков построения предикатов;
- приобретение навыков доказательств на основе логики предикатов;
- ознакомление с основными элементами теории множеств и методами решений задач на множествах;
- приобретение навыков работы с комбинаторными объектами;
- ознакомление с основными элементами булевой алгебры;
- приобретение навыков решения задач на графах;
- ознакомление с основными элементами теории кодирования;
- приобретение навыков построения конечных автоматов;
- приобретение базовых навыков построения и анализа формальных языков.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Фундаментальные дискретные модели» относится к «Обязательная часть» Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Она включает формальные описания и необходимое теоретическое обоснования фундаментальных моделей и методов, используемых при изучении всех дисциплин программистского цикла, обеспечивая формирование общих представлений об основных моделях и методах, используемых в различных разделах современной математики и информатики.

Входными знаниями для освоения данной дисциплины являются знания, умения и опыт, накопленный студентами в процессе изучения математики и информатики.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

ОПК-1 **Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности**

ОПК-1.1 **Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области в профессиональной деятельности**

Знать Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области дискретного моделирования
Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки дискретной информации

Уметь Проводить анализ исполнения требований с использованием математической логики
Использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения
Применять методы анализа научно-технической информации в области дискретного моделирования

Владеть Анализ возможностей реализации требований к программному обеспечению на основе дискретного моделирования
Проектирование дискретных структур данных
Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний с использованием математической логики
Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач

ОПК-1.2 **Применяет знания, полученные в области математических и (или) естественных наук выборе методов решения задач, построении моделей и анализе их применимости в заданной предметной области**

Знать Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области дискретного моделирования
Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки дискретной информации

Уметь Проводить анализ исполнения требований с использованием математической логики
Проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений
Использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения на основе дискретного моделирования
Применять методы анализа научно-технической информации

Владеть Анализ возможностей реализации требований к программному обеспечению с использованием математической логики
Оценка времени и трудоемкости реализации требований к программному обеспечению на основе дискретного моделирования
Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в области знаний дискретных моделей

Подготовка предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов на основе дискретного анализа
Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 зач. ед. (288 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)					
			1	2				
Контактная работа, в том числе:		160,8	90,3	72,5				
Аудиторные занятия (всего):		152	84	68				
Занятия лекционного типа		84	50	34				
Лабораторные занятия		68	34	34				
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)								
Иная контактная работа:		10,8	6,3	4,5				
Контроль самостоятельной работы (КСР)		10	6	4				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,8	0,3	0,5				
Самостоятельная работа, в том числе:		53,8	18	35,8				
Проработка учебного (теоретического) материала		25,8	10	15,8				
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		28	8	20				
Контроль:		71,4	35,7	35,7				
Подготовка к экзамену		71,4	35,7	35,7				
Общая трудоемкость	час.	288	144	144				
	в том числе контактная работа	162,6	90,3	72,3				
	зач. ед	8	4	4				

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 1 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основы логики предикатов	8	4		2	2
2.	Методы доказательств	8	4		2	2
3.	Основные понятия теории множеств	12	6		4	2
4.	Отношения на множествах	18	10		6	2
5.	Основы комбинаторики	22	10		8	4
6.	Основы булевой алгебры	20	8		8	4
7.	Основы теории графов	14	8		4	2

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
ИТОГО по разделам дисциплины		102	50		34	18
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3				
Подготовка к текущему контролю		35,7				
Общая трудоемкость по дисциплине		144				

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 2 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Всего	Количество часов			
			Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основы теории графов	23	8		8	7
2.	Основы теории управляющих систем	15	4		4	7
3.	Основы теории кодирования	15	4		4	7
4.	Основы теории вычислительных конечных автоматов	19	6		6	7
5.	Основы теории формальных грамматик	31,8	12		12	7,8
ИТОГО по разделам дисциплины		103,8	34		34	35,8
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5				
Подготовка к текущему контролю		35,7				
Общая трудоемкость по дисциплине		144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основы логики предикатов	Основные понятия логики предикатов. Кванторы. Выполнимость и истинность. Префиксная нормальная форма.	К, Т
2.	Методы доказательств	Методы доказательств. Математическая индукция.	К, Т
3.	Основные понятия теории множеств	Основные понятия теории множеств. Основные операции над множествами. Декартово произведение множеств.	К, Т
4.	Отношения на множествах	Отношения. Основные определения. Свойства бинарных отношений. Операции над бинарными отношениями. Замыкание отношений. Отношение эквивалентности и отношение порядка. Функции. Инъекция, сюръекция и биекция. Операции на множестве. Ядро функции. Мощность множества. Конечные и бесконечные множества. Принцип Дирихле.	К, Т
5.	Основы комбинаторики	Размещения и перестановки. Сочетания. Перестановки и сочетания с повторениями. Полиномиальная формула. Бином Ньютона. Свойства биномиальных коэффициентов. Разбиения. Принцип включения и исключения. Число сюръективных функций. Подстановки. Инверсии.	К, Т
6.	Основы булевой алгебры	Функции алгебры логики. Существенные и несущественные переменные. Булевы функции одной и двух переменных. Реализация функций формулами. Равносильные формулы.	К, Т

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
		Подстановка и замена. Алгебра булевых функций. Принцип двойственности. Разложение булевых функций по переменным. ДНФ, КНФ, СДНФ, СКНФ. Построение СДНФ. Алгоритм вычисления значения булевой функции. Эквивалентные преобразования. Замыкание множества булевых функций. Замкнутые классы	
7.	Основы теории графов	Виды и способы задания графов. Подграфы и части графа. Операции над графами. Степени вершин. Маршруты. Достижимость. Связность. Расстояния в графах. Эйлеровы циклы и цепи. Обобщенная теорема об эйлеровых цепях. Гамильтонов цикл. Взвешенные графы. Граф-дерево и граф-лес. Цикломатическое число графа. Двудольные (четные) графы. Нахождение кратчайших маршрутов. Осто́вы графов. Фундаментальные циклы. Раскраски графов. Планарные графы. Разрезы. Сети. Поток в сетях. Расчет максимального потока в сети.	К, Т
8.	Основы теории управляющих систем	Схемы из функциональных элементов. Реализация функций алгебры логики схемами. Сумматор. Верхняя оценка сложности сумматора. Вычитатель. Метод Карацубы построения схемы для умножения, верхняя оценка её сложности.	К, Т
9.	Основы теории кодирования	Алфавитное кодирование. Теорема Маркова о взаимной однозначности алфавитного кодирования. Неравенство Макмиллана. Существование префиксного кода с заданными длинами кодовых слов. Оптимальные коды, их свойства. Теорема редукции. Коды с исправлением t ошибок. Оценка функции $M_t(n)$. Коды Хэмминга. Оценка функции $M_1(n)$.	К, Т
10.	Основы теории вычислительных конечных автоматов	Понятие ограниченно детерминированных (автоматных) функций, их представление диаграммой Мура. Единичная задержка. Схемы из функциональных элементов и элементов задержки. Автоматность осуществляемых ими отображений. Моделирование автоматной функции схемой из функциональных элементов и элементов задержки. Теорема Мура. Теорема об отличимости состояний двух автоматов.	К, Т
11.	Основы теории формальных грамматик	Допускающие КА. ДКА, НКА, ϵ -НКА. Регулярные выражения. Конечные автоматы и регулярные выражения. Доказательство нерегулярности языков. Свойства замкнутости регулярных языков. Эквивалентность и минимизация автоматов. Контекстно-свободные грамматики. Деревья разбора. Автоматы с магазинной памятью. Лемма о накачке для контекстно-свободных языков	К, Т

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП – выполнение курсового проекта, КР – курсовой работы, РГЗ – расчетно-графического задания, Р – написание реферата, Э – эссе, К – коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основы логики предикатов	Основные понятия логики предикатов. Кванторы. Выполнимость и истинность. Префиксная нормальная форма.	РЗ
2.	Методы доказательств	Методы доказательств. Математическая индукция.	РЗ
3.	Основные понятия теории множеств	Основные понятия теории множеств. Основные операции над множествами.	РЗ
4.		Основные операции над множествами. Декартово произведение множеств.	РЗ
5.	Отношения на множествах	Отношения. Основные определения. Свойства бинарных отношений. Операции над бинарными отношениями.	РЗ
6.		Замыкание отношений. Отношение эквивалентности и отношение порядка.	РЗ

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
7.	Основы комбинаторики	Функции. Инъекция, сюръекция и биекция. Ядро функции. Мощность множества.	РЗ
8.		Размещения и перестановки. Сочетания.	РЗ
9.		Перестановки и сочетания с повторениями.	РЗ
10.		Полиномиальная формула. Бином Ньютона.	РЗ
11.		Разбиения. Принцип включения и исключения. Число сюръективных функций. Подстановки. Инверсии.	РЗ
12.	Основы булевой алгебры	Функции алгебры логики. Существенные и несущественные переменные. Булевы функции одной и двух переменных. Реализация функций формулами.	РЗ
13.		Равносильные формулы. Подстановка и замена. Алгебра булевых функций. Принцип двойственности. Разложение булевых функций по переменным. ДНФ, КНФ, СДНФ, СКНФ. Построение СДНФ.	РЗ
14.		Замыкание множества булевых функций. Замкнутые классы.	РЗ
15.		Замкнутые классы.	РЗ
16.		Виды и способы задания графов. Подграфы и части графа. Операции над графами.	РЗ
17.	Основы теории графов	Степени вершин. Маршруты. Достижимость. Связность. Расстояния в графах.	РЗ
18.		Эйлеровы циклы и цепи. Обобщенная теорема об эйлеровых цепях. Гамильтонов цикл.	РЗ
19.		Взвешенные графы. Граф-дерево и граф-лес. Цикломатическое число графа. Двудольные (четные) графы. Нахождение кратчайших маршрутов.	РЗ
20.		Осто́вы графов. Фундаментальные циклы.	РЗ
21.		Планарные графы.	РЗ
22.		Разрезы. Сети. Потоки в сетях. Расчет максимального потока в сети.	РЗ
23.		Схемы из функциональных элементов. Реализация функций алгебры логики схемами.	РЗ
24.	Основы теории управляющих систем	Сумматор. Вычитатель.	РЗ
25.	Основы теории кодирования	Алфавитное кодирование. Существование префиксного кода с заданными длинами кодовых слов	РЗ
26.		Коды Хэмминга.	РЗ
27.	Основы теории вычислительных конечных автоматов	Понятие ограниченно детерминированных (автоматных) функций, их представление диаграммой Мура.	РЗ
28.		Схемы из функциональных элементов и элементов задержки. Моделирование автоматной функции схемой из функциональных элементов и элементов задержки.	РЗ
29.	Основы теории формальных грамматик	Допускающие ДКА и регулярные выражения.	РЗ
30.		Допускающие НКА, ε-НКА и регулярные выражения.	РЗ
31.		Эквивалентность и минимизация автоматов.	РЗ
32.		Доказательство нерегулярности языков.	РЗ
33.		Контекстно-свободные грамматики. Автоматы с магазинной памятью.	РЗ
34.		Лемма о накачке для контекстно-свободных языков.	РЗ

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019
2	Решение задач	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

- Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.

- Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.

- Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.

- Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) - расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:

- Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.

– Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.

– Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностно-ориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.

– Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.

– Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.

– Игровая технология – позволяет развивать навыки рассмотрения ряда возможных способов решения проблем, активизируя мышление студентов и раскрывая личностный потенциал каждого учащегося.

– Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеперечисленных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

– работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;

– проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;

– анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;

– развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	количество интерактивных часов
1,2	Л, ЛР	Практические занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»	32
Итого			32

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки

поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

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.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4. Оценочные и методические материалы

4.2 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Дискретная математика».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме тестовых заданий, заданий по темам и промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к экзамену и зачету.

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.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
22	Основы логики предикатов	ОПК-1	Типовые контрольные задания 1-9 Типовые задания для самостоятельной работы 1-9	Контрольная работа 1 Вопросы для подготовки к экзамену 1-2
23	Методы доказательств	ОПК-1	Типовые контрольные задания 10-14 Типовые задания для самостоятельной работы 10-15	Контрольная работа 1 Вопросы для подготовки к экзамену 3
24	Основные понятия теории множеств	ОПК-1	Типовые контрольные задания 15-26 Типовые задания для самостоятельной работы 16-26	Контрольная работа 1 Вопросы для подготовки к экзамену 3-6
25	Отношения на множествах	ОПК-1	Типовые контрольные задания 27-40 Типовые задания для самостоятельной работы 27-43	Контрольная работа 1 Вопросы для подготовки к экзамену 7-12
26	Основы комбинаторики	ОПК-1	Типовые контрольные задания 41-80 Типовые задания для самостоятельной работы 44-102	Контрольная работа 2 Вопросы для подготовки к экзамену 13-18
27	Основы булевой алгебры	ОПК-1	Типовые контрольные задания 81-104 Типовые задания для самостоятельной работы 103-127	Контрольная работа 3-4 Вопросы для подготовки к экзамену 19-25
28	Основы теории графов	ОПК-1	Типовые контрольные задания 105-120 Типовые задания для самостоятельной работы 128-144	Контрольная работа 5 Вопросы для подготовки к экзамену 26-37
29	Основы теории управляющих систем	ОПК-1	Типовые контрольные задания 125 Типовые задания для самостоятельной работы 149	Контрольная работа 6 Вопросы для подготовки к экзамену 40-41
30	Основы теории кодирования	ОПК-1	Типовые контрольные задания 121-124	Контрольная работа 6

			Типовые задания для самостоятельной работы 145-148	Вопросы для подготовки к экзамену 38-39
31	Основы теории вычислительных конечных автоматов	ОПК-1	Типовые контрольные задания 125-126 Типовые задания для самостоятельной работы 149-150	Контрольная работа 6 Вопросы для подготовки к экзамену 42-44
32	Основы теории формальных грамматик	ОПК-1	Типовые контрольные задания 127-159 Типовые задания для самостоятельной работы 151-185	Контрольная работа 7-8 Вопросы для подготовки к экзамену 45-74

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Соответствие **пороговому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **удовлетворительно /зачтено**):

ОПК-1 **Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности**

ОПК-1.1 **Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области в профессиональной деятельности**

Знать *Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области дискретного моделирования
Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки дискретной информации*

Уметь *Проводить анализ исполнения требований с использованием математической логики
Использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения
Применять методы анализа научно-технической информации в области дискретного моделирования*

Владеть *Анализ возможностей реализации требований к программному обеспечению на основе дискретного моделирования
Проектирование дискретных структур данных
Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний с использованием математической логики
Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач*

ОПК-1.2 **Применяет знания, полученные в области математических и (или) естественных наук выборе методов решения задач, построении моделей и анализе их применимости в заданной предметной области**

Знать *Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области дискретного моделирования
Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки дискретной информации*

Уметь	Проводить анализ исполнения требований с использованием математической логики Проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений Использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения на основе дискретного моделирования Применять методы анализа научно-технической информации
Владеть	Анализ возможностей реализации требований к программному обеспечению с использованием математической логики Оценка времени и трудоемкости реализации требований к программному обеспечению на основе дискретного моделирования Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в области знаний дискретных моделей Подготовка предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов на основе дискретного анализа Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач

Соответствие **базовому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **хорошо /зачтено**):

ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-1.1	Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области в профессиональной деятельности
Знать	Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области дискретного моделирования Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки дискретной информации
Уметь	Проводить анализ исполнения требований с использованием математической логики Аргументированно использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения Аргументированно применять методы анализа научно-технической информации в области дискретного моделирования
Владеть	Анализ возможностей реализации требований к программному обеспечению на основе дискретного моделирования Проектирование дискретных структур данных Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний с использованием математической логики Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач
ОПК-1.2	Применяет знания, полученные в области математических и (или) естественных наук выборе методов решения задач, построении моделей и анализе их применимости в заданной предметной области

Знать	Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области дискретного моделирования Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки дискретной информации
Уметь	Проводить анализ исполнения требований с использованием математической логики Проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений Аргументированно использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения на основе дискретного моделирования Применять методы анализа научно-технической информации
Владеть	Анализ возможностей реализации требований к программному обеспечению с использованием математической логики Оценка времени и трудоемкости реализации требований к программному обеспечению на основе дискретного моделирования Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в области знаний дискретных моделей Аргументированно подготавливать предложения для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов на основе дискретного анализа Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач

Соответствие **продвинутому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **отлично /зачтено**):

ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-1.1	Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области в профессиональной деятельности
Знать	Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области дискретного моделирования Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки дискретной информации на высоком уровне
Уметь	Проводить анализ исполнения требований с использованием математической логики на высоком уровне Аргументированно использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения Аргументированно применять методы анализа научно-технической информации в области дискретного моделирования
Владеть	Анализ возможностей реализации требований к программному обеспечению на основе дискретного моделирования Проектирование дискретных структур данных Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний с использованием математической логики на высоком уровне Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач

ОПК-1.2	<i>Применяет знания, полученные в области математических и (или) естественных наук выборе методов решения задач, построении моделей и анализе их применимости в заданной предметной области</i>
<i>Знать</i>	<i>Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области дискретного моделирования Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки дискретной информации на высоком уровне</i>
<i>Уметь</i>	<i>Проводить анализ исполнения требований с использованием математической логики на высоком уровне Проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений Аргументированно использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения на основе дискретного моделирования Применять методы анализа научно-технической информации на высоком уровне</i>
<i>Владеть</i>	<i>Анализ возможностей реализации требований к программному обеспечению с использованием математической логики на высоком уровне Оценка времени и трудоемкости реализации требований к программному обеспечению на основе дискретного моделирования Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в области знаний дискретных моделей на высоком уровне Аргументированно подготавливать предложения для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов на основе дискретного анализа Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач</i>

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Типовые контрольные задания

1. Пусть P , Q и R - определенные следующим образом высказывания:

P : Я умираю от жажды.

Q : Мой стакан пуст.

R : Сейчас три часа.

Запишите каждое из следующих высказываний как логическое выражение, включающее P , Q и R .

- Я умираю от жажды и мой стакан не пуст.
- Если я не умираю от жажды, то мой стакан не пуст.

2. Обозначим через x слово «кошка», а через $P(x)$ предикат «у x есть усы». Запишите каждое из высказываний в символьной форме:

- усы есть у всех кошек;
- найдется кошка без усов.

3. Какие из следующих предложений являются предикатами? Какие из них тождественно истинны, тождественно ложны, выполнимы?
 - a) x делится на 3 ($x \in \mathbb{N}$).
 - b) x делится на 5.
 - c) $y = x^2$; $x \in \mathbb{R}$
 - d) $x^2 + y^2 = z$; $x, y, z \in \mathbb{R}$
4. Изобразить на координатной плоскости области истинности предикатов
 - a) $(x \leq 2) \wedge (x < y)$
 - b) $((x > 2) \vee (y > 1)) \wedge ((x < -1) \vee (y < -2))$
5. Выделить свободные переменные следующих предикатов.
 - a) $\forall x (x - y \equiv x + (-y)); x, y \in \mathbb{R}$
 - b) $\forall x (\exists y P(x, y) \rightarrow Q(x, y, z))$
 - c) $\exists u \forall v P(u, v) \rightarrow \exists t Q(t, u)$
6. Справедливы ли следующие утверждения?
 - a) $\overline{\forall x P(x, y)} \equiv \exists x \overline{P(x, y)}$
 - b) $\forall x (P(x, y) \wedge Q(x, y)) \equiv \forall x P(x, y) \wedge \forall x Q(x, y)$
7. Доказать, что существуют предикаты Q, P такие, что:
 - a) $\forall x (P(x) \vee Q(x)) \neq \forall x P(x) \vee \forall x Q(x)$
 - b) $\forall y \exists x P(x, y) \rightarrow \exists x \forall y P(x, y) \neq 1$
8. Какие из формул тождественно истинны?
 - a) $\forall x (P(x) \rightarrow Q(x)) \rightarrow (\forall x P(x) \rightarrow \forall x Q(x))$
 - b) $\forall x (P(x) \rightarrow Q(x)) \equiv (\exists x P(x) \rightarrow \forall x Q(x))$
9. Получить п.н.ф. предикатной формулы
 - a) $\exists x \forall y P(x, y) \rightarrow \forall x \exists y Q(x, y)$
 - b) $(\exists x \forall z P(x, z) \vee \overline{\forall x \forall y P(x, y)}) \rightarrow \overline{\forall z R(z)}$
10. Прямым рассуждением докажите истинность высказывания:
 n и m — четные числа $\Rightarrow n + m$ — число четное.
11. Дайте обратное доказательство высказывания:
 n^2 — четное число $\Rightarrow n$ — четное.
12. Методом «от противного» докажите, что
 $n + m$ — нечетное число $\Rightarrow$ одно из слагаемых является четным, а другое — нечетным.
13. Методом математической индукции докажите:
 - a) $7^n - 1$ делится на 6 при любом натуральном показателе n
 - b) $\frac{1}{1 \cdot 3} + \frac{1}{3 \cdot 5} + \dots + \frac{1}{(2n-1) \cdot (2n+1)} = \frac{n}{2n+1}$ для всех натуральных чисел n
14. Последовательность целых чисел $x_1, x_2, \dots, x_n$ определена рекуррентной формулой:
 $x_1 = 1$ и $x_{k+1} = x_k + 8k$, при $k \geq 1$. Докажите по индукции, что имеет место формула:
 $x_n = (2n-1)^2$ для всех $n \geq 1$.
15. Пусть $U = \{1, 2, 3, 4\}$, $A = \{1, 3, 4\}$, $B = \{2, 3\}$, $C = \{1, 4\}$. Найти:

a) $\bar{A} \cup \bar{B}$

b) $A \setminus (B \cup C)$

c) $A \setminus (B \cup \bar{C})$

16. С помощью диаграмм Эйлера – Венна выяснить, какие из следующих дистрибутивных законов справедливы для любых множеств A, B, C:

a) $A \setminus (B \cup C) = (A \setminus B) \cup (A \setminus C)$

b) $A \setminus (B \Delta C) = (A \setminus B) \Delta (A \setminus C)$

17. Какие из следующих утверждений верны:

a) $b \subset \{a, b\}$

e) $b \subset \{a, \{b\}\}$

i) $\emptyset \in \{\emptyset\}$

b) $b \in \{a, b\}$

f) $b \in \{a, \{b\}\}$

j) $\emptyset \subseteq \emptyset$

c) $\{b\} \subset \{a, b\}$

g) $\{b\} \subset \{a, \{b\}\}$

k) $\emptyset \in \emptyset$

d) $\{b\} \in \{a, b\}$

h) $\{b\} \in \{a, \{b\}\}$

l) $\emptyset \subseteq \emptyset$

18. Известно, что $B \subseteq A \subseteq C$, $a \in A$ и $a \notin B$. Какие из следующих утверждений верны:

a) $a \in A \cap B$

c) $a \in A \Delta B$

e) $a \in A \cup C$

g) $\{a\} \subseteq A \cap (B \setminus C)$

b) $a \in A \cup B$

d) $\{a\} \subseteq A \cap C$

f) $a \in A \cap B \cup C$

h) $\{a\} \subseteq B \Delta (A \setminus C)$

19. Доказать тождество с использованием логики предикатов

a) $A \cup A \cap B = A$

c) $A \Delta B = A \cap \bar{B} \cup \bar{A} \cap B$

b) $A \cap B \cup A \cap \bar{B} = A$

d) $A \setminus (B \cup C) = (A \setminus B) \cap (A \setminus C)$

e) $(A \cup B) \Delta (B \cup C) = (A \Delta C) \setminus B = (A \cap B \Delta B \cap C) \Delta (A \Delta C)$

20. Выясните, какие из следующих равенств справедливы для любых множеств A, B, C, D:

a) $A \Delta B = B \Delta A$

b) $(A \cup B) \Delta C = (A \Delta C) \cup (B \Delta C)$

c) $\overline{A \Delta B \cap \bar{C}} = A \cap B \cap \bar{C} \cup \bar{A} \cap B \cap \bar{C}$

21. Известно, что $A \subset B \subset C$, $A \neq \emptyset$, $C \neq \emptyset$. Является ли множество пустым?

a) $C \cup (\bar{A} \setminus \bar{B})$;

b) $(B \setminus C) \cap (A \cup B)$;

22. Упростите выражение, если $C=U$, $D=\emptyset$

a) $A \cap C \cup \bar{B} \cap C \cup A \cap D$;

b) $A \cap \bar{B} \cup C \cap \bar{D}$

23. Упростите выражение, если $A \subset B$ и $C \subset D$

a) $A \cap B \cap C \cap D$

b) $(A \cup B) \cap (C \cup D)$

24. Решить уравнение, найти необходимые и достаточные условия, при которых уравнение имеет решение.

1) $(A \Delta B) \Delta X = A \cap B$

3) $(A \Delta B) \Delta X = A \cup B$

2) $X \setminus A = B \cup (\bar{X} \setminus A)$

4) $\overline{A \cap X} = (X \setminus A) \cup B$

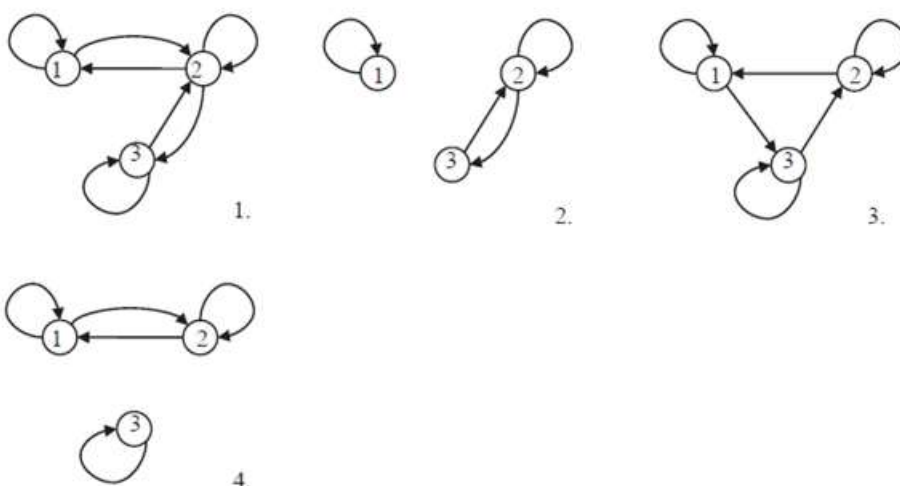
25. Решить систему уравнений. Найти необходимые и достаточные условия, при которых система имеет решение.

$$1) \begin{cases} A \cap X = A \cap C \\ B \cap X = B \cap C \\ C \cap X = A \cap B \end{cases}$$

$$2) \begin{cases} B \cup X = A \\ A \Delta \bar{X} = \bar{C} \end{cases}$$

$$3) \begin{cases} X \cup B = B \cup C \\ X \cup A = A \cup C \\ X \cup C = B \cup C \end{cases}$$

26. Пусть M_2, M_3, M_5 обозначают подмножества универсума N , состоящие соответственно из всех чисел, кратных 2, 3, 5. С помощью операций над множествами выразить через них множества всех чисел:
- делящихся на 6
 - делящихся на 30
27. Определите, какие из следующих отношений на множестве людей рефлексивны, симметричны или транзитивны:
- «... имеет тех же родителей, что и...»
 - «...является братом...»
28. Определите, какие из приведенных ниже отношений на Z являются рефлексивными, симметричными, а какие транзитивными?
- « $x + y$ — нечетное число»
 - « $x + xy$ — четное число».
29. Какими свойствами обладают следующие отношения на множестве натуральных чисел?
- $R_1 = \{(m, n) \mid n \text{ и } m \text{ взаимно просты}\}$
 - $R_5 = \{(m, n) \mid m = n^2\}$
30. Определите, какими свойствами обладают следующие отношения на множестве N
- $aRb \Leftrightarrow a$ и b состоят из разных цифр
 - $aRb \Leftrightarrow$ сумма цифр a не больше суммы цифр b
31. Доказать, что следующие отношения являются эквивалентностями. Найти классы эквивалентности и индекс разбиения. Установить взаимно однозначное соответствие между фактор-множеством и указанным множеством.
- $R_1 = \{(x, y) \mid x, y \in Z, x-y \text{ — четное}\}, Z/R_1 = \{0, 1\}$
 - $R_4 = \{(x, y) \mid x, y \in Z, x-y \text{ — делится на } n, n \in N\}, Z/R_4 = \{0, 1, \dots, n-1\}$
32. Доказать, что отношение M на множестве R^2 является отношением эквивалентности на множестве R^2 . Определить классы эквивалентности.
- $$M = \{((x_1, x_2), (y_1, y_2)) \mid (x_1, x_2), (y_1, y_2) \in R^2, x_1^2 + x_2^2 = y_1^2 + y_2^2\}.$$
33. Выясните, какие из следующих перечисленных отношений на множестве $\{0, 1, \dots, 9\}$ являются отношениями эквивалентности. Найдите классы эквивалентности.
- $R_1 = \{(a, b) \mid a = b \pmod{3}\}$
 - $R_5 = \{(a, b) \mid |2^a - 2^b| \leq 16\}$
34. Определите, какие из следующих отношений на Z^2 являются отношениями эквивалентности. Найдите классы эквивалентности.
- $(x_1, y_1) R (x_2, y_2) \Leftrightarrow x_1 = x_2$
 - $(x_1, y_1) R (x_2, y_2) \Leftrightarrow x_1 < x_2 \text{ или } x_1 = x_2, y_1 \leq y_2$
35. Какие из отношений, представленных диаграммами, являются отношениями эквивалентности?



36. Определите, какими свойствами обладают следующие отношения на множестве $M = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$. Найти транзитивное замыкание R^+ .

a) $aRb \Leftrightarrow |a-b| < 2a$

b) $aRb \Leftrightarrow a^2 \geq 3b$

37. Если отношение является отношением эквивалентности, то найти индекс разбиения множества Z^2

a) $(x_1, y_1)R(x_2, y_2) \Leftrightarrow$ количество различных цифр x_1 равно количеству различных цифр x_2

b) $(x_1, y_1)R(x_2, y_2) \Leftrightarrow$ максимальная цифра x_1 равна максимальной цифре x_2

38. На множестве $N \setminus \{1\}$ введено отношение $S = \{(m, n) \mid m \text{ делится на } n\}$. Доказать, что S -отношение частичного, но не линейного порядка.

39. На множестве $M = \{\emptyset, \{1\}, \{1, 2\}, \{2, 3\}, \{1, 2, 3\}\}$ введено отношение R строгого включения:

$$R = \{(X, Y) \mid X, Y \in M, X \subset Y\}.$$

Показать, что R - отношение частичного, но не линейного порядка.

40. Определить какими свойствами обладают отображения $f, g: R \rightarrow R$. Найти их композиции $f \circ g, g \circ f$ и определить их свойства.

a) $f(x) = \begin{cases} 2+x, & x \geq 0; \\ 2-x, & x < 0; \end{cases} \quad g(x) = \begin{cases} x^2, & x \geq 2; \\ 2x, & x < 2. \end{cases}$

б) $f(x) = \begin{cases} x, & x \geq 0; \\ -x, & x < 0; \end{cases} \quad g(x) = \begin{cases} x^3, & x \geq 1; \\ 2-x, & x < 1. \end{cases}$

41. Найти число маршрутов из пункта M в пункт N через пункт L , если из M в L ведут 6 дорог, а из L в N - 3 дороги.

42. Найти количество всех шестизначных чисел. Найти количество всех четных шестизначных чисел. Найти количество всех шестизначных чисел, превосходящих 500.

43. В библиотеке 5 различных учебников по геометрии, 6 различных учебников по тригонометрии и 4 - по алгебре. Сколько полных комплектов учебников можно составить?

44. В футбольном турнире участвуют 15 команд. Разыгрываются золотые, серебряные и бронзовые медали. Сколькими способами могут быть распределены медали?
45. Группе из десяти сотрудников выделено три путевки. Сколько существует способов распределения путевок, если:
- а) все путевки различны; б) все путевки одинаковы?
46. Из группы, состоящей из 20 человек, нужно выбрать председателя профкома, секретаря и казначея. Сколькими способами можно это сделать?
47. Сколькими способами 12 книг можно расставить на одной книжной полке? Сколькими способами 10 книг можно расставить на одной книжной полке так, чтобы между книгой А и В находилось 2 книги?
48. Сколькими способами на пять различных конвертов можно наклеить по одной марке, если на почте имеется 16 различных видов марок?
49. На круговой карусели 10 мест. Сколькими различными способами можно рассадить 10 детей так, чтобы Маша сидела за Ваней?
50. Сколькими способами можно разделить колоду из 36 карт пополам так, чтобы в каждой пачке было по два туза и два короля?
51. Сколько палиндромов (слов, читающихся одинаково слева направо и справа налево) длины n можно составить, если в алфавите k букв?
52. Каким числом способов можно на обычной шахматной доске разместить белую и черную ладьи так, чтобы они не атаковали друг друга?
53. Имеется n_1 разных книг одного автора, n_2 – второго и n_3 – третьего. Каким числом способов можно выбрать
- а) две книги одного автора;
б) три книги одного автора;
в) одну книгу первого автора, две – второго и три – третьего?
54. Каким числом способов из 10 человек можно выбрать три комиссии, если в первой и во второй комиссиях должно быть по 3 человека, а в третьей - 5 человек, и ни один из членов первой комиссии не должен входить во вторую и третью?
55. Каким числом способов можно расположить n нулей и k единиц в последовательность так, чтобы никакие две единицы не стояли рядом?
56. Трое ребят в саду собрали 25 яблок. Сколькими способами они могут их разделить между собой?
57. Сколько слов длины 25 в английском алфавите (всего 26 букв) можно составить, если 3 буквы повторяются по 2 раза, 2 буквы повторяются 4 раза, а остальные буквы различные.
58. В вагон сели 19 пассажиров. Сколькими способами они могут выйти на 10 остановках, если на каждой остановке должен выйти хотя бы один пассажир?

59. Сколькими способами 15 различных монет можно разложить по двум (трем) карманам?
60. Сколькими способами 7 различных монет можно разложить по двум (трем) карманам так, чтобы ни один не оказался пустым?
61. Сколькими способами можно разделить 10 различных подарков среди пяти детей так, чтобы у каждого был хотя бы один подарок?
62. Сколькими способами 15 разных конфет можно разделить среди трех мальчиков так, чтобы у каждого была хотя бы одна конфета?
63. Сколько натуральных чисел от 20 до 1000 делится ровно на одно из чисел 7, 11 или 13?
64. Сколькими способами 28 конвертов можно произвольно разложить по 6 ящикам, если:
- a) все конверты разные и все ящики одинаковые
 - b) все конверты разные и все ящики разные
 - c) все конверты одинаковые и все ящики разные
65. Десять студентов из 3 различных институтов решили сфотографироваться вместе. Фотограф расположил их в один ряд, причем студенты каждого института стояли вместе. Сколькими способами можно получить такую композицию, если из двух институтов было по 4 студента, а из третьего - 2 студента?
66. Сколько бинарных отношений можно задать на множестве из n элементов? Сколько среди них:
- a) рефлексивных?
 - b) симметричных?
 - c) антисимметричных?
67. Сколько матриц с n столбцами и m попарно различными строками можно составить из элементов 0 и 1?
68. Сколько имеется перестановок из элементов $1, 2, \dots, n$, в которых
- a) 1 стоит раньше 2?
 - b) 1 и 2 не стоят рядом?
 - c) между 1 и 2 расположены k других элементов?
 - d) 1 стоит не на первом месте, 2 – не на втором?
69. Сколько отношений линейного порядка можно определить на множестве из n элементов?
70. Сколько имеется пятизначных десятичных чисел, у которых
- a) цифры идут слева направо в возрастающем порядке;
 - b) ровно три цифры четные;
 - c) не менее двух четных цифр?
71. Определите число целых положительных (целых неотрицательных) решений уравнения $x_1 + x_2 + \dots + x_k = n$.
72. Имеется 28 книг автора А, 18 книг автора Б, 25 книг автора С, 9 книг автора Д. Сколько вариантов выбрать:
- a) 2 книги одного автора

- b) 5 книг двух авторов
73. Имеется 20 книг автора А, 15 книг автора Б, 15 книг автора С, 18 книг автора Д. Сколько вариантов выбрать:
- три книги одного автора
 - пять книг двух авторов
74. Разложить по формуле бинома Ньютона или обобщенному биномиальному правилу:
- $(1 - x^2)^5$
 - $(t^2 - t^4)^5$
75. Пусть колода состоит из 100 пронумерованных карт числами 1, 2, ... 100. Сколькими способами можно расположить карты в колоде так, чтобы ни для одного k ($1 < k < 100$) карта с номером k не занимала k -е место?
76. Дано множество U из n элементов и в нем подмножества A из k элементов и B из l элементов, причем $|A \cup B| = m$. Найти число подмножеств $X \subseteq U$, удовлетворяющих условию:
- $A \subseteq X, B \subseteq X$;
 - $X \subseteq A \Delta B$
77. Чему равен коэффициент при $x^4 y^8$ в разложении $(1 + x + y)^{20}$?
78. Среди сотрудников фирмы семнадцать человек знают английский язык, десять – немецкий, семеро – французский. Три человека знают английский и французский, два – немецкий и французский, четверо – английский и немецкий.
- Сколько человек работает в фирме, если каждый знает хотя бы один язык, а два человека знают все три языка?
 - Сколько сотрудников, не знающих ни одного иностранного языка, если в фирме работает тридцать человек и никто из них не знает всех трех языков?
79. Дано множество U из n элементов. Каким числом способов в нем можно выбрать три подмножества A, B, C так, чтобы выполнялись заданные условия:
- $n = 7, |(A \setminus B) \cup C| = 6, |C \setminus (A \cap B)| = 2$;
 - $n = 6, |A \cup B| = 5, |A \setminus (B \cap C)| = 1$;
80. Рассматриваются слова в алфавите $\{a_1, a_2, \dots, a_q\}$. Через n_i обозначается число вхождений буквы a_i в слово. Требуется подсчитать число слов длины n , удовлетворяющих данным условиям:
- $q=5, n=8, n_1+n_2+n_3=2$;
 - $q=5, n=7, n_1+n_2+n_3=2, n_4 \geq 3$.
81. Построить табличное представление функций
- $(x \wedge \bar{y} \rightarrow z) \vee ((x \downarrow y) \rightarrow x|z)$
 - $((x \wedge \bar{y} \rightarrow \bar{x}|z) \oplus (x \equiv y)) \downarrow (\overline{y \oplus x \vee z})$
82. Определить тождественны ли формулы A и B путем сравнения их табличных представлений
- $A = \overline{x \oplus y \wedge z} \wedge \overline{\bar{y} \rightarrow x \wedge z} \wedge (\bar{x} \downarrow y), \quad B = \overline{(x \wedge y \rightarrow (y \downarrow z)) \vee x \wedge z \wedge z}$
83. Применяя равносильные преобразования, привести к более простой форме
- $\overline{(x \wedge \bar{y} \rightarrow z) \vee (x \downarrow y)}$
 - $(y \oplus x \vee z) \wedge \bar{y} \rightarrow \bar{x}|z$

84. По $f(x_1, x_2)=(1011)$ и $g(x_1, x_2)=(0111)$ построить функцию h
- a) $h(x_1, x_2)=f(x_1, g(x_1, x_2))$ b) $h(x_1, x_2, x_3)=g(x_1, x_3)\oplus f(x_3, g(x_2, x_1))$
85. Перечислить все существенные и фиктивные переменные у следующих функций, заданных векторно:
- a) 10101010 c) 0101111101011111
b) 10011001
86. Применяя равносильные преобразования, показать, что x_1 – фиктивная переменная
- a) $(x_2 \rightarrow x_1) \wedge (x_2 \downarrow x_2)$
b) $(x_1 \equiv x_2) \vee (x_1 | x_2)$
87. Выяснить при каких $n(n \geq 2)$ функция $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ зависит существенно от всех своих переменных
- a) $(x_1 \vee \dots \vee x_n) \rightarrow ((x_1 \vee x_2) \wedge (x_2 \vee x_3) \wedge \dots \wedge (x_{n-1} \vee x_n) \wedge (x_n \vee x_1))$
b) $(x_1 \wedge x_2 \vee x_2 \wedge x_3 \vee \dots \vee x_{n-1} \wedge x_n \vee x_n \wedge x_1) \rightarrow (x_1 \wedge x_2 \oplus x_2 \wedge x_3 \oplus \dots \oplus x_{n-1} \wedge x_n \oplus x_n \wedge x_1)$
88. Используя принцип двойственности, построить и упростить формулу, реализующую функцию, двойственную к функции:
- a) $(x_1 \vee x_2 \vee x_3) \wedge (x_2 \oplus x_3) \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge x_3)$ b) $(\overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee (x_2 \wedge \overline{x_3} \oplus 1)) \downarrow x_3$
89. Получить СКНФ и СДНФ функции:
- a) $x_1 \wedge \overline{x_2} \vee \overline{x_2} \wedge x_3 \vee (x_1 \rightarrow x_2 \wedge x_3)$ c) $(\overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_3}) \wedge (x_1 \wedge x_2 \vee x_3)$
b) 0011110100100011 d) $(x_1 \rightarrow x_2) \oplus (x_1 | x_2 \wedge x_3)$
e) $(\overline{x_1} \wedge x_2 \rightarrow x_3) \wedge (x_1 \rightarrow x_3 \rightarrow x_2)$
f) 1010000100111010
90. Разложить по переменной y и получить формулу, не содержащую констант
- a) $(x \rightarrow y) \wedge \overline{z} \rightarrow (\overline{x} \rightarrow \overline{y})$ b) $((x \equiv \overline{z}) \downarrow y) \rightarrow (\overline{x} \oplus \overline{y}) \rightarrow (\overline{x} \rightarrow \overline{y})$
91. Какие из следующих функций самодвойственные?
- a) $(x \vee y) \wedge (x \vee z) \wedge (y \vee z)$ b) (0011100011100011)
92. Построить полином Жегалкина для функции:
- a) (10001110) c) $((x \rightarrow y \wedge z) \oplus (x \equiv u)) \vee (y \rightarrow x \wedge u)$
b) (01100110)
93. Выяснить при каких $n(n \geq 2)$ функция $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ сохраняет константы:
- a) $x_1 \oplus x_2 \oplus \dots \oplus x_n$
b) $(\bigoplus_{i=1}^{n-1} x_i \wedge x_{i+1}) \oplus x_n \wedge x_1$
c) $\bigoplus_{1 \leq i < j \leq n} x_i \cdot x_j$
94. Заменить прочерки в векторе символами 0 или 1 так, чтобы получился вектор самодвойственной функции:
- a) (01-0-0- -11-0-1- -)
b) (- -01- -11- -01- -10)
95. Какие из следующих функций монотонные?
- a) (01101001)
b) (00110110)

c) (0001001001100111)

96. Заменить прочерки в векторе символами 0 или 1 так, чтобы получился вектор монотонной функции:

a) (-00-)

b) (- - - 1 - - 0 -)

97. Заменить прочерки в векторе символами 0 или 1 так, чтобы получился вектор функции $f \in M \cap S$

a) (- - - 1)

b) (-00- - 1 - - 1)

98. Выяснить при каких $n (n \geq 2)$ функция $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ монотонная:

a) $x_1 \oplus x_2 \oplus \dots \oplus x_n$

99. Какие из следующих функций линейные?

a) (1001)

c) (10100110)

b) (01101001)

d) (1110100110010111)

100. Заменить прочерки в векторе символами 0 или 1 так, чтобы получился вектор линейной функции:

a) (10-1)

b) (-0-1- -00)

101. Найти число функций $f(x_1, x_2, \dots, x_n) (n \geq 0)$, принадлежащих множеству

a) $T_0 \cap T_1$

h) $M \setminus T_1$

b) $T_0 \cap S$

i) $L \cap M$

c) $T_1 \cap L$

j) $T_0 \cap T_1 \cap L \cap M$

d) $T_0 \cap T_1 \cap S$

k) $(T_0 \cup T_1) \setminus L$

e) $T_0 \cap T_1 \cap L$

l) $(T_0 \setminus L) \cup ((L \cup M) \setminus T_1)$

f) $T_0 \cap T_1 \cap S \cap L$

g) $M \setminus T_0$

102. Найти функцию принадлежащую множеству

a) $(T_1 \cap L) \setminus (T_0 \cup S)$

b) $L \setminus (M \setminus T_1)$

c) $((T_0 \cap T_1) \cup S) \setminus (L \setminus M)$

103. Выяснить полна ли система функций, заданных векторами своих значений. И если полна выразить $\vee, \wedge, \neg$

a) $\{(0110), (1100\ 0011), 10010110\}$;

b) $\{(1001), (11101000)\}$;

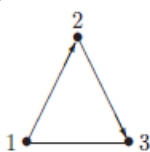
104. Полна ли система $\{f, g\}$, если

a) $f \in S \setminus M, g \notin L \cup S, (f \rightarrow g) \equiv 1$

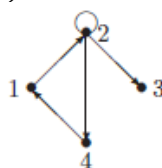
b) $f \notin T_0 \cup L, g \notin S, (f \rightarrow g) \equiv 1$

105. Найти матрицу смежности, инцидентности и списки смежности для графов:

a)



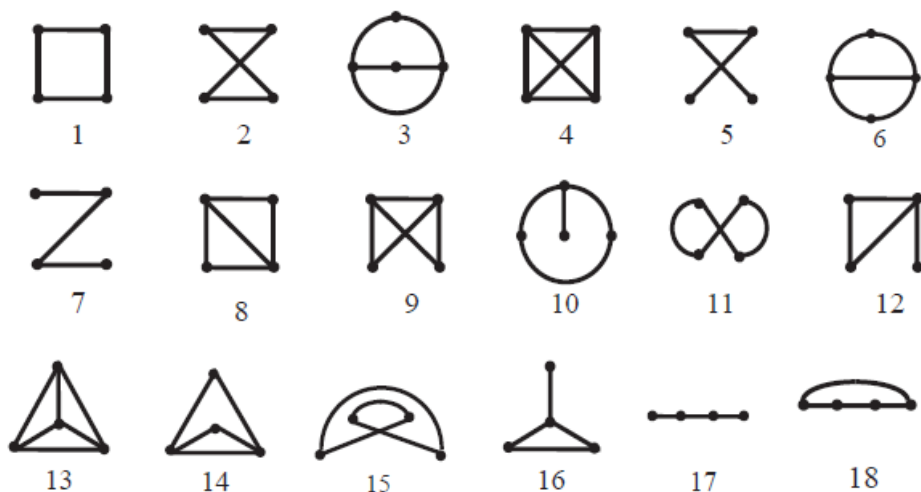
b)



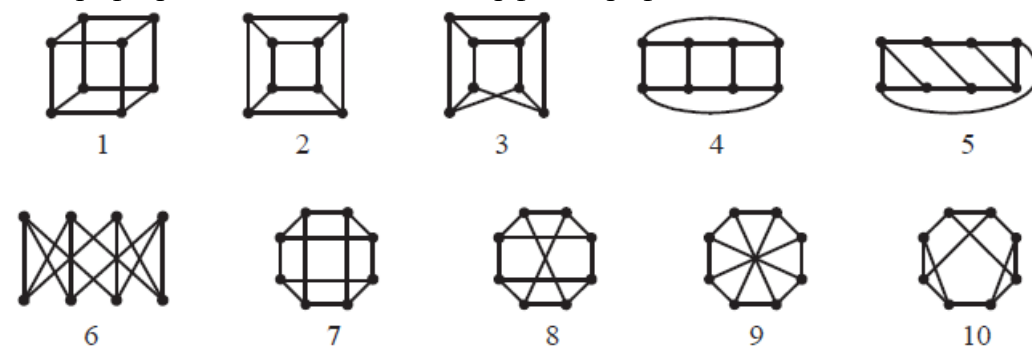
106. Вершина степени 0 называется изолированной. Определите число графов с n вершинами, в которых

а) данные k вершин являются изолированными:

107. Графы разбить на классы изоморфных графов.



108. Графы разбить на классы изоморфных графов.

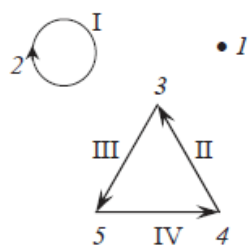


109. Перечислить все попарно неизоморфные графы:

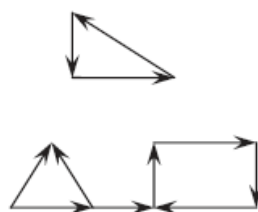
- связанные неориентированные с 4 вершинами
- деревья с числом вершин, не превышающим 6

110. Найти число компонент связности и сильной связности графов.

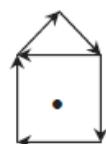
а)



б)



с)



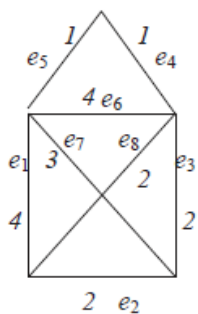
д)



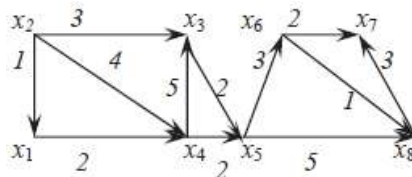
$$\begin{pmatrix}
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0
 \end{pmatrix}$$

111. Найти матрицу достижимости, остов минимального веса, фундаментальные матрицы циклов и разрез.

a)

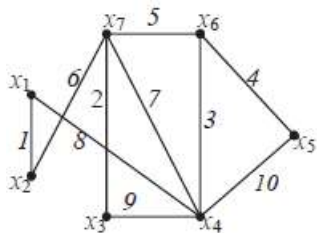


b)

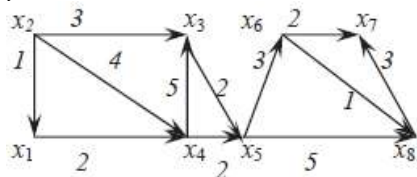


112. Найти кратчайший маршрут из вершины x_1 в вершину x_5

a)



b)



113. Какие из графов планарны?



1



2



3



4



5



6



7



8



9



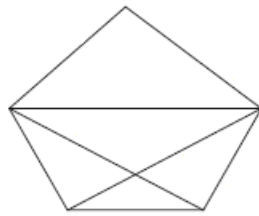
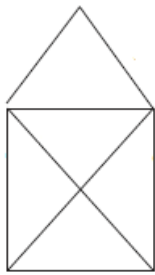
10

114. Найти хроматическое число графа.

a)

b)

c)



115. Определить число графов с n вершинами, в которых допускаются ребра следующих типов:

а) неориентированные и петли;

116. При каких n существует графы с n вершинами, каждая из которых имеет степень 3?

117. Найти граф с шестью вершинами, который имеет гамильтонов цикл, но не имеет эйлера цикла.

118. Каково наибольшее число ребер в двудольном графе с n вершинами?

119. Найти число корневых деревьев с множеством вершин $\{1, \dots, w\}$

120. Перечислите все графы с указанными свойствами и значениями параметров (в скобках указано число искомых графов):

а) 6 вершин. 5 ребер;

б) ориентированные, без петель. 4 вершины. 3 ребра.

121. Пусть $V = \{b_1, b_2, b_3, b_4, b_5\}$ - алфавит языка сообщений, для которого задан код $V = \langle 10, 12, 012, 101, 2100 \rangle$ в алфавите $A = \{0, 1, 2\}$. Выяснить, является ли слово α кодом некоторого сообщения. В случае положительного ответа, выяснить является ли α кодом ровно одного сообщения.

а) $\alpha = 10120121012100$;

б) $\alpha = 1010012100101$.

122. Выяснить, обладает ли код V свойством префикса:

а) $V = \{0, 10, 11, 1110\}$;

б) $V = \{0, 10, \dots, 10^n, \dots\}$.

123. Выбрать максимальное по числу элементов подмножество B множества A с условием, что двоичные разложения наименьшей длины чисел из B представляют собой префиксный код:

а) $A = \{1, 5, 6, 7, 12, 13, 17\}$;

б) $A = \{5, 7, 9, 10, 12, 14, 17, 23, 24\}$.

124. Известно, что для алфавита $A = \{a, b, c, d, e, f\}$ используется суффиксный код $K = \{00, 001, 1011, 11101, 0010, 0111\}$. При передаче сообщения использовался код Хемминга, исправляющий одну ошибку. Получено кодовое сообщение 01010110101101100000111101001100111001. Найдите исходное сообщение.

125. Построить схему из функциональных элементов в базисе $B = \{\wedge, \vee, \neg\}$, реализующую конечный автомат реализующий функцию $n-2m+1$.

126. Построить диаграмму Мура для конечного автомата реализующего функцию $3n-3m-5$.

127. Опишите ДКА, которые допускают следующие языки над алфавитом $\{0, 1\}$:

- множество всех цепочек, оканчивающихся на 00;
- множество всех цепочек, содержащих три нуля подряд;

128. Опишите ДКА, допускающие такие языки над алфавитом $\{0, 1\}$:

- множество всех цепочек, в которых всякая подцепочка из пяти последовательных символов содержит хотя бы два 0;
- множество всех цепочек, у которых на десятой позиции справа стоит 1.

129. Опишите ДКА, которые допускают следующие языки над алфавитом $\{0, 1\}$:

- множество всех цепочек, начинающихся с 1, и если рассматривать их как двоичное представление целого числа, то это число кратно 5. Например, цепочки 101, 1010 и 1111 принадлежат этому языку, а цепочки 0, 100 и 111 — нет;
- $L = \{w \mid w \text{ не содержит подцепочки } 0000 \text{ и } 011\}$.

130. Преобразуйте следующий НКА в эквивалентный ДКА и опишите неформально язык, который он допускает.

а)

	0	1
$\rightarrow p$	$\{p, q\}$	$\{p\}$
q	$\{r\}$	$\{r\}$
r	$\{s\}$	$\emptyset$
$*s$	$\{s\}$	$\{s\}$

131. Найдите недетерминированные конечные автоматы, которые допускают следующие языки. Постарайтесь максимально использовать возможности недетерминизма:

- множество цепочек над алфавитом $\{0, 1, \dots, 9\}$, последняя цифра которых встречается еще где-то в них;

132. Постройте НКА, распознающие множества цепочек, содержащие в качестве подцепочек следующие:

- abc, abd и aacd. Входным алфавитом считать $\{a, b, c, d\}$.

133. Построить ε -НКА допускающий язык

- $L = \{w \mid w \text{ содержит две подцепочки из множества } \{010, 0001, 1111\}\}$

134. Для следующего ε -НКА

- найдите ε -замыкание каждого из состояний;
- выпишите все цепочки, длина которых не более 3, допустимые данным автоматом;
- преобразуйте данный автомат в ДКА.

a)

	ε	a	b	c
$\rightarrow p$	$\emptyset$	$\{p\}$	$\{q\}$	$\{r\}$
q	$\{p\}$	$\{q\}$	$\{r\}$	$\emptyset$
$*r$	$\{q\}$	$\{r\}$	$\emptyset$	$\{p\}$

135. Постройте ε -НКА, которые допускают следующие языки. Для упрощения построений используйте, по возможности, ε -переходы:

- a) множество всех цепочек, состоящих из нуля или нескольких символов a , после которых стоит нуль или несколько символов b , и вслед за ними нуль или несколько символов c .

136. Напишите регулярные выражения для следующих языков:

- a) множество цепочек с алфавитом $\{a, b, c\}$, содержащих хотя бы один символ a и хотя бы один символ b ;
 б) множество цепочек из нулей и единиц, в которых десятый от правого края символ равен 1;
 c) множество цепочек из нулей и единиц, содержащих не более одной пары последовательных единиц.

137. Напишите регулярные выражения для следующих языков:

- a) множество всех цепочек из нулей и единиц, в которых каждая пара смежных нулей находится перед парой смежных единиц;

138. Напишите регулярные выражения для следующих языков:

- a) множество всех цепочек из нулей и единиц, в которых нет подцепочки 101.

139. Опишите обычными словами языки следующих регулярных выражений:

- a) $(1 + \varepsilon)(00^*1)^*0^*$.

140. Для ДКА представленного следующей таблицей переходов

- выпишите все регулярные выражения $R_{ij}^{(0)}$;
- выпишите все регулярные выражения $R_{ij}^{(1)}$. Постарайтесь максимально упростить эти выражения;
- выпишите все регулярные выражения $R_{ij}^{(2)}$. Постарайтесь максимально упростить эти выражения;
- напишите регулярное выражение для языка заданного автомата.

a)

	0	1
$\rightarrow q_1$	q_2	q_1
q_2	q_3	q_1
$*q_3$	q_3	q_2

141. Преобразуйте следующий ДКА в регулярное выражение, используя технику исключения состояний из раздела

a)

	0	1
$\rightarrow *p$	s	p
q	p	s
r	r	q
s	q	r

142. Построить регулярное выражение для цепочек допускаемых автоматом

a)

	0	1
A	B	A
*B	E	D
*C	D	E
$\rightarrow D$	C	A
E	A	C

b)

	0	1	ε
$\rightarrow q_0$	q_1		q_1, q_4
q_1	q_1	q_2, q_3	q_4
q_2		q_2, q_3	
* q_3	q_1	q_3	
q_4	q_0, q_2	q_4	

143. Преобразуйте следующие регулярные выражения в НКА с ε -переходами;

a) 01^* ;

b) $(0 + 10)^*1^*$.

144. Докажите или опровергните каждое из следующих утверждений для регулярных выражений:

a) $(R + S)^* = R^* + S^*$;

b) $(RS + R)^*R = R(SR + R)^*$.

145. Докажите нерегулярность следующих языков

a) $\{0^n 10^n \mid n \geq 1\}$;

b) $\{0^n \mid n \text{ — степень числа } 2\}$;

c) $L = \{0^a 1^b 2^c \mid a \neq b + c\}$.

146. Определить какие из предложенных языков не являются регулярным. Ответ обосновать.

a) $L_1 = \{w \mid w = a^m b^n c^k, m = k\}$

b) $L_2 = \{w \mid w = a^{2^m} (bc)^*, m > 1\}$

c) $L_3 = \{w \mid w = (a^m b)^* c^k \cup (a, bb)^m (bc)^k, k > 0, m > 5\}$

147. Представлена таблица переходов некоторого ДКА:

- составьте таблицу различимости для этого автомата;
- постройте эквивалентный ДКА с минимальным числом состояний.

a)

	0	1
$\rightarrow A$	B	A
B	A	C
C	D	E
*D	D	A
E	D	F
F	G	E
G	F	G
H	G	D

b)

	0	1
$\rightarrow A$	E	C
B	E	D
C	E	B
D	E	C
*E	B	G
*F	A	D
*G	A	B

148. Построить КС-грамматики для следующих языков:

- a) множество $\{0^n 1^n \mid n \geq 1\}$ всех цепочек из одного и более символов 0, за которыми следуют символы 1 в таком же количестве;
- b) множество всех цепочек, у которых символов 0 вдвое больше, чем символов 1.

149. Следующая грамматика порождает язык регулярного выражения $0^*1(0+1)^*$.

$S \rightarrow A1B$

$A \rightarrow 0A \mid \varepsilon$

$B \rightarrow 0B \mid 1B \mid \varepsilon$

Запишите левое и правое порождения следующих цепочек:

- a) 00101;
- b) 1001;
- c) 00011.

150. Построить КС-грамматику для следующего языка: $0^n 1^{3n-3} \cup 0^n 1^m 0^k, k < m+n$

151. Предположим, что МП-автомат $P = (\{q, p\}, \{0, 1\}, \{Z_0, X\}, \delta, q, Z_0, \{p\})$ имеет следующую функцию переходов.

$\delta(q, 0, Z_0) = \{(q, XZ_0)\}.$

$\delta(q, 0, X) = \{(q, XX)\}.$

$\delta(q, 1, X) = \{(q, X)\}.$

$\delta(q, \varepsilon, X) = \{(p, \varepsilon)\}.$

$\delta(p, \varepsilon, X) = \{(p, \varepsilon)\}.$

$\delta(p, 1, X) = \{(p, XX)\}.$

$\delta(p, 1, Z_0) = \{(p, \varepsilon)\}.$

Приведите все конфигурации, достижимые из начального МО (q, w, Z_0) , если входным словом w является:

а) 01.

152. Постройте МП-автоматы, допускающие следующие языки. Можно использовать допускание как по заключительному состоянию, так и по пустому магазину — что удобнее:

а) $\{0^n 1^n \mid n \geq 1\}$;

б) множество всех цепочек из символов a и b , которые не имеют вида ww , т.е. не являются повторениями никакой цепочки;

с) $\{a^i b^j c^k \mid k=4i+2j, i \geq 0, j \geq 0\}$.

153. Преобразуйте грамматику

$S \rightarrow 0S1 \mid A$

$A \rightarrow 1A0 \mid S \mid \varepsilon$

в МП-автомат, допускающий тот же язык по пустому магазину.

154. Преобразуйте МП-автомат $P = (\{p, q\}, \{0, 1\}, \{X, Z_0\}, \delta, q, Z_0)$ в КС-грамматику, где δ задана следующим образом.

$\delta(q, 1, Z_0) = \{(q, XZ_0)\}$.

$\delta(q, 1, X) = \{(q, XX)\}$.

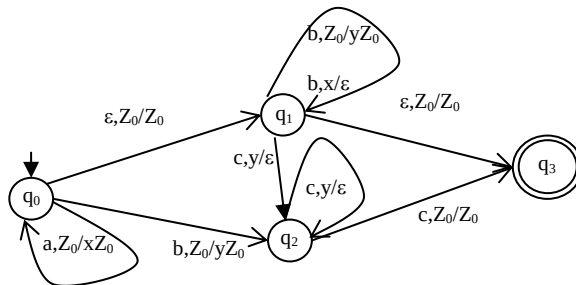
$\delta(q, 0, X) = \{(p, X)\}$.

$\delta(q, \varepsilon, X) = \{(q, \varepsilon)\}$.

$\delta(p, 1, X) = \{(p, \varepsilon)\}$.

$\delta(p, 0, Z_0) = \{(q, Z_0)\}$.

155. По заданному МП-автомату постройте КС-грамматику



156. Ниже приведены КС-языки. Постройте для каждого из них МП-автомат, допускающий этот язык по пустому магазину. При желании можно сначала построить КС-грамматику для этого языка, а затем преобразовать ее в МП-автомат.

а) $\{a^n b^m c^{2(n+m)} \mid n \geq 0, m \geq 0\}$.

157. Приведите грамматику к нормальной форме Хомского

а)

$S \rightarrow AB \mid CA$

$A \rightarrow a$

$B \rightarrow BC \mid AB$

$C \rightarrow aB \mid b$

б)

$S \rightarrow ASB \mid \varepsilon$

$A \rightarrow aAS \mid a$

$B \rightarrow SbS \mid A \mid bb$

158. Покажите, что каждый из следующих языков не контекстно-свободный.

а) $\{a^i b^j c^k \mid i < j < k\}$;

- b) $\{ww^Rw \mid w \text{ — цепочка из нулей и единиц}\}$, т.е. множество цепочек, состоящих из цепочки w , за которой записаны ее обращение и она же еще раз, например 001100001.

159. Определить какие из предложенных языков не являются КС-языком. Ответ обосновать.

- a) $L_1 = \{w \mid w = a^m b^n c^k d^s, m=s, s>2n\}$
 b) $L_2 = \{w \mid w = (ab)^m (bcc)^n \cup (a)^m b^n c^k d^s, m=2n, s<k+n\}$
 c) $L_2 = \{w \mid w = (a^m b)^* c^k \cup (bb, a^m a)^* (b^5 c)^k, k>0, m>5\}$

Типовые задания для самостоятельной работы

1. Пусть P , Q и R - определенные следующим образом высказывания:

P : Я умираю от жажды.

Q : Мой стакан пуст.

R : Сейчас три часа.

Запишите каждое из следующих высказываний как логическое выражение, включающее P , Q и R .

- a) Сейчас три часа, а я умираю от жажды.
 b) Если сейчас три часа, то я умираю от жажды.
 c) Если я умираю от жажды, то мой стакан пуст.

2. Обозначим через x слово «кошка», а через $P(x)$ предикат «у x есть усы». Запишите каждое из высказываний в символьной форме:

- c) не бывает кошек с усами.

3. Какие из следующих предложений являются предикатами? Какие из них тождественно истинны, тождественно ложны, выполнимы?

- a) $x^3 + x + 1$; $x \in \mathbb{R}$
 b) $x^2 + y^2 = 0$; $x, y \in \mathbb{R}$
 c) $x^2 + y^2 \geq 0$; $x, y \in \mathbb{R}$
 d) $x < y$; $x, y \in \mathbb{R}$
 e) Для всякого $x \in \mathbb{R}$ найдется $y \in \mathbb{R}$ такой, что $x = y + 1$.
 f) $x^2 + y^2 < -2$; $x, y \in \mathbb{R}$

4. Изобразить на координатной плоскости области истинности предикатов

- a) $(x \leq y) \vee (|x| < 1)$
 b) $((x > 2) \wedge (y \geq 1)) \wedge ((x < -1) \vee (y < -2))$

5. Выделить свободные переменные следующих предикатов.

- a) $(x < y ; x, y \in \mathbb{R}) \rightarrow \exists z((x < z) \wedge (z < y); z \in \mathbb{R})$
 b) $\forall y ((y > 0; y \in \mathbb{R}) \rightarrow \exists z(x = yz; x, z \in \mathbb{R}))$

6. Справедливы ли следующие утверждения?

- a) $\overline{\exists x P(x, y)} \equiv \forall x \overline{P(x, y)}$
 b) $\forall x \forall y P(x, y, z) \equiv \forall y \forall x P(x, y, z)$
 c) $\exists x(P(x, y) \vee Q(x, y)) \equiv \exists x P(x, y) \vee \exists x Q(x, y)$
 d) $\forall x(P(x, z) \vee Q(y, z)) \equiv \forall x P(x, z) \vee Q(y, z)$
 e) $\exists x(P(x, z) \wedge Q(y, z)) \equiv \exists x P(x, z) \wedge Q(y, z)$
 f) $\exists x \forall y P(x, y, z) \rightarrow \forall y \exists x P(x, y, z) \equiv 1$

7. Доказать, что существуют предикаты Q , P такие, что:

a) $\exists x (P(x) \wedge Q(x)) \neq \exists x P(x) \wedge \exists x Q(x)$

8. Какие из формул тождественно истинны?

a) $\forall x (P(x) \rightarrow Q(x)) \rightarrow (\exists x P(x) \rightarrow \exists x Q(x))$

b) $\exists x (P(x) \rightarrow Q(x)) \rightarrow (\forall x P(x) \rightarrow \forall x Q(x))$

c) $\exists x (P(x) \rightarrow Q(x)) \rightarrow (\exists x P(x) \rightarrow \exists x Q(x))$

9. Получить п.н.ф. предикатной формулы

a) $(\exists x \forall y P(x, y) \vee \exists x Q(x)) \rightarrow \exists y \forall z R(y, z)$

b) $(\exists x \forall z P(x, z) \rightarrow \forall y \forall z Q(y, z)) \wedge \exists y \exists z R(y, z)$

10. Прямым рассуждением докажите истинность высказывания:

n и m — четные числа $\Rightarrow n + m$ — число четное.

11. Дайте обратное доказательство высказывания:

n^2 — четное число $\Rightarrow n$ — четное.

12. Методом «от противного» докажите, что

$n + m$ — нечетное число $\Rightarrow$ одно из слагаемых является четным, а другое — нечетным.

13. Методом математической индукции докажите:

a) $1 + 5 + 9 + \dots + (4n - 3) = n(2n - 1)$ для всех натуральных чисел n

b) $1^2 + 2^2 + \dots + n^2 = \frac{1}{6} n(n + 1)(2n + 1)$ для всех натуральных чисел n

c) Число $n^3 - n$ делится на 3 при всех натуральных значениях числа n

d) $1*1! + 2*2! + \dots + n*n! = (n+1)! - 1$ для всех натуральных чисел n .

14. Последовательность целых чисел $x_1, x_2, \dots, x_n$ определена рекуррентной формулой:

$x_1 = 1$ и $x_{k+1} = x_k / (x_k + 2)$, при $k \geq 1$. Докажите по индукции, что имеет место формула: $x_n = 1 / (2^n - 1)$ для всех $n \geq 1$.

15. Последовательность целых чисел $x_1, x_2, \dots, x_n$ определена рекуррентной формулой:

$x_1 = 1, x_2 = 2$ и $x_{k+1} = 2x_k - x_{k-1}$, при $k > 1$. Найдите общую формулу для x_n и докажите ее истинность индуктивным методом.

16. Пусть $U = \{1, 2, 3, 4\}$, $A = \{1, 3, 4\}$, $B = \{2, 3\}$, $C = \{1, 4\}$. Найти:

a) $A \cap \bar{B}$

c) $A \cap B \cap C$

e) $A \cap (B \cup C)$

b) $(B \setminus A) \cup \bar{C}$

d) $(A \cup C) \setminus (A \cap B)$

f) $\overline{A \cap B \cap C}$

17. С помощью диаграмм Эйлера – Венна выяснить, какие из следующих дистрибутивных законов справедливы для любых множеств A, B, C :

a) $A \setminus (B \cap C) = (A \setminus B) \cap (A \setminus C)$

d) $A \cup B \cap C = (A \cup B) \cap (A \cup C)$

b) $A \Delta (B \cup C) = (A \Delta B) \cup (A \Delta C)$

e) $A \cup (B \setminus C) = (A \cup B) \setminus (A \cap C)$

c) $A \Delta B \cap C = (A \Delta B) \cap (A \Delta C)$

f) $A \cap (B \setminus C) = A \cap B \setminus A \cap C$

18. Известно, что $B \subseteq A \subseteq C$, $a \in A$ и $a \notin B$. Какие из следующих утверждений верны:

a) $a \notin C$

c) $a \in A \setminus B$

e) $\{a\} \subseteq A \setminus C$

g) $\{a\} \subseteq A \cap (B \cup C)$

b) $a \in C$

d) $a \in B \setminus A$

f) $\{a\} \subseteq A \Delta C$

h) $\{a\} \subseteq B \cap (C \setminus A)$

19. Доказать тождество с использованием логики предикатов

a) $A \cap (A \cup B) = A$	h) $A \Delta (A \Delta B) = B$
b) $A \cup \overline{A} \cap B = A \cup B$	i) $A \setminus B = A \Delta (A \cap B)$
c) $A \cap (\overline{A} \cup B) = A \cap B$	j) $A \cup B = (A \Delta B) \cup A \cap B$
d) $A \setminus (A \setminus B) = A \cap B$	k) $\overline{A \Delta B} = \overline{A} \Delta B = A \Delta \overline{B} \Delta U$
e) $A \setminus A \cap B = A \setminus B$	l) $\overline{A \Delta B} = A \cap B \cup \overline{B} \cap \overline{A}$
f) $A \cap (B \setminus A) = \emptyset$	m) $A \Delta \overline{B} = \overline{A} \Delta B = A \cap B \cup \overline{A \cup B}$
g) $A \cup (B \setminus A) = A \cup B$	n) $A \cup \overline{A} \cap B = A \Delta \overline{A} \cap B = B \Delta A \cap \overline{B}$
- o) $(A \setminus B) \setminus C = (A \setminus C) \setminus (B \setminus C) = A \setminus (B \cup C)$
 p) $A \setminus (B \setminus C) = (A \setminus B) \cup A \cap C = (A \setminus B) \cup (A \setminus \overline{C})$
 q) $(A \cup B) \setminus C = (A \setminus C) \cup (B \setminus C)$
 r) $A \cup B \cup C = (A \setminus C) \cup (B \setminus C)$
 s) $A \setminus B \cap C = (A \setminus B) \cup (A \setminus C) = A \cap B \cap C \Delta A$
 t) $A \cap (B \setminus C) = A \cap B \setminus C = A \cap B \cap C \Delta A \cap B$
 u) $(A \cap B \Delta A) \Delta (B \cap C \Delta C) = (A \cap B \Delta B \cap C) \Delta (A \Delta C)$

20. Выясните, какие из следующих равенств справедливы для любых множеств A, B, C, D:

- a) $(A \cap B) \Delta (C \cap D) = (A \Delta C) \cap (B \Delta D)$
 b) $(A \cup B) \Delta (C \cup D) = (A \Delta C) \cup (B \Delta D)$
 c) $(A \setminus B) \Delta C = (A \Delta C) \setminus (B \Delta C)$
 d) $(A \Delta B \cap C) \Delta (B \cap C \Delta (A \Delta B)) = B$
 e) $A \Delta B = (A \Delta C) \Delta (B \Delta C)$
 f) $(\overline{A} \Delta B \cap C) \Delta (B \cap C \Delta A \cap \overline{B} \cap \overline{C}) = \overline{A \cap B \cap C}$
 g) $((A \Delta B) \setminus (\overline{A} \cap B)) \cup ((A \Delta C) \setminus (\overline{A} \cap C)) = A \cap \overline{B \cap C}$
 h) $(A \cap \overline{B} \Delta A \cap B) \Delta (C \Delta \overline{C}) = \overline{A}$
 i) $A \Delta \overline{A \cap B \cap C} = (\overline{A} \Delta \overline{B \cap C}) \Delta (\overline{B \cap C} \Delta A \cap B \cap C)$
 j) $A \cup B \cap \overline{C} = (A \Delta B \cap \overline{C}) \Delta A \cap B \cap \overline{C}$
 k) $A \cap (B \Delta U) \cap (C \Delta U) = (A \setminus B) \cap (A \setminus C)$
 l) $A \cap B \cap C \cup \overline{A \cap C} \cap \overline{B} = A \cap B \cap C \Delta \overline{A \cap C} \cap \overline{B}$
 m) $A \cap B \cap C \Delta A = ((A \Delta B) \setminus \overline{A} \cap B) \cup (A \setminus C)$
 n) $(A \cap B \cap C \Delta A \cap B) \Delta (A \Delta C) = (A \cap \overline{B} \cap \overline{C}) \Delta C$
 o) $(\overline{A} \setminus B) \setminus \overline{C} = (\overline{A} \cap \overline{B} \cap C \Delta \overline{A}) \Delta \overline{A}$
 p) $\overline{A} \cup B \cap C = (A \cap B \cap C \Delta \overline{A \cap B \cap C}) \Delta \overline{A} \cap B \cap C$
 q) $A \cap \overline{C} \cup B \cap \overline{C} = A \cap B \cap \overline{C} \Delta \overline{B \cap \overline{C}}$
 r) $(A \Delta B) \Delta (C \Delta U) = (\overline{A} \Delta B) \Delta C$
 s) $(A \cap C \Delta B) \Delta (B \Delta (A \cap C \Delta C)) = C$
 t) $(C \Delta B) \setminus (\overline{C} \cap B) \cup (A \Delta C) \setminus (\overline{C} \cap A) = C \cap \overline{A \cap B}$
 u) $B \Delta \overline{A \cap B \cap C} = (\overline{B} \Delta \overline{A \cap C}) \Delta (\overline{A \cap C} \Delta A \cap B \cap C)$
 v) $C \Delta A \cap B \cap C = ((C \Delta B) \setminus (\overline{C} \cap B)) \cup (C \setminus A)$
 w) $A \cup B \cap C = (\overline{A} \cap B \cap C \Delta A \cap \overline{B \cap C}) \Delta A \cap B \cap C$

21. Известно, что $A \subset B \subset C$, $A \neq \emptyset$, $C \neq \emptyset$. Является ли множество пустым?

- a) $C \cap (B \setminus A)$;
 b) $A \cup (B \setminus C)$

22. Упростите выражение, если $C=U$, $D=\emptyset$

- a) $(A \cup B) \cap (C \cup D)$;

b) $\bar{A} \cap \bar{B} \cap C \cup B \cap C \cap D$;

23. Упростите выражение, если $A \subset B$ и $C \subset D$

a) $\bar{A} \cap \bar{B} \cap \bar{C} \cap \bar{D}$

b) $A \cap \bar{B} \cap C \cap \bar{D}$

24. Решить уравнение, найти необходимые и достаточные условия, при которых уравнение имеет решение.

1) $(\bar{A} \cap \bar{B} \setminus X) \Delta A \cap B = (A \cup B) \cap \bar{X}$

2) $A \Delta B \cap X = \bar{X}$

3) $(A \cup B \cap X) \Delta B = U$

4) $A \cap \bar{X} \Delta B = A \setminus B$

5) $\bar{A} \Delta B \cap X = A \cup B$

6) $A \cup X = B \cup A \cap \bar{X}$

7) $B \cap X \setminus \bar{A} = B \cap X \Delta A$

8) $(A \Delta X) \Delta \bar{X} = A \cap B$

9) $\bar{B} \cup \bar{X} = (X \setminus B) \cup A$

10) $(A \setminus X) \cup B = B \Delta X$

11) $A \cap X \Delta B = B \setminus X$

12) $B \cap X = A \Delta (B \cup X)$

13) $A \setminus X = B \cap X \setminus A$

14) $(A \cup \bar{X}) \Delta B = A \setminus B$

15) $A \cap B \cap \bar{X} \Delta \bar{A} \cap \bar{B} = (\bar{A} \cup \bar{B}) \setminus X$

16) $(\bar{A} \cap X \cup \bar{B}) \Delta \bar{A} = U$

17) $\bar{B} \Delta A \cap X = B \cup A$

18) $A \cap B \cap X = A \cap X \Delta B$

19) $B \cap X \Delta \bar{A} = B \cap X \setminus A$

20) $\bar{A} \cup \bar{X} = (X \setminus A) \cup B$

21) $B \cap X \Delta A = A \setminus X$

22) $\overline{B \cap X} = (X \setminus B) \cup A$

23) $A \cup B \cap X = A \Delta \bar{X}$

24) $(B \cup \bar{X}) \Delta A = B \cap \bar{X}$

25) $A \Delta B \cap \bar{X} = A \cup X$

26) $B \cup A \cap X = B \Delta \bar{X}$

25. Решить систему уравнений. Найти необходимые и достаточные условия, при которых система имеет решение.

1) $\begin{cases} A \cap X = C \\ B \cap \bar{X} = C \\ B \cap X \cup A \cap \bar{X} = \bar{A} \end{cases}$

2) $\begin{cases} A \cap X = B \\ B \cap \bar{X} = \bar{C} \end{cases}$

3) $\begin{cases} (A \cup \bar{X}) \cap (B \cup X) = C \cup X \\ B \cap X \cup C = \overline{A \cap \bar{X}} \end{cases}$

4) $\begin{cases} A \setminus X = \bar{X} \setminus B \\ X \cup A = C \end{cases}$

5) $\begin{cases} A \Delta X = B \\ B \Delta \bar{X} = C \end{cases}$

6) $\begin{cases} A \cup X \cup B = C \\ B \cap X \cap A = \bar{C} \end{cases}$

7) $\begin{cases} B \cup \bar{X} = A \cap X \\ A \cap \bar{X} = C \cup X \end{cases}$

8) $\begin{cases} A \cap X \cup C \cap \bar{X} = B \\ B \cap X \cup C \cap \bar{X} = \bar{A} \end{cases}$

9) $\begin{cases} \bar{B} \Delta X = C \\ \bar{A} \Delta \bar{X} = \bar{B} \end{cases}$

10) $\begin{cases} A \cap X = B \\ B \cap \bar{X} = C \\ C \cap \bar{X} = A \cup B \end{cases}$

11) $\begin{cases} A \cap X \cup B \cap \bar{X} = C \\ B \cap X \cup A \cap \bar{X} = \bar{C} \end{cases}$

12) $\begin{cases} A \cup X \cup B = A \\ B \cap X \cap A = C \end{cases}$

13) $\begin{cases} A \cup X = B \cap \bar{X} \\ A \cap X = C \cup X \end{cases}$

14) $\begin{cases} A \cap X = B \\ B \cap X \cup \bar{C} \cap \bar{X} = A \cap C \end{cases}$

15) $\begin{cases} A \Delta X = C \\ B \Delta \bar{X} = A \end{cases}$

16) $\begin{cases} A \setminus \bar{X} = X \setminus C \\ A \cup \bar{X} = B \end{cases}$

17) $\begin{cases} A \cup \bar{X} = B \\ B \Delta \bar{X} = \bar{C} \end{cases}$

18) $\begin{cases} A \cup \bar{X} = B \cap X \\ B \cap \bar{X} = C \cup X \end{cases}$

19) $\begin{cases} A \cap X = \bar{C} \cup X \\ C \cap \bar{X} = B \Delta X \end{cases}$

26. Пусть M_2, M_3, M_5 обозначают подмножества универсума N , состоящие соответственно из всех чисел, кратных 2, 3, 5. С помощью операций над множествами выразить через них множества всех чисел:

a) взаимно простых с 30

- б) делящихся на 10. но не делящихся на 3
27. Пусть R — отношение на множестве $\{1, 2, 3, 4\}$, определяемое условием: $u R v$ тогда и только тогда, когда $u + 2v$ — нечетное число. Представьте R каждым из способов:
- как множество упорядоченных пар
 - в графической форме
 - в виде матрицы.
28. Определите, какие из следующих отношений на множестве людей рефлексивны, симметричны или транзитивны:
- «...старше или младше, чем...»
 - «...не выше, чем...».
29. Определите, какие из приведенных ниже отношений на Z являются рефлексивными, симметричными, а какие транзитивными?
- « $x + y$ — четное число»
 - « xy — нечетное число»
30. Какими свойствами характеризуются следующие отношения на $A = \{1, 2, 3, \dots, 9\}$?
- $R_1 = \{(a, b) \mid a - b \text{ — четное}\}$
 - $R_2 = \{(a, b) \mid a + b \text{ — четное}\}$
 - $R_3 = \{(a, b) \mid a \text{ — делитель } (a + b), a \neq 1\}$.
31. Какими свойствами обладают следующие отношения на множестве натуральных чисел?
- $R_2 = \{(m, n) \mid m \text{ делится на } n\}$
 - $R_3 = \{(m, n) \mid m - n \text{ делится на } 2\}$
 - $R_4 = \{(m, n) \mid m - n = 2\}$
 - $R_6 = \{(m, n) \mid m < n + 1\}$
 - $R_7 = \{(m, n) \mid m \leq n + 2\}$.
32. Определите, какими свойствами обладают следующие отношения на множестве N
- $aRb \Leftrightarrow$ в a есть цифра, которая повторяется в b
 - $aRb \Leftrightarrow$ каждая цифра в a имеется в b
33. Определите, какими свойствами обладают следующие отношения на множестве $\{1, 2, 3, 4, 5\}$:
- $R_1 = \{(a, b) \mid |a - b| = 1\}$
 - $R_2 = \{(a, b) \mid 0 < a - b < 3\}$
 - $R_3 = \{(a, b) \mid a + b \text{ — четное число}\}$
 - $R_4 = \{(a, b) \mid a \geq b^2\}$
 - $R_5 = \{(a, b) \mid \text{НОД}(a, b) = 1\}$
- Представьте графически отношения: $R_1 \cap R_2, R_1 \cup R_2, R^{-1}, R_2 \circ R_4, R_4 \circ R_2, R_5 \setminus R^{-1}$
34. Доказать, что следующие отношения являются эквивалентностями. Найти классы эквивалентности и индекс разбиения. Установить взаимно однозначное соответствие между фактор-множеством и указанным множеством.
- $R_2 = \{(x, y) \mid x, y \in R, x^2 = y^2\}, R \setminus R_2 = R^+, R^+ = [0, \infty)$
 - $R_3 = \{(x, y) \mid x, y \in R^+, x - y \in Z\}, R \setminus R_3 = [0, 1)$
 - $R_5 = \{(x, y) \mid x, y \in R, \sin x = \sin y\}, R \setminus R_5 = [-\pi/2; \pi/2]$.
35. Пусть A — множество всех прямых на плоскости. Являются ли эквивалентностями следующие отношения:
- отношение параллельности двух прямых;
 - отношение перпендикулярности двух прямых?

36. Выясните, какие из следующих перечисленных отношений на множестве $\{0, 1, \dots, 9\}$ являются отношениями эквивалентности. Найдите классы эквивалентности.

a) $R_2 = \{(a, b) \mid a^2 \equiv b^2 \pmod{10}\}$

b) $R_3 = \{(a, b) \mid a \cdot b \equiv 0 \pmod{2}\}$

c) $R_4 = \{(a, b) \mid |2^a - 2^b| < 16\}$

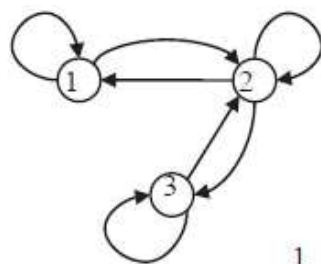
37. Определите, какие из следующих отношений на Z^2 являются отношениями эквивалентности. Найдите классы эквивалентности.

a) $(x_1, y_1) R (x_2, y_2) \Leftrightarrow x_1 = x_2 \text{ или } y_1 = y_2$

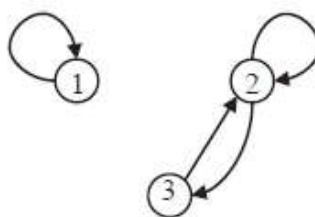
b) $(x_1, y_1) R (x_2, y_2) \Leftrightarrow x_1 + y_1 = x_2 + y_2$

c) $(x_1, y_1) R (x_2, y_2) \Leftrightarrow x_1 + y_2 = x_2 + y_1$

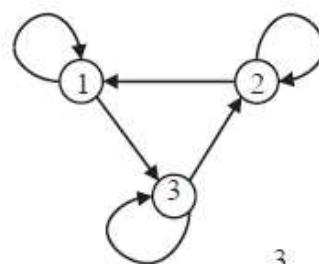
38. Какие из отношений, представленных диаграммами, являются отношениями эквивалентности?



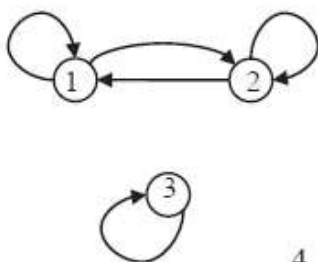
1.



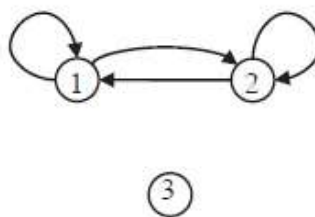
2.



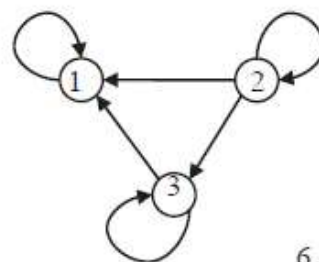
3.



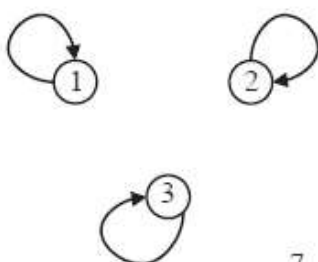
4.



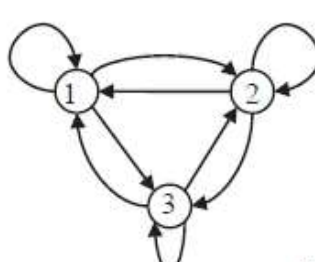
5.



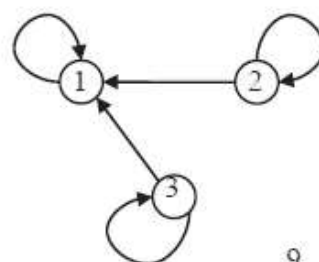
6.



7.



8.



9.

39. Определите, какими свойствами обладают следующие отношения на множестве $M = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$. Найти транзитивное замыкание R^+ .

a) $aRb \Leftrightarrow 3a \leq 5b$

b) $aRb \Leftrightarrow |a - 2b| \leq 5$

40. Если отношение является отношением эквивалентности, то найти индекс разбиения множества Z^2

a) $(x_1, y_1) R (x_2, y_2) \Leftrightarrow$ разность максимальной цифры x_1 и минимальной цифры y_1 равна разности максимальной цифры x_2 и минимальной цифры y_2

b) $(x_1, y_1) R (x_2, y_2) \Leftrightarrow$ произведение минимальной цифры x_1 и максимальной цифры y_1 равна разности цифры минимальной x_2 и максимальной цифры y_2

41. На множестве $N \setminus \{1\}$ введено отношение $S = \{(m, n) \mid m \text{ делится на } n\}$. Доказать, что S -отношение частичного, но не линейного порядка.

42. На множестве $M = \{\emptyset, \{1\}, \{1, 2\}, \{2, 3\}, \{1, 2, 3\}\}$ введено отношение R строгого включения:

$$R = \{(X, Y) \mid X, Y \in M, X \subset Y\}.$$

Показать, что R - отношение частичного, но не линейного порядка.

43. Определить какими свойствами обладают отображения $f, g: R \rightarrow R$. Найти их композиции $f \circ g, g \circ f$ и определить их свойства.

$$\text{в) } f(x) = \begin{cases} |x|, & x \neq 0; \\ 1, & x = 0; \end{cases} \quad g(x) = \begin{cases} \ln|x|, & x \neq 0; \\ 1, & x = 0. \end{cases}$$

$$\text{г) } f(x) = \begin{cases} x^2, & x \geq 1; \\ x, & x < 1; \end{cases} \quad g(x) = \begin{cases} |x|, & x < 2; \\ 4 - x, & x \geq 2. \end{cases}$$

44. Сколько различных десятизначных чисел можно написать, используя цифры 0, 1, 2, 3, 4?

45. Сколькими способами можно выбрать три различных краски из имеющихся семи?

46. Во взводе 3 сержанта и 36 солдат. Сколько существует способов выделения одного сержанта и трех солдат для патрулирования?

47. В зрительном зале 200 мест. Сколькими способами могут занять места в нем 200 зрителей; 100 зрителей?

48. Крокодил имеет 68 зубов. Доказать, что среди 16^{18} крокодилов могут оказаться два с одним и тем же набором зубов.

49. Сколькими способами из группы в 20 человек можно сформировать три коалиции по 4 человека и одну коалицию из 8 человек?

50. Сколькими способами можно разделить колоду из 36 карт пополам так, чтобы в каждой пачке было по два туза?

51. Сколькими способами колоду из 36 карт можно разделить на три равные части так, чтобы в каждой было ровно три карты одной масти «крести»?

52. Сколькими способами колоду из 36 карт можно разделить на четыре равные части так, чтобы каждая содержала по одному тузу; по одному тузу и одному королю?

53. Сколько слов длины n в q -буквенном алфавите, в которых любые две соседние буквы различны?

54. Каким числом способов можно на шахматной доске поместить черного и белого королей так, чтобы они не атаковали друг друга?

55. Сколькими способами можно расставить восемь ладей на обычной шахматной доске так, чтобы они не угрожали друг другу, т.е. чтобы никакие две из них не стояли на одной вертикали или горизонтали?
56. Сколько имеется вариантов выбора трех призеров среди n участников конкурса
- а) с указанием занимаемых ими мест?
 - б) без указания мест?
57. Из колоды, содержащей 52 карты, вынули 10 карт. Сколькими способами это можно сделать? В скольких случаях среди этих карт окажется:
- а) хотя бы один туз;
 - б) ровно один туз;
 - с) ровно четыре туза;
 - д) не менее двух тузов.
58. Автомобильные номера данного региона состоят из трех цифр (всего 10 цифр) и трех букв алфавита $\{A, B, C, D, E, Я, K, M, O, P, T, X, Y\}$. Сколько автомобилей может быть занумеровано различными номерами?
59. Надо послать 15 писем. Сколькими способами это можно сделать, если для доставки имеется 4 курьера?
60. Сколькими способами можно купить 10 поздравительных открыток, если в продаже имеются открытки семи видов?
61. Сколько различных перестановок образуется из следующих слов:
- а) зебра; б) барабан; в) водород; г) абракадабра?
62. Сколькими способами 15 различных монет можно разложить по двум (трем) различным карманам так, чтобы ни один из карманов не оказался пустым?
63. Сколькими способами можно разделить 10 различных подарков среди пяти детей так, чтобы у каждого был хотя бы один подарок?
64. Сколькими способами 10 одинаковых монет можно разложить по двум (трем) карманам так, чтобы ни один из карманов не был пустым?
65. Сколькими способами 15 разных конфет можно разделить среди трех мальчиков так, чтобы у каждого была хотя бы одна конфета?
66. Алфавит A состоит из двух символов. Сколько существует различных слов алфавита A , длины которых не превосходят 5?
67. Сколькими способами колоду из 52 карт можно произвольно разбить на четыре части так, чтобы в каждой части содержался один туз?
68. Сколькими способами из 52 карт можно произвольно вынуть 7 карт так, чтобы среди них были карты двух (трех) мастей?
69. Сколькими способами можно составить различные наборы из 12 предметов, содержащие фломастеры, карандаши и ручки?

70. Сколькими способами все 10 различных ваз можно расставить на 7 столах? Сколькими способами 10 различных ваз по одной можно расставить на 10 столах?
71. Сколько слов длины 20 в английском алфавите (всего 26 букв) можно составить, если 3 буквы повторяются по 2 раза, 1 буква повторяется 3 раза, а остальные буквы различные.
72. Сколько способов раздать 35 поручений среди 6 курьеров, так чтобы:
- каждый получил хотя бы одно поручение
 - каждый получил произвольное число поручений
73. Какова вероятность угадать шесть номеров из тридцати шести в игре «спортлото»?
74. Сколько раз в десятичной записи всех натуральных чисел, меньших 10^n , встречается цифра 9? Цифра 0?
75. Сколько делителей у числа 2048? 2310? 2880? Сколько делителей имеет число $p_1^{k_1} \dots p_s^{k_s}$, где $p_1, \dots, p_s$ – различные простые числа, $k_1, \dots, k_s$ – целые неотрицательные?
76. Сколько матриц с m строками и n столбцами можно составить из элементов 0 и 1 ?
77. Сколько имеется пятизначных десятичных чисел, у которых
- все цифры различны;
 - есть одинаковые цифры;
 - все цифры различны, причем последняя - не 0;
 - все цифры различны, причем первая - не 9, а последняя - не 0;
 - две первых цифры различны, а две последних – одинаковы;
 - сумма цифр четна ?
78. Каким числом способов можно разместить n различных предметов по k различным ящикам? Сколько таких размещений, если в каждый ящик укладывается не более одного предмета?
79. На плоскости расположены n точек, никакие три из которых не лежат на одной прямой. Сколько существует треугольников с вершинами в данных точках?
80. На одной из двух параллельных прямых зафиксировано n точек, а на другой - m точек. Сколько имеется треугольников (четыреугольников) с вершинами в данных точках?
81. Имеется колода из $4n$ карт четырех мастей, по n карт каждой масти, пронумерованных числами $1, 2, \dots, n$. Каким числом способов можно выбрать пять карт так, чтобы среди них оказались:
- пять карт одной масти с последовательными номерами;
 - четыре карты с одинаковыми номерами;
 - три карты с одним номером и две карты с другим;
 - пять карт одной масти;
 - пять карт с последовательными номерами;
 - три карты с одинаковыми номерами;
 - две карты с одинаковыми, остальные с разными номерами.
82. Каким числом способов можно распределить n одинаковых монет между k лицами так, что каждый получает
- не более одной монеты;

b) не менее одной монеты?

83. Сколько диагоналей у выпуклого n -угольника? Найдите число точек пересечения этих диагоналей (не считая вершин), если известно, что в каждой из этих точек пересекаются только две диагонали?
84. Сколькими способами можно выбрать 6 карт из колоды, содержащей 52 карты, так, чтобы среди них были карты каждой масти?
85. Каким числом способов можно составить букет из n цветов трех видов, если все цветы одного вида одинаковы и имеется неограниченный запас цветов каждого вида?
86. Сколько имеется пятизначных десятичных чисел, у которых цифры идут слева направо в неубывающем порядке?
87. Каким числом способов можно распределить n одинаковых монет между k лицами?
88. Каким числом способов можно разместить 7 студентов в трех комнатах общежития, если
a) в одной комнате имеется одно, в другой - два, в третьей - четыре свободных места;
b) в одной комнате имеется два, в другой - три, в третьей - четыре свободных места?
89. Сколькими способами можно разместить 20 книг на одной полке так, чтобы между книгой А и книгой В располагалось не менее 2-х и не более 4-х книг?
90. Сколькими способами можно разместить 25 книг на одной полке так, чтобы между книгой А и книгой В располагалось не менее 3-х книг и не более 5-х книг?
91. Имеется 28 книг автора А, 18 книг автора Б, 25 книг автора С, 9 книг автора Д. Сколько вариантов выбрать:
a) 2 книги одного автора
b) 5 книг двух авторов
92. Разложить по формуле бинома Ньютона или обобщенному биномиальному правилу:
c) $(1 + \cos x)^7$ f) $(1 - \cos x)^2$
d) $(x + x^2)^6$ g) $(1 - x^2)^{-2}$
e) $(1 - x)^{-1}$ h) $(t^2 - 1)^{-3}$
93. Доказать, что $nC_{n-1}^{m-1} = mC_n^m$.
94. Дано множество U из n элементов и в нем подмножества A из k элементов и B из l элементов, причем $|A \cup B| = m$. Найти число подмножеств $X \subseteq U$, удовлетворяющих условию:
a) $X \subseteq A, X \subseteq B$;
b) $A \cap B \subseteq X \subseteq A$;
95. Дано множество U из n элементов и в нем подмножество A из k элементов. Определите число подмножеств $B \subseteq U$, удовлетворяющих условию:
1) $|B \cap A| = 2$; 2) $|B \setminus A| = 3, |A \setminus B| = 4$; 3) $|A \Delta B| = 1$.
96. Каким числом способов можно kn различных предметов разложить по n одинаковым (неразличимым) ящикам так, чтобы в каждом ящике оказалось ровно k предметов?

97. На одной из кафедр университета работают тринадцать человек, причем каждый из них знает хотя бы один иностранный язык. Десять человек знают английский, семеро – немецкий, шестеро – французский. Пятеро знают английский и немецкий, четверо – английский и французский, трое – немецкий и французский.
- Сколько человек знают все три языка?
 - Сколько человек знают ровно два языка?
 - Сколько человек знают только английский язык?
98. Сколько имеется натуральных чисел, не превосходящих 1000, которые
- делятся на 3 или на 5;
 - не делятся ни на одно из чисел 2, 3, 5?
99. Из 100 опрошенных студентов 50 программируют на алгоритмическом языке Си++, 53 – на Паскале, 42 – на Бейсике, 15 студентов могут программировать на Си++ и на Бейсике, 20 студентов – на Паскале и Бейсике, 25 – на Си++ и Паскале, а 5 студентов программируют на всех трех языках.
- Сколько студентов не могут программировать ни на одном из перечисленных языков?
 - Сколько студентов программируют хотя бы на одном из перечисленных языков?
 - Сколько студентов программируют только на Паскале?
 - Сколько студентов не программируют ни на Си++, ни на Паскале?
100. Дано множество U из n элементов. Каким числом способов в нем можно выбрать три подмножества A, B, C так, чтобы выполнялись заданные условия:
- $n = 7, |(A \cap B) \setminus C| = 4, |C \cap (A \cup B)| = 1;$
 - $n = 6, |(A \setminus B) \cup C| = 4, |A \cap B \cap C| = 1;$
 - $n = 8, |A \cup B \cup C| = 4, |A \cap B| = 1.$
101. Рассматриваются слова в алфавите $\{a_1, a_2, \dots, a_q\}$. Через n_i обозначается число вхождений буквы a_i в слово. Требуется подсчитать число слов длины n , удовлетворяющих данным условиям:
- $q=4, n = 8, n_2=n_1+2;$
 - $q=3, n = 9, n_1+n_2 < n_3;$
 - $q=3, n = 9, 2n_1 \leq n_2+n_3;$
102. Сколькими способами можно переставить буквы слова:
- «периметр», чтобы «е» шла непосредственно после «р»;
 - «поговорка», чтобы согласные шли в алфавитном порядке;
 - «профессор», чтобы не менялся порядок гласных букв;
 - «корректор», чтобы три буквы «р» не шли подряд.
103. Построить табличное представление функций
- $((x \rightarrow \overline{y \wedge z}) \oplus (x \equiv y)) \vee (\overline{y \rightarrow x} \wedge z)$
 - $(x \equiv y \wedge z \oplus (x \rightarrow y)) \downarrow (\overline{y \rightarrow x} | z)$
 - $(x \equiv \overline{y \rightarrow z \vee x}) \equiv ((\overline{y} \rightarrow \overline{x}) \wedge \overline{z} \rightarrow (x \downarrow z) \wedge \overline{y})$
 - $((\overline{z} \rightarrow x \vee \overline{y}) \wedge ((x \oplus z) \downarrow \overline{y \rightarrow x}))$
104. Определить тождественны ли формулы A и B путем сравнения их табличных представлений
- $A = (x \wedge y \rightarrow z) \vee ((x \downarrow y) | z), \quad B = ((x \rightarrow y \wedge z) \oplus (x \equiv y)) \vee (y \rightarrow x \wedge z)$

- b) $A = (x|\bar{y}) \rightarrow ((y \downarrow \bar{z}) \rightarrow (x \oplus z))$, $B = x \wedge y \wedge z \oplus (\bar{x} \rightarrow z)$
 c) $A = x \downarrow y \wedge (x \equiv z) | (x \oplus (y \wedge z))$, $B = \bar{x} \wedge y \wedge z \vee \overline{x \rightarrow z}$

105. Применяя равносильные преобразования, привести к более простой форме

- a) $(x \oplus y)|\bar{y} \rightarrow x$ c) $((\bar{y} \rightarrow \bar{x}) \wedge \bar{z} \rightarrow (x \downarrow z) \wedge \bar{y})$
 b) $(x \rightarrow y \wedge z \oplus (x \equiv y))$ d) $(x \rightarrow y \wedge \bar{z}) \oplus (x \equiv y) \vee z$

106. По $f(x_1, x_2)=(1011)$ и $g(x_1, x_2)=(0111)$ построить функцию h

- c) $h(x_1, x_2) = g(x_2, f(x_2, x_1))$ e) $h(x_1, x_2, x_3) = f(x_2, g(x_3, x_1)) \equiv g(x_1, g(x_2, x_3))$
 d) $h(x_1, x_2) = f(f(x_2, g(x_1, x_2)), f(x_2, x_1))$ f) $h(x_1, x_2, x_3) = g(f(f(x_2, x_1), g(x_3, x_1)), f(x_2, x_3))$

107. Перечислить все существенные и фиктивные переменные у следующих функций, заданных векторно:

- a) 00111100 b) 1100110000110011
 c) 1011010110110101

108. Применяя равносильные преобразования, показать, что x_1 – фиктивная переменная

- a) $((x_1 \oplus x_2) \rightarrow x_3) \wedge \bar{x}_3 \rightarrow x_2$ b) $((x_1 \vee x_2 \wedge \bar{x}_3) \equiv (\bar{x}_1 \rightarrow \bar{x}_2 \wedge x_3)) \wedge (x_2 \downarrow x_3)$
 c) $((x_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_3) \rightarrow (x_1 \wedge x_2 | x_3)) \oplus (x_2 \rightarrow x_1) \wedge x_3$

109. Доказать, что если у функции $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ($n \geq 1$) имеются фиктивные переменные, то она принимает значение 1 на чётном числе наборов. Верно ли обратное утверждение?

110. Выяснить при каких n ($n \geq 2$) функция $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ зависит существенно от всех своих переменных

- a) $((x_1 \vee \dots \vee x_n) \rightarrow (x_1 \wedge x_2 \wedge \dots \wedge x_n)) \rightarrow (x_1 \oplus x_2 \oplus \dots \oplus x_n \oplus 1)$
 b) $(x_1 | x_2) \oplus (x_2 | x_3) \oplus \dots \oplus (x_{n-1} | x_n) \oplus (x_n | x_1)$
 c) $(x_1 \rightarrow (x_2 \rightarrow (x_3 \rightarrow \dots \rightarrow (x_{n-1} \rightarrow x_n) \dots))) \rightarrow (x_1 \rightarrow x_n) \wedge (x_2 \rightarrow x_n) \wedge \dots \wedge (x_{n-1} \rightarrow x_n)$

111. Используя принцип двойственности, построить и упростить формулу, реализующую функцию, двойственную к функции:

- a) $(x \vee (1 \rightarrow y)) \vee (y \wedge \bar{z}) \vee (\bar{x} | y \downarrow \bar{z})$ c) $(x_1 \wedge (x_2 \wedge x_3 \vee 0) \equiv (x_3 \wedge 1 \vee \bar{x}_1 \wedge x_2)) \vee \bar{x}_2 \wedge x_3$
 b) $(x \downarrow y) \oplus ((x | y) \downarrow (\bar{x} \equiv y \wedge z))$ d) $(x \downarrow z) \oplus ((x \vee y) \equiv (\bar{x} \downarrow (y \vee \bar{z})))$

112. Получить СКНФ и СДНФ функции:

- a) $(x_1 \equiv \bar{x}_2) \vee (x_1 \wedge x_3 \oplus (x_2 \rightarrow x_3))$ c) $(\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_3) \wedge (x_1 \wedge x_2 \vee x_3)$
 b) $(\bar{x}_1 \wedge x_2 \oplus x_3) \wedge (x_1 \wedge x_3 \rightarrow x_2)$ d) $(x_1 \rightarrow x_2) \oplus (x_1 | x_2 \wedge x_3)$
 e) $(\bar{x}_1 \wedge x_2 \rightarrow x_3) \wedge (x_1 \rightarrow x_3 \rightarrow x_2)$
 f) 1010000100111010

113. Разложить по переменной y и получить формулу, не содержащую констант

- a) $(x \vee y) \vee (\bar{y} \wedge \bar{z}) \equiv (\bar{x} | y | \bar{z})$ c) $(x \oplus y \wedge z) \equiv (\bar{x} \wedge y \rightarrow \bar{z}) \wedge (\bar{x} \rightarrow \bar{y})$
 b) $(x \equiv y \wedge z) \oplus ((x | y) \downarrow (\bar{x} \rightarrow y \wedge z))$ d) $(x \rightarrow z) \oplus ((x \vee y) \equiv (\bar{x} \downarrow (y \rightarrow \bar{z})))$

114. Какие из следующих функций самодвойственные?

- a) $(x \rightarrow y) \rightarrow x \wedge z$ c) $(x | \bar{x}) \downarrow y$
 b) $x \wedge y \oplus x \wedge z \oplus y \wedge z$ d) (0001001001100111)

115. Построить полином Жегалкина для функции:

- a) (01100100) d) $x_1 \rightarrow (x_2 \rightarrow \bar{x}_2 \wedge x_3)$
 b) (0001001001100111) e) $x_1 \wedge (x_2 \equiv x_3 \downarrow \bar{x}_2)$

c) (1011100011100011)

f) $((x_1 \oplus x_2) \rightarrow x_4) \mid \overline{x_3} \rightarrow x_2$

g) $(\overline{x_1} \oplus \overline{x_2} \vee (x_2 \wedge \overline{x_3} \rightarrow x_4)) \downarrow \overline{x_4} \wedge x_3$

116. Выяснить при каких $n(n \geq 2)$ функция $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ сохраняет константы:

a) $\bigoplus_{1 \leq i < j \leq n} (x_i \vee x_j)$;

b) $1 \oplus (x_1 \rightarrow x_2) \wedge (x_2 \rightarrow x_3) \wedge \dots \wedge (x_n \rightarrow x_1)$

c) $(\bigoplus_{i=1}^{n-2} (x_i \rightarrow (x_{i+1} \rightarrow x_{i+2})))$

117. Заменить прочерки в векторе символами 0 или 1 так, чтобы получился вектор самодвойственной функции:

a) (11- -00- -01- -10- -)

b) (00- - -101-1- - -0- -)

118. Какие из следующих функций монотонные?

a) (0011100011100011)

b) $x \wedge y \oplus y \wedge z \oplus x \wedge z \oplus x$

c) $(x_1 \rightarrow \overline{x_2}) \oplus x_1 \wedge \overline{x_3}$

119. Заменить прочерки в векторе символами 0 или 1 так, чтобы получился вектор монотонной функции:

a) (-10-)

c) (0- - - - - 1)

b) (- - - - - 00-)

d) (-00- - - - 1)

120. Заменить прочерки в векторе символами 0 или 1 так, чтобы получился вектор функции $f \in M \cap S$

a) (- -)

c) (- 00-0- - -)

b) (-0- -)

d) (-01-0- - -)

121. Выяснить при каких $n(n \geq 2)$ функция $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ монотонная:

a) $\bigoplus_{1 \leq i < j \leq n} x_i \cdot x_j$;

b) $x_1 \wedge x_2 \wedge \dots \wedge x_n \rightarrow (x_1 \oplus x_2 \oplus \dots \oplus x_n)$

122. Какие из следующих функций линейные?

a) (1101)

d) (0110100101101001)

b) (10010110)

e) (0111101111111100)

c) (11000011)

f) (1010 010110011100)

123. Заменить прочерки в векторе символами 0 или 1 так, чтобы получился вектор линейной функции:

a) (0-11)

d) (11-0- - -1)

b) (-001- - 1-)

e) (- - 10- - - -0 - - 1-110)

c) (1-101- - -)

f) (1- - - - - - - -0 - 110)

124. Найти число функций $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ($n \geq 0$), принадлежащих множеству

a) $((T_0 \cup S) \setminus L) \cup (M \setminus (T_1 \cup L))$

b) $(T_0 \cup T_1 \cup S) \setminus (L \setminus M)$

125. Найти функцию принадлежащую множеству

a) $(S \cap L) \setminus (T_0 \cup T_1)$

b) $(T_0 \cap S) \setminus (L \cap M)$

c) $(T_0 \cap T_1) \setminus (L \cup S)$

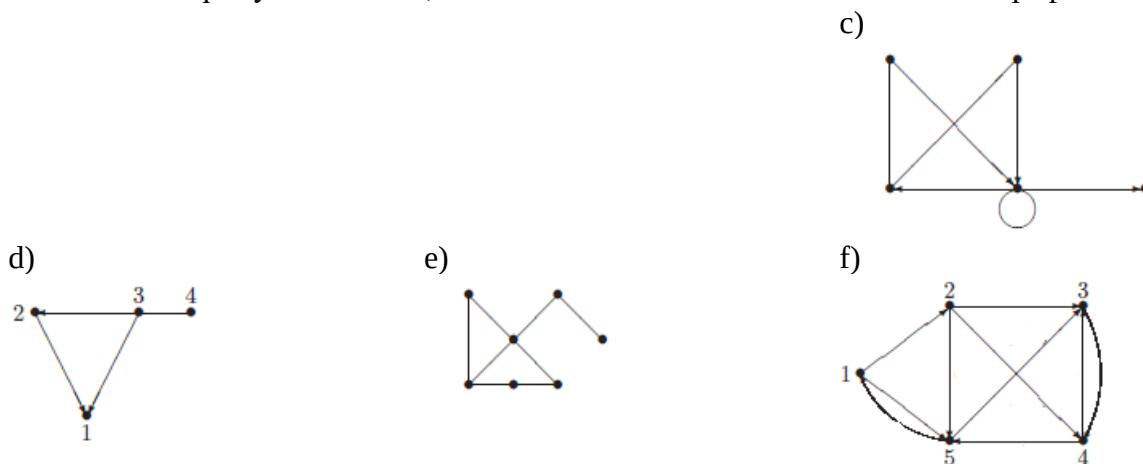
126. Выяснить полна ли система функций, заданных векторами своих значений. И если полна выразить $\vee, \wedge, \neg$

- a) $\{(0111), (01011010), (01111111)\}$;
- b) $\{(0111), (10010110)\}$;
- c) $\{(0101), (11101000), (01101001)\}$;
- d) $\{(11), (0111), (00110111)\}$;
- e) $\{(10), (00110111)\}$.

127. Полна ли система $\{f, g\}$, если

- a) $f \in \overline{T_0} \cup \overline{T_1}, g \in M \setminus T_1, (f \rightarrow g) \equiv 1$
- b) $f \in S \cap L \setminus T_0, g \in M \setminus T_0, (f \rightarrow g) \equiv 1$

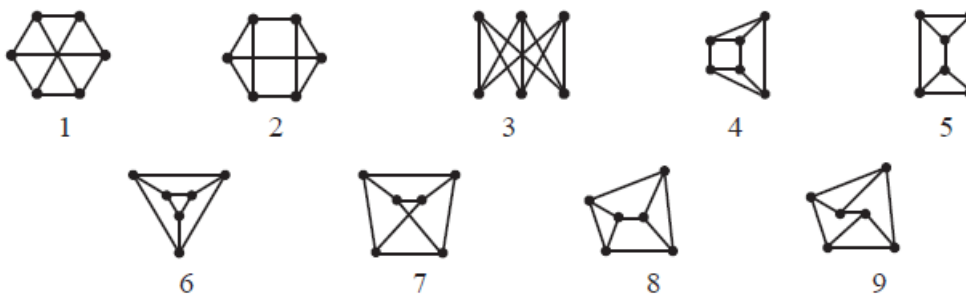
128. Найти матрицу смежности, инцидентности и списки смежности для графов:



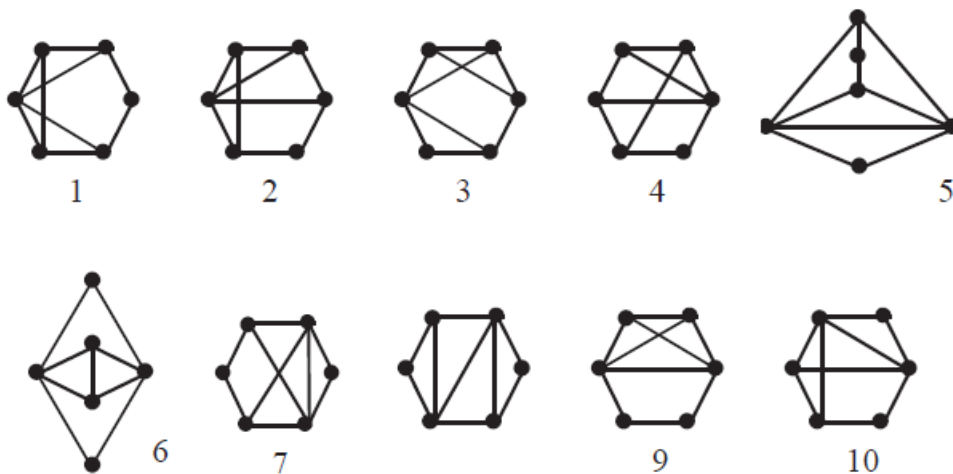
129. Вершина степени 0 называется изолированной. Определите число графов с n вершинами, в которых

- b) нет изолированных вершин (примените метод включения и исключения).

130. Графы разбить на классы изоморфных графов.



131. Графы разбить на классы изоморфных графов.

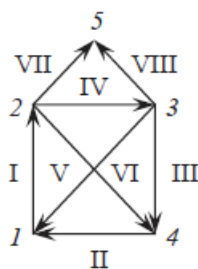


132. Перечислить все попарно неизоморфные графы:

- связанные неориентированные с 6 вершинами и 3 ребрами
- связанные неориентированные с 6 вершинами и 13 ребрами
- ориентированные графы без петель с тремя вершинами и тремя ребрами
- деревья с 5 вершинами

133. Найти число компонент связности и сильной связности графов.

a)



b)

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

c)

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

d)

$$\begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

e)

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

f)

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & -1 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & -1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

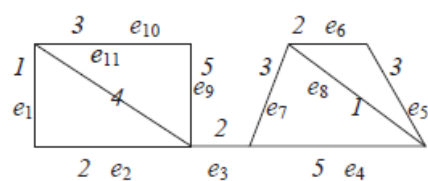
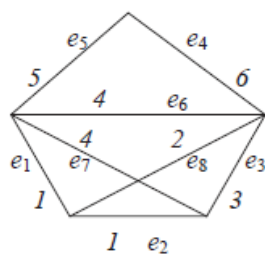
g)

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & -1 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & -1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

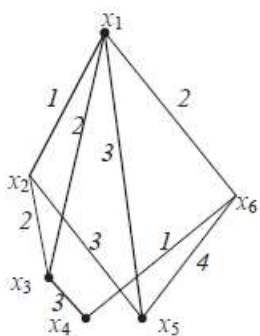
134. Найти матрицу достижимости, остов минимального веса, фундаментальные матрицы циклов и разрез.

a)

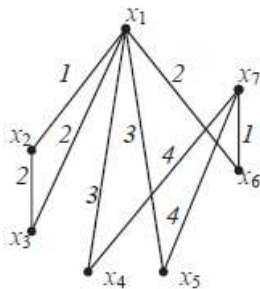
b)



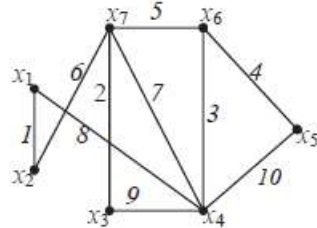
c)



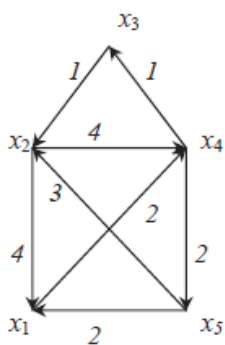
d)



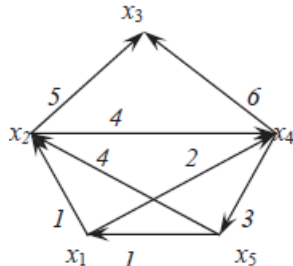
e)



f)

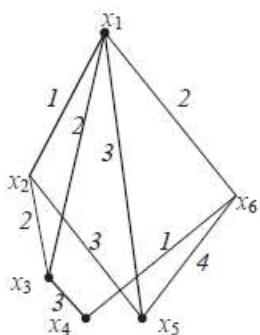


g)

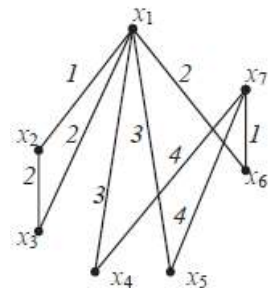


135. Найти кратчайший маршрут из вершины x_1 в вершину x_5

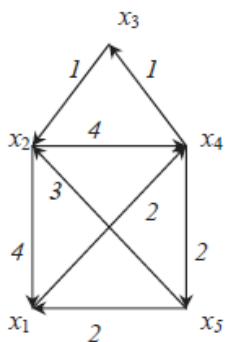
a)



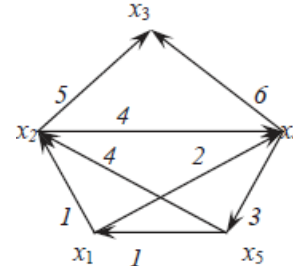
b)



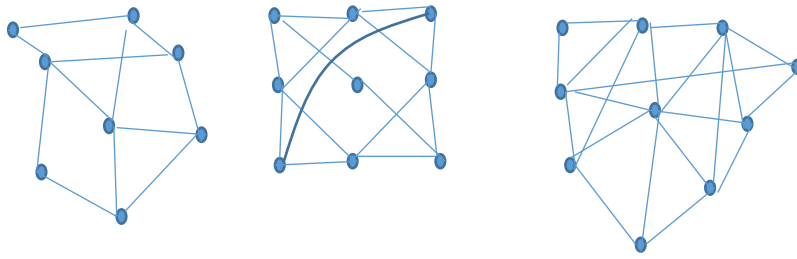
c)



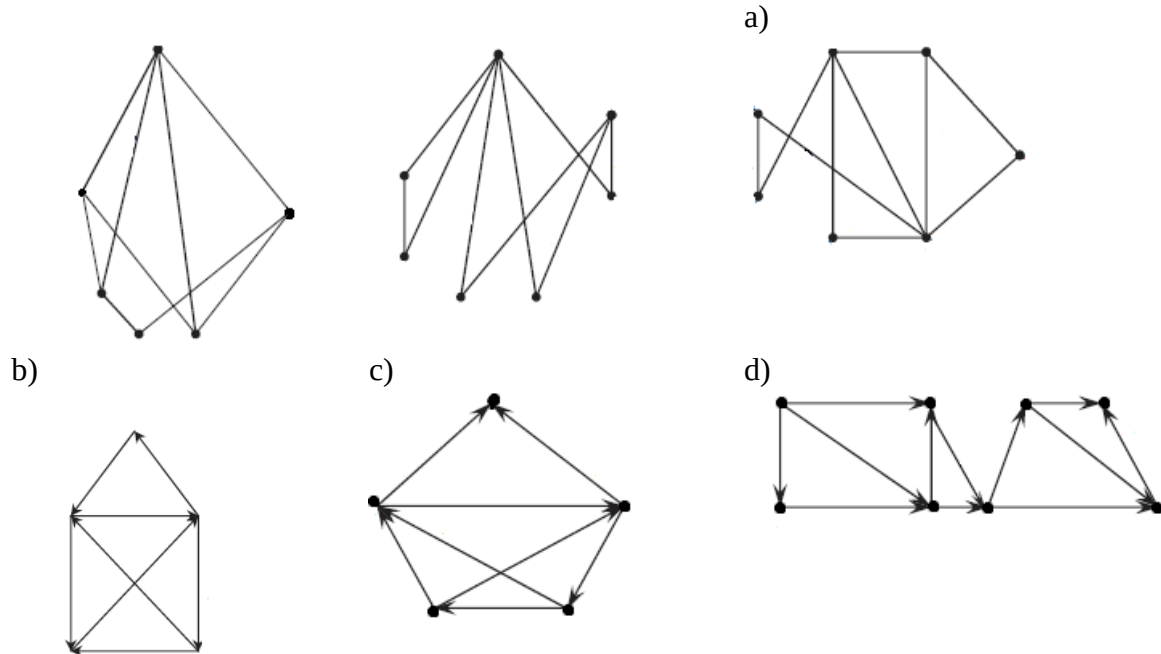
d)



136. Какие из графов планарны?



137. Найти хроматическое число графа.



138. Определить число графов с n вершинами, в которых допускаются ребра следующих типов:

- a) ориентированные и петли;
- b) ориентированные, но не петли.

139. Определить число ориентированных графов с n вершинами, в которых каждая пара различных вершин соединена;

- a) не более чем одним ребром;
- b) точно одним ребром.

140. При каких n существует графы с n вершинами, каждая из которых имеет степень 4?

141. Какое наибольшее число ребер может быть в несвязном графе с n вершинами?

142. Найти граф с шестью вершинами, который имеет эйлеров цикл, но не имеет гамильтонова цикла.

143. Найти число корневых деревьев с множеством вершин $(1, \dots, w)$

144. Перечислите все графы с указанными свойствами и значениями параметров (в скобках указано число искомых графов):

- a) 7 вершин. 4 ребра;
- b) связные. 6 вершин. 6 ребер;
- c) связные. 5 ребер;
- d) две компоненты связности. 4 ребра;
- e) без изолированных вершин. 4 ребра;
- f) набор степеней (2,2,2,3,3,4);
- g) набор степеней (2,2,3,3,3,3);
- h) деревья. 7 вершин;
- i) деревья, набор степеней (1,1,1,1,2,2,2,3,3);
- j) деревья, набор степеней (1,1,1,1,1,2,2,3,4);
- k) леса. 5 вершин;
- l) деревья, степени не более 3. 5 вершин;
- m) графы с единственным циклом. 5 вершин;
- n) графы с единственным циклом. 6 вершин. 5 ребер;
- o) связные, не имеющие циклов длины 3. 5 вершин;
- p) имеющие эйлеров цикл. 6 вершин;
- q) имеющие эйлеров цикл. 7 вершин. 9 ребер;
- r) имеющие гамильтонов цикл. 5 вершин;
- s) имеющие гамильтонов цикл. 6 вершин. 8 ребер;
- t) имеющие цикл длины 6. 5 вершин;
- u) непланарные. 6 вершин. 11 ребер;
- v) двудольные. 5 вершин;
- w) двудольные. 6 вершин. 6 ребер;
- x) ориентированные, без петель. 3 вершины.

145. Пусть $V = \{b_1, b_2, b_3, b_4, b_5\}$ - алфавит языка сообщений, для которого задан код $V = \langle 10, 12, 012, 101, 2100 \rangle$ в алфавите $A = \{0, 1, 2\}$. Выяснить, является ли слово α кодом некоторого сообщения. В случае положительного ответа, выяснить является ли α кодом ровно одного сообщения.

- a) $\alpha = 1012101201210012$;
- b) $\alpha = 0121001210201$;
- c) $\alpha = 120120121001210$;
- d) $\alpha = 12101210012$;
- e) $\alpha = 1010122100$;
- f) $\alpha = 101212101012$.

146. Выяснить, обладает ли код V свойством префикса:

- a) $V = \{01, 11, 10, 001\}$;
- b) $V = \{1001, 000, 001, 0110, 010, 1000, 0111\}$;
- c) $V = \{110, 011, 1011, 0100, 11011\}$;
- d) $V = \{02, 2, 11, 012, 102, 011, 0121\}$;
- e) $V = \{12, 22, 0011, 101, 0100, 20, 2100\}$;
- f) $V = \{0, 10, \dots, 1^n 0, \dots\}$.

147. Выбрать максимальное по числу элементов подмножество B множества A с условием, что двоичные разложения наименьшей длины чисел из B представляют собой префиксный код:

- a) $A = \{1, 3, 6, 8, 10, 13, 19, 33, 37\}$;
- b) $A = \{3, 5, 6, 9, 10, 13, 17\}$;
- c) $A = \{2, 6, 7, 9, 12, 15, 18, 35, 36, 37\}$;
- d) $A = \{1, 2, 5, 8, 9, 12, 13, 14\}$;
- e) $A = \{2, 3, 7, 8, 11, 12, 13, 14\}$;
- f) $A = \{5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13\}$;
- g) $A = \{1, 2, 5, 8, 9, 10, 13, 15\}$;
- h) $A = \{4, 6, 7, 10, 13, 15, 20, 23, 25\}$.

148. Известно, что для алфавита $A = \{a, b, c, d, e, f\}$ используется суффиксный код $K = \{00, 001, 1011, 11101, 0010, 0111\}$. При передаче сообщения использовался код Хемминга, исправляющий одну ошибку. Получено кодовое сообщение 01010110101101100000111101001100111001. Найдите исходное сообщение.

149. Построить схему из функциональных элементов в базисе $B = \{\wedge, \vee, \neg\}$, для конечного автомата, реализующего функцию $n - m + 3$.

150. Построить диаграмму Мура для конечного автомата реализующего функцию $4n - 2m + 7$.

151. Опишите ДКА, которые допускают следующие языки над алфавитом $\{0, 1\}$:

- множество всех цепочек, не содержащих 010 подряд;
- множество цепочек, содержащих в качестве подцепочки 011.

152. Опишите ДКА, допускающие такие языки над алфавитом $\{0, 1\}$:

- множество цепочек, которые начинаются или оканчиваются (или и то, и другое) последовательностью 01;
- множество цепочек, в которых число нулей делится на пять, а число единиц — на три.

153. Опишите ДКА, которые допускают следующие языки над алфавитом $\{0, 1\}$:

- множество всех цепочек, запись которых в обратном порядке образует двоичное представление целого числа, кратного 5. Примерами цепочек этого языка являются цепочки 0, 10011, 1001100 и 0101;
- $L = \{w \mid w \text{ не содержит подцепочки } 010 \text{ и } 1111\}$;
- $L = \{w \mid w \text{ не содержит подцепочки } 000 \text{ и } 0101\}$;
- $L = \{w \mid w \text{ не содержит подцепочки } 00 \text{ и } 0101\}$.

154. Преобразуйте следующий НКА в эквивалентный ДКА и опишите неформально язык, который он допускает.

a)			b)		
	0	1		0	1
$\rightarrow p$	$\{q, s\}$	$\{q\}$	$\rightarrow p$	$\{p, q\}$	$\{p\}$
$*q$	$\{r\}$	$\{q, r\}$	q	$\{r, s\}$	$\{t\}$
r	$\{s\}$	$\{p\}$	r	$\{p, r\}$	$\{t\}$
$*s$	$\emptyset$	$\{p\}$	$*s$	$\emptyset$	$\emptyset$
			$*t$	$\emptyset$	$\emptyset$

155. Найдите недетерминированные конечные автоматы, которые допускают следующие языки. Постарайтесь максимально использовать возможности недетерминизма:

- множество цепочек над алфавитом $\{0, 1, \dots, 9\}$, последняя цифра цепочки которых больше нигде в них не встречается;
- множество цепочек из 0 и 1, в которых содержится два 0, разделенных позициями в количестве, кратном 4. Отметим, что нуль позиций можно также считать кратным 4.

156. Постройте НКА, распознающие множества цепочек, содержащие в качестве подцепочек следующие:

- 0101, 101 и 011;
- ab, bc и ca. Входным алфавитом считать $\{a, b, c\}$.

157. Построить ε -НКА допускающий язык

- $L = \{w \mid w \text{ содержит две подцепочки из множества } \{000, 0011, 1100\}\}$

- b) $L = \{w \mid w \text{ содержит без пересечения две различные подцепочки из множества } \{111, 0011, 1100\}\}$
- c) $L = \{w \mid w \text{ содержит без пересечения не менее двух различных подцепочки из множества } \{010, 1101, 1011\}\}$

158. Для следующего ϵ -НКА

- найдите ϵ -замыкание каждого из состояний;
- выпишите все цепочки, длина которых не более 3, допустимые данным автоматом;
- преобразуйте данный автомат в ДКА.

a)

	ϵ	a	b	c
$\rightarrow p$	$\{q, r\}$	$\emptyset$	$\{q\}$	$\{r\}$
q	$\emptyset$	$\{p\}$	$\{r\}$	$\{p, q\}$
$*r$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$

159. Постройте ϵ -НКА, которые допускают следующие языки. Для упрощения построений используйте, по возможности, ϵ -переходы:

- a) множество цепочек, состоящих либо из повторяющихся один или несколько раз фрагментов 01, либо из повторяющихся один или несколько раз фрагментов 010;
- b) множество цепочек из 0 и 1, в которых хотя бы на одной из последних десяти позиций стоит 1.

160. Напишите регулярные выражения для следующих языков:

- a) множество цепочек с алфавитом $\{a, b, c\}$, содержащих хотя бы один символ a и хотя бы один символ b ;
- b) множество цепочек из нулей и единиц, в которых десятый от правого края символ равен 1;
- c) множество цепочек из нулей и единиц, содержащих не более одной пары последовательных единиц.

161. Напишите регулярные выражения для следующих языков:

- a) множество цепочек, состоящих из нулей и единиц, в которых число нулей кратно пяти.

162. Напишите регулярные выражения для следующих языков:

- a) множество всех цепочек, в которых поровну нулей и единиц и ни один их префикс не содержит нулей на два больше, чем единиц, или единиц на два больше, чем нулей;
- b) множество всех цепочек из нулей и единиц, в которых число нулей делится на пять, а количество единиц четно.

163. Опишите обычными словами языки следующих регулярных выражений:

- a) $(0^*1^*)^*000(0 + 1)^*$;
- b) $(0 + 10)^*1^*$.

164. Для ДКА представленного следующей таблицей переходов

- выпишите все регулярные выражения $R_{ij}^{(0)}$;
- выпишите все регулярные выражения $R_{ij}^{(1)}$. Постарайтесь максимально упростить эти выражения;

- выпишите все регулярные выражения $R_{ij}^{(2)}$. Постарайтесь максимально упростить эти выражения;
- напишите регулярное выражение для языка заданного автомата.

a)

	0	1
$\rightarrow q_1$	q_2	q_3
q_2	q_1	q_3
$*q_3$	q_2	q_1

165. Преобразуйте следующий ДКА в регулярное выражение, используя технику исключения состояний из раздела

a)

	0	1
$\rightarrow *p$	r	p
$*q$	q	s
r	r	p
s	q	s

166. Построить регулярное выражение для цепочек допускаемых автоматом

a)

	0	1
A	B	A
*B	E	D
*C	D	E
$\rightarrow D$	C	A
E	A	C

b)

	0	1
*A	B	D
B	A	B
*C	E	D
D	C	A
$\rightarrow E$	C	C

c)

	0	1
*A	B	D
B	A	B
*C	E	D
D	C	A
$\rightarrow E$	C	C

d)

	0	1	ϵ
$\rightarrow q_0$	q_1		q_1, q_4
q_1	q_1	q_2, q_3	
q_2	q_4	q_2, q_3	q_3
$*q_3$	q_1		q_0
q_4	q_1	q_4, q_0	

e)

	0	1	ϵ
$\rightarrow q_0$	q_1	q_3	q_1
q_1	q_1	q_2, q_3	
q_2	q_3	q_2, q_3	
$*q_3$	q_1		q_3, q_4
q_4	q_6		q_4, q_6
$*q_5$	q_1	q_5	
q_6	q_4	q_1	q_6

167. Преобразуйте следующие регулярные выражения в НКА с ϵ -переходами;

- $(0 + 1)01$;
- $00(0 + 1)^*$;
- $(1 + \epsilon)(00^*1)^*0^*$;
- $(0^*1^*)^*000(0 + 1)^*$.

168. Докажите или опровергните каждое из следующих утверждений для регулярных выражений:

- $(RS + R)^*RS = (RR^*S)^*$;
- $(R + S)^*S = (R^*S)^*$;
- $S(RS + S)^*R = RR^*S(RR^*S)^*$.

169. Определить какие из предложенных языков не являются регулярным. Ответ обосновать.

- $L_1 = \{w \mid w = (a^m b)^n c^*, m > 0, n > 0\}$
- $L_2 = \{w \mid w = a^{2m} (bc)^n, m < n, n > 0\}$
- $L_2 = \{w \mid w = (a^m b)^* c^k \cap (a, bb)^m (bc)^k, k < m + 4\}$

170. Докажите нерегулярность следующих языков

- $\{0^n 1^m 2^n \mid n \text{ и } m \text{ — произвольные целые числа}\}$;
- $\{0^n 1^m \mid n \leq m\}$;
- $\{0^n 12^n \mid n \geq 1\}$;
- $\{0^n \mid n \text{ — полный квадрат}\}$;
- $\{0^n \mid n \text{ — полный куб}\}$;
- множество цепочек из нулей и единиц, длины которых — полные квадраты;
- множество цепочек из нулей и единиц вида ww , где некоторая цепочка w повторяется дважды;
- множество цепочек из нулей и единиц вида wwR , где за цепочкой следует цепочка, обратная к ней;
- множество цепочек из нулей и единиц вида $w w$, где цепочка w образована из w путем замены всех нулей единицами и наоборот. Например, $011 = 100$, так что цепочка 011100 принадлежит данному языку;
- множество цепочек из нулей и единиц вида $w1n$, где w — цепочка из нулей и единиц длиной n ;

- k) $L = \{0^a 1^b 2^c \mid a > 2b, b < 2c\}$;
 l) $L = \{0^a 1^b 2^c \mid a > b + c, b > c\}$;
 m) $L = \{0^a 1^b 2^c \mid a \neq 2b + c\}$.

171. Представлена таблица переходов некоторого ДКА:

- составьте таблицу различимости для этого автомата;
- постройте эквивалентный ДКА с минимальным числом состояний.

a)

	0	1
$\rightarrow A$	B	E
B	C	F
*C	D	H
D	E	H
E	F	I
*F	G	B
G	H	B
H	I	C
*I	A	E

b)

	0	1
*A	E	C
B	G	D
$\rightarrow C$	E	B
D	E	C
*E	B	E
F	A	D
*G	C	F

172. Построить КС-грамматики для следующих языков:

- a) множество $\{a^i b^j c^k \mid i \neq j \text{ или } j \neq k\}$ всех цепочек из символов a, за которыми следуют символы b и затем c так, что количества символов a и b или количества b и c различны;
- b) множество всех цепочек из символов a и b, не имеющих вида ww, т.е. не равных ни одной цепочке-повторению;
- c) $0^n 1^{2n+4} \cup 0^n 1^m 0^k, k > n + m$.

173. Следующая грамматика порождает язык регулярного выражения $0^* 1(0 + 1)^*$.

$S \rightarrow A1B$

$A \rightarrow 0A \mid \varepsilon$

$B \rightarrow 0B \mid 1B \mid \varepsilon$

Запишите левое и правое порождения следующих цепочек:

- a) 00101;
 b) 1001;
 c) 00011.

174. Рассмотрим грамматику $S \rightarrow aS \mid aSbS \mid \varepsilon$. Она неоднозначна.

- а) Докажите, что для цепочки aab справедливо следующее:
 - для нее существует два дерева разбора;
 - она имеет два левых порождения;
 - она имеет два правых порождения.
- б) Докажите, что грамматика порождает те, и только те цепочки из символов a и b , у которых в любом префиксе символов a не меньше, чем b .
- с) Найдите однозначную грамматику для языка.

175. Построить КС-грамматику для следующего языка: $0^n 1^{3n-3} \cup 0^n 1^m 0^k, k < m+n$

176. Предположим, что МП-автомат $P = (\{q, p\}, \{0, 1\}, \{Z_0, X\}, \delta, q, Z_0, \{p\})$ имеет следующую функцию переходов.

$$\delta(q, 0, Z_0) = \{(q, XZ_0)\}.$$

$$\delta(q, 0, X) = \{(q, XX)\}.$$

$$\delta(q, 1, X) = \{(q, X)\}.$$

$$\delta(q, \varepsilon, X) = \{(p, \varepsilon)\}.$$

$$\delta(p, \varepsilon, X) = \{(p, \varepsilon)\}.$$

$$\delta(p, 1, X) = \{(p, XX)\}.$$

$$\delta(p, 1, Z_0) = \{(p, \varepsilon)\}.$$

Приведите все конфигурации, достижимые из начального МО (q, w, Z_0) , если входным словом w является:

- а) 0011;
- б) 010.

177. Постройте МП-автоматы, допускающие следующие языки. Можно использовать допускание как по заключительному состоянию, так и по пустому магазину — что удобнее:

- а) множество всех цепочек из 0 и 1, в префиксах которых количество символов 1 не больше количества символов 0;
- б) множество всех цепочек из 0 и 1 с одинаковыми количествами символов 0 и 1;
- с) $\{a^i b^j c^k \mid i = j \text{ или } j = k\}$;
- д) множество всех цепочек из 0 и 1, у которых количество символов 0 вдвое больше количества символов 1.
- е) $\{a^i b^j c^k \mid i \neq j \text{ или } j \neq k\}$;
- ф) $\{a^i b^j c^k \mid k = 2i + 3j, i \geq 0, j \geq 0\}$.

178. Преобразуйте грамматику

$$S \rightarrow aAA$$

$$A \rightarrow aS \mid bS \mid a$$

в МП-автомат, допускающий тот же язык по пустому магазину.

179. Ниже приведены КС-языки. Постройте для каждого из них МП-автомат, допускающий этот язык по пустому магазину. При желании можно сначала построить КС-грамматику для этого языка, а затем преобразовать ее в МП-автомат.

- а) $\{a^i b^j c^k \mid i = 2j \text{ или } j = 2k\}$;
- б) $\{0^n 1^m \mid n \leq m \leq 2n\}$.

180. Приведите грамматику к нормальной форме Хомского

- а)
- б)

$S \rightarrow 0A0 \mid 1B1 \mid BB$
 $A \rightarrow C$
 $B \rightarrow S \mid A$
 $C \rightarrow S \mid \varepsilon$

$S \rightarrow AAA \mid B$
 $A \rightarrow aA \mid B$
 $B \rightarrow \varepsilon$

c)
 $S \rightarrow aAa \mid bBb \mid \varepsilon$
 $A \rightarrow C \mid a$
 $B \rightarrow C \mid b$
 $C \rightarrow CDE \mid \varepsilon$
 $D \rightarrow A \mid B \mid ab$

d)
 $S \rightarrow aABa \mid bBa \mid \varepsilon$
 $A \rightarrow C \mid ab$
 $B \rightarrow C \mid b$
 $D \rightarrow CDE \mid \varepsilon$
 $C \rightarrow DA \mid BDA \mid a$

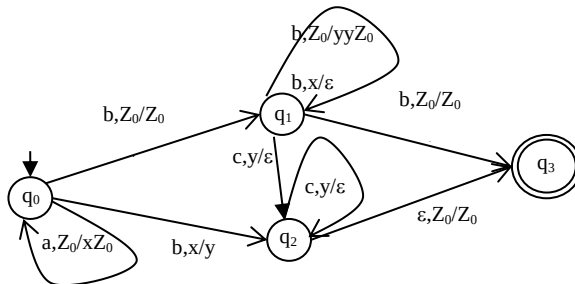
181. Покажите, что каждый из следующих языков не контекстно-свободный.

- $\{a^n b^n c^i \mid i \leq n\}$;
- $\{0^p \mid p \text{ — простое}\}$;
- $\{0^i 1^j \mid j = i^2\}$;
- $\{a^n b^n c^i \mid n \leq i \leq 2n\}$;
- $\{0^i 1^j 0^k \mid j = \max(i, k)\}$;
- $\{a^n b^n c^i \mid i \neq n\}$

182. Определить какие из предложенных языков не являются КС-языком. Ответ обосновать.

- $L_1 = \{w \mid w = a^m b^n c^k d^s, m=k, n=2s\}$
- $L_2 = \{w \mid w = a^m (bc)^n \cup (acc)^m b^n d^k c^s, m>n, s<2k\}$
- $L_2 = \{w \mid w = (a^m b)^* c^k \cap (bb, aa)^* (b^m c)^k, k>0, m>5\}$

183. По заданному МП-автомату постройте КС-грамматику



184. Приведите грамматику к нормальной форме Хомского:

$S \rightarrow aDBc \mid BAB \mid aA$
 $A \rightarrow BaA \mid DA \mid a \mid \varepsilon$
 $B \rightarrow cABa \mid DDB \mid caB \mid \varepsilon$
 $D \rightarrow BA \mid cDaB \mid cDc$

185. Приведите грамматику к нормальной форме Хомского:

$S \rightarrow BaA \mid ABBA \mid aA$
 $A \rightarrow aDBc \mid DA \mid a \mid \varepsilon$
 $B \rightarrow cDaB \mid cABa \mid caD$
 $D \rightarrow AD \mid DDB \mid cDc \mid \varepsilon$

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Типовые контрольные задания

Контрольная работа 1

- Изобразить на координатной плоскости области истинности предикатов истинности предикатов $((x>2) \vee (y>1)) \wedge ((x<-1) \vee (y<-2))$

2. Является ли приведённая формула тождественной?
 $(\forall x P(x) \vee \forall x Q(x)) \rightarrow \forall x (P(x) \wedge Q(x))$
3. Получить п.н.ф. предикатной формулы.
 $(\exists x \forall z P(x, z) \vee \forall x \forall y P(x, y)) \rightarrow \forall z R(z)$
4. Известно, что $A \subset B \subset C$, $A \neq \emptyset, C \neq \emptyset$. Является ли множество пустым?
 $A \cup (B \setminus C)$
5. Упростите выражение, если $C=U$, $D=\emptyset$
 $A \cap C \cup \bar{B} \cap C \cup A \cap D;$
6. Упростите выражение, если $A \subset B$ и $C \subset D$
 $(A \cup B) \cap (C \cup D);$
7. Решить уравнение
 $(A \cap X) \cup B = A \setminus X$
8. Определите, какими свойствами обладают следующие отношения на множестве N
 $aRb \Leftrightarrow a$ и b состоят из разных цифр
9. Определите, какими свойствами обладают следующие отношения на множестве $M=\{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10\}$. Найти транзитивное замыкание R^+ .
 $aRb \Leftrightarrow |a-2b| \leq 5$
10. Если отношение является отношением эквивалентности, то найти индекс разбиения множества Z^2
 $(x_1, y_1)R(x_2, y_2) \Leftrightarrow$ разность максимальной цифры x_1 и минимальной цифры y_1 равна разности максимальной цифры x_2 и минимальной цифры y_2
11. Определить свойства функций $f: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}$ и $g: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}$. Найти $f \circ g$ и $g \circ f$ и определить их свойства.

$$f(x) = \begin{cases} 5x, & \text{если } x < 0 \\ x^2 - x, & \text{если } x \geq 0 \end{cases} \quad g(x) = \begin{cases} |x|^3, & \text{если } x > 1 \\ -2x, & \text{если } x \leq 1 \end{cases}$$

Контрольная работа 2

1. Сколько слов длины 25 в английском алфавите (всего 26 букв) можно составить, если 3 буквы повторяются по 2 раза, 2 буквы повторяются 4 раза, а остальные буквы различные.
2. Сколькими способами 28 конвертов можно произвольно разложить по 6 ящикам, если:
 - 1) все конверты разные и все ящики одинаковые
 - 2) все конверты разные и все ящики разные
 - 3) все конверты одинаковые и все ящики разные
3. Сколько способов раздать 35 поручений среди 6 курьеров, так чтобы:
 - 1) каждый получил хотя бы одно поручение
 - 2) каждый получил произвольное число поручений
4. Сколькими способами можно разместить 25 книг на одной полке так, чтобы между книгой А и книгой В располагалось не менее 3-х книг и не более 5-х книг
5. Имеется 28 книг автора А, 18 книг автора Б, 25 книг автора С, 9 книг автора Д. Сколько вариантов выбрать:
 - 1) 2 книги одного автора
 - 2) 5 книг двух авторов
6. Рассматриваются слова в алфавите $\{a_1, a_2, \dots, a_q\}$. Через p_i обозначается число вхождений буквы a_i в слово. Требуется подсчитать число слов длины n , удовлетворяющих данному условию: $q=9$, $n=10$, $p_1 + p_2 < 5$

Контрольная работа 3

1. Определить тождественны ли формулы А и В путем сравнения их табличных представлений

$$A = (((x|y) \downarrow \bar{z})|y) \downarrow (\bar{y} \rightarrow z), \quad B = ((x|y) \downarrow (y|\bar{z})) \wedge (x \rightarrow (y \rightarrow z))$$
2. Определить фиктивные и существенные переменные функции

$$1100010111111100$$
3. Построить СДНФ и СКНФ функции

$$0101010100001111$$
4. Методом неопределенных коэффициентов построить полином Жегалкина

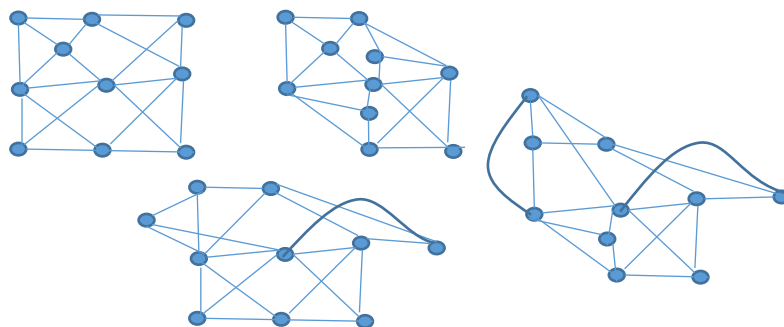
$$01001110$$

Контрольная работа 4

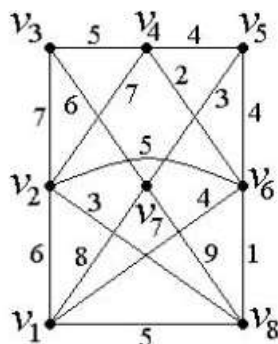
1. Найти все функции $f \in M \cap S$, которые можно получить из вектора заменой символа « $\rightarrow$ » на 0 или 1: (-01-----)
2. Найти число функций f , принадлежащих множеству $A: (T_0 \cup S) \setminus (L \cap (M \setminus T_1))$
3. Доказать, что множество A не пусто: $A = (T_1 \cap T_0) \setminus (L \cup S)$.
4. Выяснить, полна ли система A функций, заданных векторами своих значений: $\{(1010), (01110001), (00110111)\}$

Контрольная работа 5

1. Определить число деревьев с 8 вершинами, у которого две вершины степени три.
2. Перечислите все неориентированные графы без петель, имеющие гамильтонов цикл, 5 вершин.
3. Найти граф с шестью вершинами, который имеет эйлеров цикл, но не имеет гамильтонова цикла.
4. Графы разбить на классы попарно неизоморфных графов



5. Построить матрицу достижимости взвешенного графа и остов минимального веса

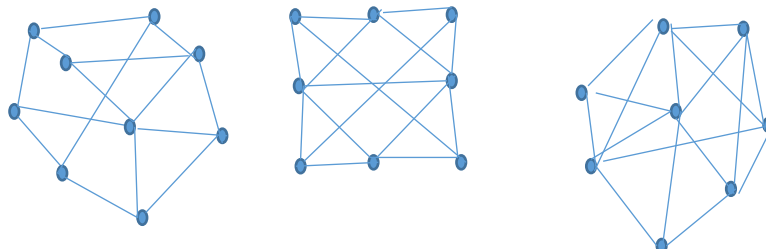


6. Найти компоненты сильной и слабой связности

0	-1	0	0	1	0	0	0	-1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1

0	1	0	0	0	0	-1	-1	0	0
0	0	1	-1	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	-1	0	0	0	0	1
0	0	-1	0	0	1	0	0	1	0
-1	0	0	0	0	-1	0	1	0	0

7. Какие из графов планарны



Контрольная работа 6

- Известно, что для алфавита $A=\{a, b, c, d, e, f\}$ используется суффиксный код $K=\{00, 001, 1011, 11101, 0010, 0111\}$. При передаче сообщения использовался код Хемминга, исправляющий одну ошибку. Получено кодовое сообщение
0 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0 1
Найдите исходное сообщение.
- Построить схему из функциональных элементов в базисе $B=\{\wedge, \vee, \neg\}$, реализующую конечный автомат реализующий функцию $n+m-2$.
- Построить диаграмму Мура для конечного автомата реализующего функцию $2n-4m+3$.

Контрольная работа 7

- Построить ДКА допускающий язык $L=\{w \mid w \text{ содержит подцепочки } 0000 \text{ и } 011\}$
- Построить ε -НКА допускающий язык $L=\{w \mid w \text{ содержит без пересечения две различные подцепочки из множества } \{110, 0011, 1100\}\}$
- Построить регулярное выражение для цепочек допускаемых автоматом

	0	1
*A	B	D
*B	E	B
C	A	D
D	C	A
→E	C	C

- Построить минимальный автомат

	0	1
*A	G	E
→B	D	E
C	A	D
*D	F	E
F	D	A
G	A	A
*E	G	B

Контрольная работа 8

- Выписать регулярное выражение для языка допускаемого следующим ε -НКА:

	0	1	ϵ
$\rightarrow q_0$	q ₁		q ₁ , q ₄
q ₁	q ₁	q ₂ , q ₃	
q ₂	q ₄	q ₂ , q ₃	q ₃
*q ₃	q ₁		q ₃
q ₄	q ₅	q ₄ , q ₆	
q ₅	q ₆	q ₁	
*q ₆	q ₄ , q ₆		

- Определить какие из предложенных языков не являются регулярным. Ответ обосновать.
 - $L_1 = \{w \mid w = (a^m b)^* c^n, m > 0, n > 0\}$
 - $L_2 = \{w \mid w = a^m (b^n c)^*, m < n, n > 0\}$
 - $L_2 = \{w \mid w = (a^m b^k)^* c^k \cap (a, bb)^{2m} (bc)^k, k > m\}$
- Построить КС-грамматику для следующего языка: $0^n 1^{3m-3} \cup 0^n 1^m 0^k, m=n, k>m$
- Постройте МП-автомат допускающий язык: $\{a^i b^j c^k \mid i=k+3j, i \geq 0, j \geq 0\}$
- Определить какие из предложенных языков не являются КС-языком. Ответ обосновать.
 - $L_1 = \{w \mid w = a^m b^n c^k d^s, m > s+2, k > n\}$
 - $L_2 = \{w \mid w = (ab)^m (bc^n c)^* \cup (a^m b^n)^* c^k d^s, m=k, s < m+n\}$
 - $L_2 = \{w \mid w = (a^m b)^k c^* \cup (b^k b, a^m)^* (b, c^m)^k, k > 0, m > 5\}$
- Приведите грамматику к нормальной форме Хомского:

$$S \rightarrow BaA \mid AD \mid DDB$$

$$A \rightarrow aDBc \mid DA \mid a \mid \epsilon$$

$$B \rightarrow cDaB \mid ABBA \mid cABa \mid caD$$

$$D \rightarrow cDc \mid \epsilon \mid aA$$

Вопросы для подготовки к экзамену

- Основные понятия логики высказываний и предикатов. Кванторы.
- Кванторы. Префиксная нормальная форма
- Методы доказательств.
- Множества. Основные понятия. Способы задания.
- Операции над множествами.
- Булеан. Декартово произведение.
- Отношения. Основные определения.
- Свойства бинарных отношений.
- Операции над бинарными отношениями. Замыкание отношений.
- Отношение эквивалентности и отношение порядка.
- Функции. Инъекция, сюръекция и биекция. Ядро функции.
- Мощность множества.
- Комбинаторика. Размещения и перестановки.
- Комбинаторика. Сочетания.
- Полиномиальная формула. Бином Ньютона. Свойства биномиальных коэффициентов.
- Разбиения. Принцип включения и исключения.
- Число сюръективных функций. Формула Стирлинга.
- Подстановки. Инверсии.
- Алгебра логики. Функции алгебры логики.
- Принцип двойственности. Закон двойственности.

21. Нормальные формы: ДНФ, КНФ, СДНФ, СКНФ.
22. Минимизация булевых функций в классе ДНФ.
23. Полнота и замкнутость.
24. Замкнутые классы.
25. Теорема Поста о полноте. Следствия.
26. Виды и способы задания графов
27. Изоморфизм графов
28. Подграфы и части графа. Операции над графами
29. Маршруты. Достижимость. Связность.
30. Расстояния в графах
31. Степени вершин. Обходы графов.
32. Циклы Эйлера и Гамильтона.
33. Остовы графов
34. Фундаментальные циклы
35. Разрезы
36. Раскраски графов
37. Планарные графы
38. Алфавитное кодирование
39. Коды с исправлением r ошибок.
40. Схемы из функциональных элементов. Сумматор. Вычитатель.
41. Схемы из функциональных элементов. Умножение.
42. Ограниченно детерминированные функции. Автомат вычисляющий функцию.
43. Схема из функциональных элементов.
44. Отличимость состояний автоматов вычисляющих функции.
45. Понятие цепочки, языка в заданном алфавите.
46. Детерминированный конечный автомат допускающий цепочки. Язык ДКА.
47. Недетерминированный конечный автомат допускающий цепочки. Язык НКА.
48. Эквивалентность ДКА и НКА.
49. Конечные автоматы с ϵ -переходами. Замыкание. Языки ϵ -НКА.
50. Эквивалентность ДКА и ϵ -НКА.
51. Регулярные выражения. Операторы.
52. Построение регулярного выражения по ДКА.
53. Метод исключения состояния для построения регулярного выражения по ДКА.
54. Построение ϵ -НКА по регулярному выражению.
55. Алгебраические законы для регулярных выражений
56. Проверка истинности алгебраических законов для регулярных выражений
57. Лемма о накачке для регулярных языков
58. Свойство замкнутости регулярных языков
59. Обращение. Гомоморфизм.
60. Минимизация автоматов.
61. Контекстно-свободные грамматики. Вывод. Порождения.
62. Язык, задаваемый КС-грамматикой. Дерево разбора.
63. Эквивалентность вывода, порождения и дерева разбора
64. Неоднозначность в КС-грамматиках
65. Автоматы с магазинной памятью. Конфигурация.
66. Вычисления для МП-автоматов. Языки МП-автоматов.
67. Эквивалентность допускания по пустому магазину и по состоянию
68. Построение МП-автомата по КС-грамматике
69. Построение КС-грамматики по МП-автомату
70. Детерминированные автоматы с магазинной памятью. ДМП-автоматы и КС-грамматики
71. Нормальная форма Хомского. Вычисление порождающих и достижимых символов.

- 72. Нормальная форма Хомского. Удаление ϵ -продукций
- 73. Нормальная форма Хомского. Удаление цепных продукций
- 74. Лемма о накачке КС-языков.

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания выполнения контрольных заданий:

Задание считается выполнено, если:

- студент владеет терминологией
- применен правильный метод решения
- ход рассуждений соответствует логике задания
- допускаются арифметические ошибки.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания самостоятельной работы:

Решения представляются студентами письменной форме в системе Moodle или в аудитории. Срок представления ограничен по времени.

Оценивание результатов самостоятельной работы основывается на качестве выполнения студентом заданий.

Задание считается выполнено, если:

- студент владеет терминологией
- применен правильный метод решения
- ход рассуждений соответствует логике задания
- допускаются арифметические ошибки.

Критерии оценки:

оценка «неудовлетворительно»: решено менее 50% заданий.

оценка «удовлетворительно»: решено менее 75% заданий, но не менее 50% заданий;

оценка «хорошо»: решено более 75% заданий.

оценка «отлично»: решено более 90% заданий.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания контрольной работы:

Решения представляются студентами письменной форме в системе Moodle или в аудитории. Срок выполнения ограничен по времени.

Оценивание основывается на количестве выполненных студентом заданий.

Задание считается выполнено, если:

- студент владеет терминологией
- применен правильный метод решения
- ход рассуждений соответствует логике задания
- допускаются арифметические ошибки.

Критерии оценки:

оценка «неудовлетворительно»: решено менее 50% заданий.

оценка «удовлетворительно»: решено не менее 50% заданий;

оценка «хорошо»: решено более 75% заданий.

оценка «отлично»: решено более 90% заданий.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на зачете:

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является зачет и экзамен. Студенты обязаны получить зачет в соответствии с расписанием и учебным планом

ФОС промежуточной аттестации состоит из тестовых заданий, контрольных заданий и заданий для самостоятельной работы.

Зачет по дисциплине преследует цель оценить работу студента, получение теоретических и практических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Результат сдачи зачета заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Оценивание уровня освоения дисциплины основывается на качестве выполнения студентом тестовых заданий, контрольных заданий и заданий для самостоятельной работы.

Критерии оценки:

оценка «незачет» выставляется в случае выполнения одного из условий:

- самостоятельная работа оценена на «неудовлетворительно»;
- хотя бы по одной из контрольных работ стоит оценка «неудовлетворительно»;
- выполнено менее 60% контрольных заданий.

оценка «зачет» в случае выполнения условий:

- самостоятельная работа оценена не ниже чем на «удовлетворительно»;
- все контрольные работы оценены не ниже чем на «удовлетворительно»;
- выполнено не менее 60% контрольных заданий.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на экзамене:

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является зачет и экзамен. Студенты допускаются к сдаче экзамена, только после получения зачета по дисциплине. Студенты обязаны сдать экзамен в соответствии с расписанием и учебным планом.

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов к экзамену, задач по дисциплине и результатам текущего контроля.

Экзамен по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения экзамена: устно.

Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Результат сдачи экзамена заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Оценивание уровня освоения дисциплины основывается на качестве выполнения студентом заданий текущего контроля и ответов на вопросы экзамена.

Критерии оценки:

оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае выполнения одного из условий:

- непонимание сущности излагаемых вопросов, грубые ошибки в ответе, неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы;

- самостоятельная работа оценена на «неудовлетворительно»;
- хотя бы по одной из контрольных работ стоит оценка «неудовлетворительно».

оценка «удовлетворительно» в случае выполнения условий:

- частично ответил на два вопроса билета или достаточно полно ответил хотя бы на один вопрос;
- самостоятельная работа оценена не ниже чем на «удовлетворительно»;
- все контрольных работы оценены не менее, чем на «удовлетворительно».

оценка «хорошо» в случае выполнения условий:

- достаточно полно ответил на два вопроса билета;
- даны частичные ответы на дополнительные вопросы;
- самостоятельная работа оценена не ниже чем на «хорошо»;
- все контрольных работы оценены не менее, чем на «удовлетворительно»;
- 60% контрольных работ оценены не менее, чем на «хорошо» и «отлично».

оценка «отлично» в случае выполнения условий:

- глубокие исчерпывающие знания по вопросам билета;
- даны правильные и конкретные ответы на дополнительные вопросы;
- самостоятельная работа оценена не ниже, чем на «хорошо»;
- все контрольных работы оценены не менее, чем на «удовлетворительно»;
- 80% контрольных работ оценены не менее, чем на «хорошо» и «отлично».

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 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.

4.4. Методические указания по организации лабораторных работ

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 1-го года обучения.

- Наличие доступа к вычислительным ресурсам (GitLab) и ПО: Python 3.x, библиотеки (NumPy, SymPy, NetworkX).
- Инфраструктура для приёма задач (GitLab CI/CD, автотесты) согласована с лабораторными работами.

Цели, задачи и ожидаемые результаты

Цели:

1. Научить применять методы дискретной математики: логика предикатов, комбинаторика, теория графов.
2. Сформировать навыки алгоритмической реализации дискретных моделей.
3. Привить культуру работы с IT-инфраструктурой (Git, тестирование).

Задачи преподавателя:

- Подготовка плана лабораторных работ.
- Разработка индивидуальных заданий (ИЗ).
- Организация Git-инфраструктуры и написание автотестов.
- Переработка ИЗ по итогам тестирования.

Ожидаемые результаты студентов:

- Умение решать задачи: построение предикатов, анализ графов, минимизация булевых функций.
- Навыки реализации алгоритмов на Python.
- Понимание принципов работы с Git и автотестами.

Порядок реализации

Задача №1: Подготовка плана лабораторных работ

Темы (соответствуют п. 2.3.3 РПД):

1. Основы логики предикатов и методы доказательств.
2. Операции над множествами и отношения.
3. Комбинаторный анализ (размещения, перестановки).
4. Булевы функции и нормальные формы.
5. Алгоритмы на графах (кратчайшие пути, деревья).
6. Кодирование и коды Хэмминга.
7. Конечные автоматы и диаграммы Мура.
8. Регулярные языки и КС-грамматики.

Задача №2: Разработка ИЗ

Пример: Индивидуальное задание 1 (Основы логики предикатов)

Цель: Освоить построение предикатов, методы доказательств (в т.ч. мат. индукцию).

Технологии: Python 3.x, библиотека SymPy.

Длительность: 8 часов (4 часа ЛР, 4 часа СР).

Результат: Код на GitLab + отчёт.

Техническое задание:

1. **Логика предикатов:**
 - Реализуйте функцию проверки выполнимости предиката на заданном множестве.
 - Постройте префиксную нормальную форму для формулы:
 $\forall x \exists y (P(x, y) \rightarrow Q(x))$.
2. **Метод математической индукции:**
 - Докажите формулу суммы первых n натуральных чисел: $S_n = n(n+1)/2$.
 - Реализуйте проверку шага индукции для $n=100$.
3. **Визуализация:**
 - Постройте граф зависимости переменных для предиката.

Проверка автотестами:

python
Copy
Download

```
def test_predicate_logic():  
    assert check_satisfiability("∃x∀y P(x,y)") == True
```

```
def test_induction():  
    assert verify_induction_step(100) is True
```

Контрольные вопросы:

1. Теоретические:
 - Чем квантор всеобщности отличается от квантора существования?
 - Объясните принцип математической индукции.
2. Практические:
 - Напишите код преобразования формулы в ПНФ.
3. Аналитические:
 - Какие ограничения у метода резолюций?

Критерии оценки:

- **Отлично:** Полное выполнение + анализ результатов.
- **Хорошо:** Выполнение без анализа.
- **Удовлетворительно:** Частичное выполнение.
- **Неудовлетворительно:** Невыполнение ключевых этапов.

Порядок проверки корректности

Чек-лист:

- Наличие 8 ИЗ, соответствующих темам РПД.
- Git-инфраструктура с учётными записями студентов.
- Шаблон репозитория с CI/CD (автотесты для 100% программируемых заданий).
- Инструкция по работе с Git:
 - Именованние коммитов: feat: добавить решение задачи 1.2.
 - Требования к коду: документирование функций, PEP-8.
- Автотесты для ИЗ 1-8.
- Пример выполнения ИЗ-эталона.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Ерусалимский, Я.М. Дискретная математика. Теория и практикум : учебник / Я.М. Ерусалимский. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 476 с. - https://e.lanbook.com/book/106869#book_name.
2. Пак, В. Г. Дискретная математика: теория множеств и комбинаторный анализ. Сборник задач : учебное пособие для академического бакалавриата / Пак В. Г. - М. : Юрайт, 2018. - 318 с. - <https://biblio-online.ru/book/E7D74788-0190-4AEA-A44B-58C80091984C>.
3. Баврин, Иван Иванович. Дискретная математика: учебник и задачник : учебник для СПО / И. И. Баврин. - Москва : Юрайт, 2018. - 209 с. - <https://biblio-online.ru/book/46422B2A-1497-4FFD-8A53-143190428418>.
4. Новиков, Федор Александрович. Дискретная математика : для бакалавров и магистров : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Системный анализ и управление" / Ф. А. Новиков. - 3-е изд. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2019. - 493 с. : ил. - (Стандарт третьего поколения) (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 479. - ISBN 978-5-4461-1341-5.

5. Жук, Арсений Сергеевич (КубГУ). Дискретная математика : лабораторный практикум / А. С. Жук, Е. Е. Полупанова ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар : Кубанский государственный университет, 2019. - 104 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 102. - ISBN 978-5-8209-1655-7.

5.2 Дополнительная литература:

1. Вороненко, А. А. Дискретная математика. Задачи и упражнения с решениями : учебно-методическое пособие / А. А. Вороненко, В. С. Федорова. - Москва : ИНФРА-М, 2014. - 104 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - Библиогр.: с. 102. - ISBN 9785160066011 : 152.90.
2. Вороненко, А. А. Дискретная математика. Задачи и упражнения с решениями : учебно-методическое пособие / А. А. Вороненко, В. С. Федорова. - Москва : ИНФРА-М, 2014. - 104 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - Библиогр.: с. 102. - ISBN 9785160066011 : 152.90.
3. Жигалова, Е.Ф. Дискретная математика : учебное пособие / Е.Ф. Жигалова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : Эль Контент, 2014. - 98 с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480497>.
4. Новиков, Федор Александрович. Дискретная математика : для бакалавров и магистров : учебник для студентов вузов / Ф. А. Новиков. - 2-е изд. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2013. - 399 с. - (Учебник для вузов) (Стандарт третьего поколения). - Библиогр.: с. 386-387. - ISBN 9785496000154 : 356.45.
5. Микони, С. В. Дискретная математика для бакалавра: множества, отношения, функции, графы : учебное пособие / С. В. Микони. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 192 с. - <https://e.lanbook.com/book/4316>.
6. Шептунов, Максим Валерьевич. Дискретная математика для бакалавриата : учебное пособие для использования в учебном процессе образовательных организаций, реализующих программы высшего образования по направлениям подготовки 10.03.01 - "Информационная безопасность", 09.03.03 - "Прикладная информатика", 38.03.05 - "Бизнес-информатика" (уровень бакалавриата) / М. В. Шептунов. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. - 114 с. : ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-9912-0659-4.

5.3. Периодические издания:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

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

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

6. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
7. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>
8. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
9. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
10. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных

18. Scopus <http://www.scopus.com/>
19. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
20. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>

21. [Научная электронная библиотека \(НЭБ\)](http://www.elibrary.ru/) <http://www.elibrary.ru/>
22. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
23. [Национальная электронная библиотека](https://rusneb.ru/) (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
24. [Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина](https://www.prilib.ru/) <https://www.prilib.ru/>
25. [База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных \(CCDC\)](https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
26. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
27. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
28. Nature Journals: <https://www.nature.com/>
29. Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
30. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
31. Nano Database: <https://nano.nature.com/>
32. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
33. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
34. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы

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

Ресурсы свободного доступа

10. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
11. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
12. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
13. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
14. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
15. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
16. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
17. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
18. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
19. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
20. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
21. [Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety) http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

4. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
5. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
6. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
7. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
8. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий [http://mschool.kubsu.ru/](http://mschool.kubsu.ru;)

9. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
10. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

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

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал. В ходе лекционных занятий разбираются элементы теории и практики дискретной математики, приводятся примеры решения задач, проводится анализ наиболее распространенных ошибок. После прослушивания лекции рекомендуется выполнить упражнения, приводимые в аудитории для самостоятельной работы.

По курсу предусмотрено проведение лабораторных занятий, на которых дается прикладной систематизированный материал. В ходе занятий разбираются методы решений задач по темам. После занятия рекомендуется выполнить упражнения, приводимые для самостоятельной работы.

При самостоятельной работе студентов необходимо изучить литературу, приведенную в перечнях выше, для осмысления вводимых понятий, анализа предложенных подходов и методов дискретной математики. При решении новой задачи студент должен уметь выбрать метод решения и его обоснование.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине. В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки работы с дискретными объектами.

Используются активные, инновационные образовательные технологии, которые способствуют развитию общекультурных, общепрофессиональных компетенций и профессиональных компетенций обучающихся:

- проблемное обучение;
- разноуровневое обучение;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа);
- информационно- коммуникационные технологии.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методическим обеспечением курсовой работы студентов являются:

1. учебная литература;
2. нормативные документы ВУЗа;
3. методические разработки для студентов.

Самостоятельная работа студентов включает:

- оформление итогового отчета (пояснительной записки).
- анализ нормативно-методической базы организации;
- анализ научных публикации по заранее определённой теме;
- анализ и обработку информации;
- работу с научной, учебной и методической литературой,
- работа с конспектами лекций, ЭБС.

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 профессионального образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Кубанский государственный университет» по направлению подготовки.

2. Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный университет».
3. Общие требования к построению, содержанию, оформлению и утверждению рабочей программы дисциплины Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.
4. Методические рекомендации по содержанию, оформлению и применению образовательных технологий и оценочных средств в учебном процессе, основанном на Федеральном государственном образовательном стандарте.
5. Учебный план основной образовательной программы по направлению подготовки.
6. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки.

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.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий

- Компьютерное тестирование представленных программ.
- Консультирование, раздача заданий для самостоятельной работы посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении лекционных занятий.
- Использование лекционных материалов в электронном виде
- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении лекционных занятий
- Система MOODLE
- Проверка домашних заданий и консультирование посредством ЭОИС КубГУ

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

OpenOffice
GIT(GitLab)
Yandex Browser
Mozilla Firefox
Google Chrome
Python 3.x, библиотеки (NumPy, SymPy, NetworkX).

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
6.	Лекционные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
7.	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, проектором, программным обеспечением
8.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
9.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
10.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.18 «Основы программирования»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Формирование у студентов навыков программирования на C++ с акцентом на базовые конструкции языка, работу с памятью, структурами данных и основами объектно-ориентированного программирования (ООП), необходимых для дальнейшего изучения алгоритмов и машинного обучения.

1.2 Задачи дисциплины

Освоение синтаксиса C++: переменные, операторы, управляющие конструкции.

Изучение указателей, ссылок, динамического управления памятью.

Работа с массивами, строками, структурами данных (векторы, списки).

Основы ООП: классы, инкапсуляция, наследование, полиморфизм.

Разработка и отладка программ с использованием современных IDE.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы программирования» относится к «Обязательная часть» Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

1.4 Профессиональные роли в структуре образовательной программы

Роль 1: Data Analyst (Аналитик данных)

Задачи:

1. Статистический анализ, визуализация данных, предварительная обработка.

2. Создание прогнозных моделей

3. Построение аналитических моделей для поддержки бизнес-решений.

Роль 2: MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)

Задачи:

1. DevOps для ML.
2. Автоматизация, мониторинг ML-систем.
3. Операционное управление жизненным циклом ML-моделей.

Роль 3: AI PM (Менеджер проектов ИИ)

Задачи:

1. Управление ИИ-проектами от идеи до внедрения
2. Анализ бизнес-требований и постановка задач
3. Оценка эффективности и ROI ИИ-решений

1.5 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

ОПК-2 **Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач**

ОПК-2.1 ***Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области, выявлению требований к реализации алгоритмов решения прикладных задач***

Знать Основы системного анализа и принципы декомпозиции сложных задач. Методы формализации требований к программным системам. Критерии выбора алгоритмов для решения прикладных задач

Уметь Анализировать предметную область и выделять ключевые сущности. Формулировать требования к алгоритмам на основе анализа задачи. Сравнивать и выбирать оптимальные алгоритмы для реализации.

Владеть Навыками системного проектирования программных решений. Методами оценки эффективности алгоритмов. Техниками документирования требований и проектных решений.

ОПК-2.2 ***Применяет современный математический аппарат при построении моделей в различных областях человеческой деятельности***

Знать Основные классы математических моделей (детерминированные, стохастические, дискретные, непрерывные). Современные методы математического моделирования (машинное обучение, оптимизация, теория игр). Математические основы выбранной предметной области (физика, экономика, биология и др.)

Уметь Формализовывать прикладные задачи в терминах математических моделей. Выбирать и адаптировать математические методы для конкретных практических задач. Критически оценивать адекватность и ограничения построенных моделей

Владеть Навыками реализации математических моделей с использованием современных вычислительных инструментов. Методами верификации и валидации математических моделей. Техниками визуализации и интерпретации результатов моделирования

ОПК-3	Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности
ОПК-3.1	<i>Способен осуществлять поиск и анализ информации на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</i>
Знать	Основы информационного поиска: Принципы работы поисковых систем (Google, научные базы данных). Критерии оценки достоверности источников. Основные платформы для поиска технической документации (GitHub). Библиографическая культура: Правила цитирования и оформления ссылок. Виды источников (учебники, научные статьи, официальная документация). Информационная безопасность: Основные угрозы (вирусы, фишинг, утечка данных). Принципы безопасной работы в интернете
Уметь	Работа с информацией: Формулировать поисковые запросы для решения задач по программированию. Анализировать и сравнивать информацию из разных источников. Выделять ключевые идеи в технической документации. Использование ИКТ: Применять специализированные ресурсы для программистов (GitHub, онлайн-компиляторы). Работать с системами контроля версий (базовые команды Git). Безопасность: Создавать надежные пароли. Распознавать потенциально опасные ресурсы
Владеть	Навыками поиска: Эффективный поиск решений типовых задач на C++. Поиск и анализ примеров кода. Методами обработки информации: Конспектирование ключевых моментов. Сравнительный анализ разных подходов к решению задачи. Базовыми практиками безопасности: Безопасное хранение паролей. Проверка скачиваемых файлов
ОПК-3.2	<i>Ориентируется в современных положениях и концепциях прикладной математики и программного обеспечения</i>
Знать	Основы прикладной математики: элементы линейной алгебры (матрицы, векторы), Основы математического анализа (производные, интегралы), Простейшие численные методы. Базовые концепции ПО: Основные парадигмы программирования (ООП, процедурное), Принципы работы алгоритмов (сложность, эффективность), Основные структуры данных (массивы, списки, деревья)
Уметь	Применять простейшие математические методы в программах. Реализовывать базовые алгоритмы на языке программирования. Анализировать простые технические задания. Работать с учебной литературой и документацией
Владеть	Навыками реализации математических формул в коде. Основными приемами отладки программ. Простейшими методами оптимизации кода
ОПК-7	Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
ОПК-7.1	<i>Разрабатывает эффективные алгоритмы, формализует задачи и оценивает сложность</i>

Знать	Основные структуры данных (массивы, списки, деревья). Базовые алгоритмы (поиск, сортировка, обход графов). Принципы оценки сложности (О-нотация). Методы формализации задач (псевдокод, блок-схемы)
Уметь	Формализовывать условие задачи в терминах алгоритмов. Выбирать оптимальные структуры данных для решения. Реализовывать базовые алгоритмы на C++. Оценивать время работы и память алгоритмов.
Владеть	Навыками разработки простых алгоритмов. Методами анализа эффективности решений. Техникой оптимизации кода. Практикой документирования алгоритмов
ОПК-7.2	<i>Реализует программный код на выбранном языке программирования, соответствующий стандартам качества и готовый к интеграции в реальные системы</i>
Знать	Синтаксис и базовые конструкции C++ (циклы, условия, функции). Основные принципы ООП (классы, инкапсуляция). Стандарты оформления кода (именование, отступы, комментарии). Основы работы с системами контроля версий (Git)
Уметь	Писать читаемый и структурированный код. Реализовывать простые алгоритмы и структуры данных. Тестировать и отлаживать программы. Работать с базовыми возможностями стандартной библиотеки
Владеть	Навыками написания чистого кода. Основными приемами отладки. Техникой документирования кода
PL-3	Способен применять языки программирования C/C++ для решения задач в области ИИ
PL-3.1	<i>"Осуществляет выбор инструментов разработки на языке C/C++, приемлемых для создания прикладной системы ИИ с заданными требованиями</i>
PL-3.2	<i>Разрабатывает и отлаживает прикладные решения с элементами ИИ с использованием языка программирования C/C++</i>

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач. ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)					
		1					
Контактная работа, в том числе:	124,5	124,5					
Аудиторные занятия (всего):	118	118					
Занятия лекционного типа	50	50					
Лабораторные занятия	68	68					
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)							
Иная контактная работа:	6,5	6,5					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	6					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,5					
Самостоятельная работа, в том числе:	55,8	55,8					

Курсовая работа							
Проработка учебного (теоретического) материала		25,8	25,8				
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		30	30				
Реферат							
Подготовка к текущему контролю							
Контроль:		35,7	35,7				
Подготовка к экзамену		35,7	35,7				
Общая трудоемкость	час.	216	216				
	в том числе контактная работа	124,5	124,5				
	зач. ед	6	6				

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 1 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение в C++. Базовый синтаксис	32	10		12	10
2.	Управляющие конструкции, функции	34	10		14	10
3.	Указатели, ссылки, динамическая память.	32	10		12	10
4.	Массивы, матрицы	30	8		12	10
5.	Строки	20	4		8	8
6.	Структуры	17,8	6		8	5,8
7.	Введение в ИИ	6	2		2	2
ИТОГО по разделам дисциплины		173,8	50		68	55,8
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5				
Подготовка к текущему контролю		35,7				
Общая трудоемкость по дисциплине		216				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение в C++. Базовый синтаксис	Основные типы данных, их размеры. Операторы ввода/вывода, форматирование. Область видимости переменных. Преобразование типов.	К
2.	Управляющие конструкции, функции	Условные операторы (if-else, switch-case). Циклы (for, while, do-while). Функции: передача параметров, возврат значений. Рекурсия. Перегрузка функций.	К

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
3.	Указатели, ссылки, динамическая память.	Указатели: арифметика, разыменование. Ссылки (отличие от указателей). Динамическая память (new, delete). Умные указатели (unique_ptr, shared_ptr). Способы передачи параметров в функции.	К, РЗ
4.	Массивы, матрицы	Одномерные и многомерные массивы. Контейнер vector: методы, преимущества. Алгоритмы обработки массивов.	К, РЗ
5.	Строки	Строки в стиле С (char[]) и С++ (std::string)	К, РЗ
6.	Структуры	Структуры (struct) и их использование.	К, РЗ
7.	Введение с ИИ	Использование библиотеки FastAI (упрощённый интерфейс для С++) для решения задачи классификации.	РЗ

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение в С++. Базовый синтаксис	ЛБ1 Основы программирования на С++	ЛР
2.	Управляющие конструкции, функции	ЛБ2 Условные операторы и циклы. ЛБ3 Функции и рекурсия	ЛР
3.	Указатели, ссылки, динамическая память.	ЛБ4 Работа с указателями и ссылками. ЛБ5 Умные указатели и передача параметров	ЛР
4.	Массивы, матрицы	ЛБ6 Одномерные и двумерные массивы.	ЛР
5.	Строки	ЛБ7 Строки и STL-контейнеры	ЛР
6.	Структуры	ЛБ 8 Обработка структур	ЛР
7.	Введение с ИИ	ЛБ 9 Введение в ИИ с помощью простой библиотеки на С++	ЛР

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрено

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019
2	Решение задач	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

– Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.

– Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.

– Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.

– Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:

- Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.
- Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.
- Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностно-ориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.
- Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.
- Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.
- Игровая технология – позволяет развивать навыки рассмотрения ряда возможных способов решения проблем, активизируя мышление студентов и раскрывая личностный потенциал каждого учащегося.
- Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

- работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;
- проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;
- анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;
- развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	количество интерактивных часов
	ЛР	Практические занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»	18
Итого			18

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

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.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4. Оценочные и методические материалы

4.3 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «название дисциплины».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме заданий по темам, коллоквиума и контрольным работам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий **к экзамену и зачету**.

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.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
33	Введение в С++. Базовый синтаксис	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, РЛ-3.1, РЛ-3.2	Типовые контрольные задания 1-7	Вопрос на экзамене 1-5
34	Управляющие конструкции, функции	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, РЛ-3.1, РЛ-3.2	Типовые контрольные задания 8-14	Вопрос на экзамене 6-10
35	Указатели, ссылки, динамическая память.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, РЛ-3.1, РЛ-3.2	Типовые контрольные задания 15-23	Вопрос на экзамене 11-15
36	Массивы, матрицы	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, РЛ-3.1, РЛ-3.2	Типовые контрольные задания 24-28, 45-62	Вопрос на экзамене 16-17, 19
37	Строки	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, РЛ-3.1, РЛ-3.2	Типовые контрольные задания 29-35	Вопрос на экзамене 18
38	Структуры	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, РЛ-3.1, РЛ-3.2	Типовые контрольные задания 42-44	Вопрос на экзамене 20
39	Введение в ИИ	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, РЛ-3.1, РЛ-3.2	Типовые контрольные задания 63	Вопрос на экзамене 21

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Соответствие **пороговому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **удовлетворительно /зачтено**):

ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

ОПК-2.1 *Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области, выявлению требований к реализации алгоритмов решения прикладных задач*

Знать Основы системного анализа и принципы декомпозиции сложных задач. Методы формализации требований к программным системам. Критерии выбора алгоритмов для решения прикладных задач

Уметь	Анализировать предметную область и выделять ключевые сущности. Формулировать требования к алгоритмам на основе анализа задачи. Сравнить и выбрать оптимальные алгоритмы для реализации.
Владеть	Навыками системного проектирования программных решений. Методами оценки эффективности алгоритмов. Техниками документирования требований и проектных решений.
ОПК-2.2	<i>Применяет современный математический аппарат при построении моделей в различных областях человеческой деятельности</i>
Знать	Основные классы математических моделей (детерминированные, стохастические, дискретные, непрерывные). Современные методы математического моделирования (машинное обучение, оптимизация, теория игр). Математические основы выбранной предметной области (физика, экономика, биология и др.)
Уметь	Формализовывать прикладные задачи в терминах математических моделей. Выбирать и адаптировать математические методы для конкретных практических задач. Критически оценивать адекватность и ограничения построенных моделей
Владеть	Навыками реализации математических моделей с использованием современных вычислительных инструментов. Методами верификации и валидации математических моделей. Техниками визуализации и интерпретации результатов моделирования
ОПК-3	Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности
ОПК-3.1	<i>Способен осуществлять поиск и анализ информации на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</i>
Знать	Основы информационного поиска: Принципы работы поисковых систем (Google, научные базы данных). Критерии оценки достоверности источников. Основные платформы для поиска технической документации (GitHub). Библиографическая культура: Правила цитирования и оформления ссылок. Виды источников (учебники, научные статьи, официальная документация). Информационная безопасность: Основные угрозы (вирусы, фишинг, утечка данных). Принципы безопасной работы в интернете
Уметь	Работа с информацией: Формулировать поисковые запросы для решения задач по программированию. Анализировать и сравнивать информацию из разных источников. Выделять ключевые идеи в технической документации. Использование ИКТ: Применять специализированные ресурсы для программистов (GitHub, онлайн-компиляторы). Работать с системами контроля версий (базовые команды Git). Безопасность: Создавать надежные пароли. Распознавать потенциально опасные ресурсы
Владеть	Навыками поиска: Эффективный поиск решений типовых задач на C++. Поиск и анализ примеров кода. Методами обработки информации:

Конспектирование ключевых моментов. Сравнительный анализ разных подходов к решению задачи. Базовыми практиками безопасности: Безопасное хранение паролей. Проверка скачиваемых файлов

ОПК-3.2 *Ориентируется в современных положениях и концепциях прикладной математики и программного обеспечения*

Знать Основы прикладной математики: элементы линейной алгебры (матрицы, векторы), Основы математического анализа (производные, интегралы), Простейшие численные методы. Базовые концепции ПО: Основные парадигмы программирования (ООП, процедурное), Принципы работы алгоритмов (сложность, эффективность), Основные структуры данных (массивы, списки, деревья)

Уметь Применять простейшие математические методы в программах. Реализовывать базовые алгоритмы на языке программирования. Анализировать простые технические задания. Работать с учебной литературой и документацией

Владеть Навыками реализации математических формул в коде. Основными приемами отладки программ. Простейшими методами оптимизации кода

ОПК-7 **Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения**

ОПК-7.1 *Разрабатывает эффективные алгоритмы, формализует задачи и оценивает сложность*

Знать Основные структуры данных (массивы, списки, деревья). Базовые алгоритмы (поиск, сортировка, обход графов). Принципы оценки сложности (О-нотация). Методы формализации задач (псевдокод, блок-схемы)

Уметь Формализовывать условие задачи в терминах алгоритмов. Выбирать оптимальные структуры данных для решения. Реализовывать базовые алгоритмы на C++. Оценивать время работы и память алгоритмов.

Владеть Навыками разработки простых алгоритмов. Методами анализа эффективности решений. Техник оптимизации кода. Практикой документирования алгоритмов

ОПК-7.2 *Реализует программный код на выбранном языке программирования, соответствующий стандартам качества и готовый к интеграции в реальные системы*

Знать Синтаксис и базовые конструкции C++ (циклы, условия, функции). Основные принципы ООП (классы, инкапсуляция). Стандарты оформления кода (именование, отступы, комментарии). Основы работы с системами контроля версий (Git)

Уметь Писать читаемый и структурированный код. Реализовывать простые алгоритмы и структуры данных. Тестировать и отлаживать программы. Работать с базовыми возможностями стандартной библиотеки

Владеть Навыками написания чистого кода. Основными приемами отладки. Техник документирования кода

PL-3 **Способен применять языки программирования C/C++ для решения задач в области ИИ**

PL-3.1 *Осуществляет выбор инструментов разработки на языке C/C++, приемлемых для создания прикладной системы ИИ с заданными требованиями*

Знает основы синтаксиса языка.
Знает общие принципы параллельных вычислений и понимает проблемы, возникающие при распараллеливании алгоритмов.
Проводит распараллеливание простого алгоритма с применением OpenMP, стандартных библиотек C/C++ или др.

PL-3.2 *Разрабатывает и отлаживает прикладные решения с элементами ИИ с использованием языка программирования C/C++*

Знает основы синтаксиса языка, основы построения систем ИИ.
Пишет небольшие программы для обработки данных.
Понимает возможности и ограничения встроенных систем.

Соответствие **базовому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **хорошо /зачтено**):

ОПК-2 *Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач*

ОПК-2.1 *Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области, выявлению требований к реализации алгоритмов решения прикладных задач*

Знать Основы системного анализа и принципы декомпозиции сложных задач. Методы формализации требований к программным системам. Критерии выбора алгоритмов для решения прикладных задач

Уметь Качественно анализировать предметную область и выделять ключевые сущности. Формулировать требования к алгоритмам на основе анализа задачи. Сравнивать и выбирать оптимальные алгоритмы для реализации.

Владеть Навыками современного системного проектирования программных решений. Методами оценки эффективности алгоритмов. Техниками документирования требований и проектных решений.

ОПК-2.2 *Применяет современный математический аппарат при построении моделей в различных областях человеческой деятельности*

Знать Основные классы математических моделей (детерминированные, стохастические, дискретные, непрерывные). Современные методы математического моделирования (машинное обучение, оптимизация, теория игр). Математические основы выбранной предметной области (физика, экономика, биология и др.)

Уметь Качественно формализовывать прикладные задачи в терминах математических моделей. Выбирать и адаптировать математические методы для конкретных практических задач. Критически оценивать адекватность и ограничения построенных моделей

Владеть	Навыками реализации математических моделей с использованием современных вычислительных инструментов. Методами верификации и валидации математических моделей. Техниками визуализации и интерпретации результатов моделирования
ОПК-3	Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности
ОПК-3.1	<i>Способен осуществлять поиск и анализ информации на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</i>
Знать	Основы информационного поиска: современные принципы работы поисковых систем (Google, научные базы данных). Критерии оценки достоверности источников. Современные платформы для поиска технической документации (GitHub). Библиографическая культура: Правила цитирования и оформления ссылок. Виды источников (учебники, научные статьи, официальная документация). Информационная безопасность: Основные угрозы (вирусы, фишинг, утечка данных). Принципы безопасной работы в интернете
Уметь	Работа с информацией: Формулировать поисковые запросы для решения задач по программированию. Анализировать и сравнивать информацию из разных источников. Выделять ключевые идеи в технической документации. Использование ИКТ: качественно применять специализированные ресурсы для программистов (GitHub, онлайн-компиляторы). Работать с системами контроля версий (базовые команды Git). Безопасность: Создавать надежные пароли. Распознавать потенциально опасные ресурсы
Владеть	Навыками поиска: Эффективный поиск решений типовых задач на C++. Качественный поиск и анализ примеров кода. Методами обработки информации: Конспектирование ключевых моментов. Сравнительный анализ разных подходов к решению задачи. Базовыми практиками безопасности: Безопасное хранение паролей. Проверка скачиваемых файлов
ОПК-3.2	<i>Ориентируется в современных положениях и концепциях прикладной математики и программного обеспечения</i>
Знать	Основы прикладной математики: элементы линейной алгебры (матрицы, векторы), Основы математического анализа (производные, интегралы), Простейшие численные методы. Базовые концепции ПО: Основные парадигмы программирования (ООП, процедурное), Принципы работы алгоритмов (сложность, эффективность), Основные структуры данных (массивы, списки, деревья)
Уметь	Применять современные математические методы в программах. Реализовывать базовые алгоритмы на языке программирования. Анализировать простые технические задания. Работать с учебной литературой и документацией

Владеть	Навыками качественной реализации математических формул в коде. Основными приемами отладки программ. Простейшими методами оптимизации кода
ОПК-7	Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
ОПК-7.1	<i>Разрабатывает эффективные алгоритмы, формализует задачи и оценивает сложность</i>
Знать	Основные структуры данных (массивы, списки, деревья). Базовые алгоритмы (поиск, сортировка, обход графов). Принципы оценки сложности (О-нотация). Современные методы формализации задач (псевдокод, блок-схемы)
Уметь	Качественно формализовывать условие задачи в терминах алгоритмов. Выбирать оптимальные структуры данных для решения. Реализовывать базовые алгоритмы на C++. Оценивать время работы и память алгоритмов.
Владеть	Навыками разработки простых алгоритмов. Методами анализа эффективности решений. Техник оптимизации кода. Практикой документирования алгоритмов
ОПК-7.2	<i>Реализует программный код на выбранном языке программирования, соответствующий стандартам качества и готовый к интеграции в реальные системы</i>
Знать	Синтаксис и базовые конструкции C++ (циклы, условия, функции). Основные принципы ООП (классы, инкапсуляция). Стандарты оформления кода (именование, отступы, комментарии). Основы работы с системами контроля версий (Git)
Уметь	Писать качественный читаемый и структурированный код. Реализовывать простые алгоритмы и структуры данных. Тестировать и отлаживать программы. Работать с базовыми возможностями стандартной библиотеки
Владеть	Навыками написания чистого кода. Современными приемами отладки. Техник документирования кода
PL-3	Способен применять языки программирования C/C++ для решения задач в области ИИ
PL-3.1	<i>Осуществляет выбор инструментов разработки на языке C/C++, приемлемых для создания прикладной системы ИИ с заданными требованиями</i>
	Знает основы синтаксиса языка. Знает общие принципы параллельных вычислений и понимает проблемы, возникающие при распараллеливании алгоритмов. Проводит распараллеливание простого алгоритма с применением OpenMP, стандартных библиотек C/C++ или др.
PL-3.2	<i>Разрабатывает и отлаживает прикладные решения с элементами ИИ с использованием языка программирования C/C++</i>
	Знает основы синтаксиса языка, основы построения современных систем ИИ. Пишет программы для обработки данных. Понимает возможности и ограничения встроенных систем.

Соответствие **продвинутому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **отлично /зачтено**):

ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

ОПК-2.1 *Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области, выявлению требований к реализации алгоритмов решения прикладных задач*

Знать Основы системного анализа и принципы декомпозиции сложных задач. Методы формализации требований к программным системам. Критерии выбора алгоритмов для решения прикладных задач

Уметь Анализировать на высоком уровне предметную область и выделять ключевые сущности. Формулировать требования к алгоритмам на основе анализа задачи. Сравнить и выбрать оптимальные алгоритмы для реализации.

Владеть Навыками системного проектирования программных решений. Методами оценки эффективности алгоритмов. Техниками документирования требований и проектных решений.

ОПК-2.2 *Применяет современный математический аппарат при построении моделей в различных областях человеческой деятельности*

Знать Основные классы математических моделей (детерминированные, стохастические, дискретные, непрерывные). Современные методы математического моделирования (машинное обучение, оптимизация, теория игр). Математические основы выбранной предметной области (физика, экономика, биология и др.)

Уметь Формализовывать на высоком уровне прикладные задачи в терминах математических моделей. Выбирать и адаптировать математические методы для конкретных практических задач. Критически оценивать адекватность и ограничения построенных моделей

Владеть Навыками реализации математических моделей с использованием современных вычислительных инструментов. Методами верификации и валидации математических моделей. Техниками визуализации и интерпретации результатов моделирования

ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности

ОПК-3.1 *Способен осуществлять поиск и анализ информации на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности*

Знать Основы информационного поиска: Принципы работы поисковых систем (Google, научные базы данных). Критерии оценки достоверности источников. Основные платформы для поиска технической документации (GitHub). Библиографическая культура: Правила цитирования и оформления ссылок. Виды источников (учебники, научные статьи, официальная

документация). Информационная безопасность: Основные угрозы (вирусы, фишинг, утечка данных). Принципы безопасной работы в интернете

Уметь Работа с информацией: Формулировать поисковые запросы для решения задач по программированию на высоком уровне. Анализировать и сравнивать информацию из разных источников. Выделять ключевые идеи в технической документации. Использование ИКТ: Применять на высоком уровне специализированные ресурсы для программистов (GitHub, онлайн-компиляторы). Работать с системами контроля версий (базовые команды Git). Безопасность: Создавать надежные пароли. Распознавать потенциально опасные ресурсы

Владеть Навыками поиска: Эффективный поиск решений типовых задач на C++. Поиск и анализ примеров кода на высоком уровне. Методами обработки информации: Конспектирование ключевых моментов. Сравнительный анализ разных подходов к решению задачи на высоком уровне. Базовыми практиками безопасности: Безопасное хранение паролей. Проверка скачиваемых файлов

ОПК-3.2 *Ориентируется в современных положениях и концепциях прикладной математики и программного обеспечения*

Знать Основы прикладной математики: элементы линейной алгебры (матрицы, векторы), Основы математического анализа (производные, интегралы), Простейшие численные методы. Базовые концепции ПО: Основные парадигмы программирования (ООП, процедурное), Принципы работы алгоритмов (сложность, эффективность), Основные структуры данных (массивы, списки, деревья)

Уметь Применять простейшие математические методы в программах на высоком уровне. Реализовывать базовые алгоритмы на языке программирования на высоком уровне. Анализировать простые технические задания на высоком уровне. Работать с учебной литературой и документацией

Владеть Навыками реализации математических формул в коде на высоком уровне. Основными приемами отладки программ. Простейшими методами оптимизации кода

ОПК-7 **Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения**

ОПК-7.1 *Разрабатывает эффективные алгоритмы, формализует задачи и оценивает сложность*

Знать Основные структуры данных (массивы, списки, деревья). Базовые алгоритмы (поиск, сортировка, обход графов). Принципы оценки сложности (О-нотация). Методы формализации задач (псевдокод, блок-схемы)

Уметь Формализовывать на высоком уровне условие задачи в терминах алгоритмов. Выбирать оптимальные структуры данных для решения. Реализовывать базовые алгоритмы на C++. Оценивать на высоком уровне время работы и память алгоритмов.

Владеть	Навыками разработки простых алгоритмов. Методами анализа эффективности решений. Техникой оптимизации кода. Практикой документирования алгоритмов
ОПК-7.2	<i>Реализует программный код на выбранном языке программирования, соответствующий стандартам качества и готовый к интеграции в реальные системы</i>
Знать	Синтаксис и базовые конструкции C++ (циклы, условия, функции). Основные принципы ООП (классы, инкапсуляция). Стандарты оформления кода (именование, отступы, комментарии). Основы работы с системами контроля версий (Git)
Уметь	Писать на высоком уровне читаемый и структурированный код. Реализовывать простые алгоритмы и структуры данных. Тестировать и отлаживать программы. Работать с базовыми возможностями стандартной библиотеки на высоком уровне
Владеть	Навыками написания чистого кода. Основными приемами отладки. Техникой документирования кода
PL-3	Способен применять языки программирования C/C++ для решения задач в области ИИ
PL-3.1	<i>Осуществляет выбор инструментов разработки на языке C/C++, приемлемых для создания прикладной системы ИИ с заданными требованиями</i> Знает на высоком уровне основы синтаксиса языка. Знает общие принципы параллельных вычислений и понимает проблемы, возникающие при распараллеливании алгоритмов. Проводит распараллеливание простого алгоритма с применением OpenMP, стандартных библиотек C/C++ или др.
PL-3.2	<i>Разрабатывает и отлаживает прикладные решения с элементами ИИ с использованием языка программирования C/C++</i> Знает на высоком уровне основы синтаксиса языка, основы построения систем ИИ. Пишет программы для обработки данных с выбором эффективных структур данных. Понимает возможности и ограничения встроенных систем.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Типовые контрольные задания

1. Дана последовательность из N целых чисел. Найти количество положительных трехзначных чисел, не оканчивающихся на 5.
2. Дана последовательность из N целых чисел. Найти сумму модулей отрицательных чисел. Если таких нет, сообщить об этом.
3. Дана последовательность из N целых чисел. Найти произведение индексов нечетных чисел.
4. Дана последовательность из N целых чисел. Верно ли, что последовательность является возрастающей.
5. Дана последовательность из N целых чисел. Найти сумму чисел, оканчивающихся на 5, перед которыми идет четное число.
6. Дана последовательность целых чисел, оканчивающаяся числом 0. Найти сумму положительных двузначных чисел, за которыми идет оканчивающееся на 11 число.

7. Дана последовательность целых чисел, оканчивающаяся числом 0. Найти количество троек соседних элементов, где каждое следующее число больше предыдущего.
8. Дана последовательность из N целых чисел. Найти порядковые номера двух соседних элементов, сумма которых максимальна.
9. Вычислить
$$\sum_{k=1}^N \frac{(-1)^{k+1}(4+k!)}{y^{k+3}}$$
10. Вычислить
$$\sum_{k=1}^N \frac{(-1)^{k+1}(y^{2k}+1)}{2^{2k-1}+(k+1)!}$$
11. Вычислить $e^y = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{y^k}{k!}$ с заданной точностью
12. Дана последовательность из N целых чисел. Найти произведение индексов простых чисел.
13. Дана последовательность из N целых чисел. Найти количество чисел с четной суммой цифр.
14. Дана последовательность целых чисел, оканчивающаяся числом 0. Найти количество чисел, в записи которых нет нулей.
15. Дана последовательность целых чисел, оканчивающаяся числом 0. Найти произведение чисел, в записи которых количество единиц и двоек нечетно, а до таких чисел следует отрицательное число.
16. Дан массив целых чисел. Найти количество положительных элементов, расположенных на позициях не кратных 3.
17. Дан массив целых чисел. Найти сумму элементов, у которых последняя и предпоследняя цифры равны.
18. Дан массив целых чисел. Заменить отрицательные элементы на сумму индексов двузначных элементов массива.
19. Дан массив целых чисел. Найти количество пар соседних элементов, где первый элемент вдвое больше второго.
20. Дан массив целых чисел. Верно ли, что массив является знакоперевающимся.
21. Дан массив целых чисел. Верно ли, что массив является симметричным.
22. Дан массив целых чисел. Найти сумму непростых элементов, расположенных на простых позициях.
23. Дан массив целых чисел. Найти произведение элементов, в записи которых нет нулей.
24. Дан массив целых чисел. Заменить на максимальный элемент все элементы, у которых число четных делителей больше двух.
25. Дан массив целых чисел. Увеличить все элементы, в записи которых только цифры «2», «3» и «5» на количество совершенных элементов массива.
26. Дан массив целых чисел. Найти сумму элементов, являющихся числами Фибоначчи и расположенных на четных позициях.
27. Дан массив целых чисел. Заменить каждый несовершенный элемент массива на количество его нечетных цифр.
28. Дана квадратная матрица целых чисел. Найти сумму модулей отрицательных элементов, расположенных ниже главной диагонали.
29. Дана квадратная матрица целых чисел. Найти количество делящихся на 3 элементов, расположенных на побочной диагонали.
30. Дана квадратная матрица целых чисел. Найти наименьший элемент побочной диагонали.
31. Дана квадратная матрица целых чисел. Заменить элементы, лежащие выше побочной диагонали на количество положительных элементов главной диагонали.

32. Дана квадратная матрица целых чисел. Увеличить нечетные элементы побочной диагонали на сумму индексов элементов, лежащих ниже главной диагонали.
33. Дана квадратная матрица целых чисел. Найти сумму непростых элементов, расположенных ниже побочной диагонали.
34. Дана квадратная матрица целых чисел. Найти количество элементов, имеющих четную сумму цифр и расположенных ниже главной диагонали.
35. Дана квадратная матрица целых чисел. Заменить нулем элементы главной диагонали, у которых больше двух нечетных делителя (исключая 1 и само число).
36. Дана квадратная матрица целых чисел. Найти наибольший элемент главной диагонали, в записи которого есть цифры «2» и «3».
37. Дана неквадратная матрица целых чисел. Сформировать одномерный массив, элемент которого равен сумме модулей отрицательных элементов каждой строки.
38. Дана неквадратная матрица целых чисел. Сформировать одномерный логический массив, элемент которого равен true, если в строке нет положительных элементов. Иначе равен false.
39. Дана неквадратная матрица целых чисел. Поменять местами первую строку и строку с максимальным элементом.
40. Дана неквадратная матрица целых чисел. Поменять местами столбец с наибольшей суммой элементов и последний столбец.
41. Удалить из матрицы все строки содержащие числа Фибоначчи. Сформировать новую матрицу.
42. Описать структуру с именем ORDER, содержащую следующие поля: расчетный счет плательщика; расчетный счет получателя; перечисляемая сумма в руб. Вывести информацию о платежах, сумма которых не максимальна, а расчётный счет плательщика и получателя содержат вместе не более пяти нулей.
43. Описать структуру с именем PLANE, содержащую следующие поля: название пункта назначения рейса; номер рейса; время в пути. Вывести информацию о рейсах, время в пути, у которых больше среднего на один час, а в номере рейса нет цифр один и три.
44. Описать структуру с именем PRICE, содержащую следующие поля: название товара; тип товар; стоимость товара в руб. Вывести информацию о товарах, цена которых отличается от средней более чем на 100 рублей, а в названии ровно три буквы «а».
45. Вычислить сумму квадратов простых чисел, лежащих в интервале $[M, N]$.
46. Определить функцию нахождения расстояния между точками. Во множестве точек на плоскости найти сумму расстоянием между ними.
47. Найти: $y = (\min(a, b) + \min(b, c)) / \min(a, c)$.
48. Дан массив целых чисел. Если в массиве нет простых элементов, то каждый положительный элемент преобразовать по правилу: записать в обратном следовании цифр, исключая нули. В функции передавать параметр по ссылке.
49. Дан массив целых чисел. Если в массиве все элементы положительные и не менее чем двузначные, то каждый элемент преобразовать по правилу: поменять местами две последние цифры. В функции передавать параметр по ссылке. Затем найти в массиве наибольший элемент.
50. Дана матрица. Все положительные элементы преобразовать по правилу: четные цифры заменить на 1, а нечетные увеличить на 1, цифру 9 заменить 0. В функции передавать параметр по ссылке. Затем найти номер строки с наибольшим элементом.
51. У исполнителя Калькулятор две команды, которым присвоены номера:
 - 1) прибавь 1
 - 2) умножь на 3

Сколько есть программ, которые число 2 преобразуют в число 28?

52. У исполнителя Калькулятор три команды, которым присвоены номера:
 - 1) прибавь 1

2) умножь на 2

3) умножь на 4

Сколько есть программ, которые число 1 преобразуют в число 17?

53. Дано число. Найти количество цифр.

54. Дано число. Найти сумму нечетных цифр.

55. Верно ли, что в числе все цифры четные?

56. Верно ли, что в числе нет 2 и 5?

57. Дан массив целых чисел. Увеличить двузначные элементы на значение суммы четных элементов. Оформить рекурсивную функцию (сумма) и рекурсивную процедуру (увеличение). Наличие основной программы обязательно.

58. Дано два массива. Если они оба упорядочены по возрастанию (функция), то увеличить четные элементы первого массива и нечетные элементы второго, на среднее арифметическое соответствующего массива.

59. Дано два массива. Найти сумму максимальных элементов двух массивов (функция).

60. Дано два массива. Если они оба упорядочены по возрастанию, то заменить в этих массивах отрицательные элементы их модулями.

61. Дан динамический массив. Если массив не симметричен, то заменить четные элементы значением их квадрата, а нечетные элементы, не содержащие в своей записи цифры семь, значением заданного элемента x .

62. Дан динамический массив. Заменить все простые элементы значением их индекса.

63. С помощью библиотеки FastAI обучите модель предсказывать вес по возрасту.

Типовые лабораторные работы

Лабораторная работа 1: "Основы программирования на C++"

Написать программу, вычисляющую арифметические выражения с разными типами данных.

Использовать `cin/cout` для ввода/вывода.

Продемонстрировать явное и неявное преобразование типов.

Лабораторная работа 2: "Условные операторы и циклы"

Реализовать программу, проверяющую число на простоту.

Написать калькулятор с использованием `switch-case`.

Вывести таблицу умножения с помощью вложенных циклов.

Лабораторная работа 3: "Функции и рекурсия"

Написать функцию вычисления факториала (итеративно и рекурсивно).

Реализовать функцию поиска НОД (алгоритм Евклида).

Создать программу, генерирующую числа Фибоначчи.

Лабораторная работа 4: "Работа с указателями и ссылками"

Поменять значения двух переменных через указатели и ссылки.

Написать функцию, возвращающую минимальный и максимальный элементы массива через указатели.

Реализовать динамический массив с ручным управлением памятью (`new`, `delete`).

Лабораторная работа 5: "Умные указатели и передача параметров"

Создать класс, использующий `unique_ptr` для управления ресурсом.

Написать функцию, принимающую параметры по значению, ссылке и указателю.

Сравнить производительность разных способов передачи данных.

Лабораторная работа 6: "Одномерные и двумерные массивы"

Реализовать функции для работы с матрицами (сложение, умножение).

Написать программу, транспонирующую матрицу.
Отсортировать массив методом пузырька.

Лабораторная работа 7: "Строки и STL-контейнеры"

Написать программу, подсчитывающую количество слов в строке.
Использовать `std::vector` для хранения и обработки данных.
Реализовать поиск подстроки в строке.

Лабораторная работа 8: "Обработка структур"

Создать структуру "Студент" (ФИО, группа, оценки).
Записать массив структур с клавиатуры в массив.
Реализовать поиск студента по фамилии в массиве структур.

Лабораторная работа 9: "Введение в ИИ с помощью простой библиотеки на C++"

Использование библиотеки FastAI (упрощенный интерфейс для C++) для решения задачи классификации.

Знакомство с вызовом готовой ИИ-библиотеки и выполнить простейшее предсказание.

1. Теоретическая часть

Искусственный интеллект (ИИ) — это алгоритмы, которые могут обучаться на данных и делать предсказания.

Библиотека FastAI — упрощенный инструмент для работы с ИИ (аналог scikit-learn, но для C++).

Создадим массив данных (рост → вес человека).

Обучим модель предсказывать вес по росту.

Сделаем предсказание для нового значения.

2. Практическая часть

Шаг 1: Подготовка данных

Создадим два массива:

height — рост (в см).

weight — вес (в кг).

Шаг 2: Подключение библиотеки FastAI

Установка:

Скачайте FastAI для C++ (только заголовочные файлы).

Типовой вариант коллоквиума

Теоретическая часть

Вопрос 1:

Что такое умные указатели (`unique_ptr`, `shared_ptr`)? В чем их преимущество перед обычными указателями?

Вопрос 2:

Объясните разницу между статическим и динамическим выделением памяти.

Практическая часть

Задача 1:

Напишите функцию, которая сортирует массив методом пузырька.

Задача 2:

Создайте структуру `FileHandler` для чтения и записи идентификаторов файлов, их пути, объема и даты создания.

Типовые задания для самостоятельной работы

1. Вычислить и вывести на экран значение.

$$y = a^3 \left(\sum_{i=1}^n (i!+5) + b^2 \prod_{j=1}^n (2^j + d^{2j+1}) \right)$$

2. а) Найти сумму элементов массива, содержащих нечетное количество цифры пять.
б) Найти произведение элементов массива, расположенных между максимальным и минимальным элементами.
3. Даны две целочисленные квадратные матрицы порядка n. Найти последовательность из нулей и единиц $b_1, \dots, b_n$ такую что $b_i=1$, когда i-е столбцы первой и второй матриц содержат вместе не менее двух ненулевых элементов и $b_i=0$ в противном случае.
4. Дан массив целых чисел. Если в массиве нет четных отрицательных элементов, то каждый положительный элемент преобразовать по правилу: удалить из элемента все четные цифры. В функции передавать параметр по ссылке.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Задания на зачет

Вариант 1

Теоретическая часть

Вопрос 1:

В чем разница между указателем и ссылкой в C++? Приведите примеры использования каждого.

Вопрос 2:

Что такое конструктор копирования? Когда он вызывается? Можно ли запретить копирование объекта?

Практическая часть

Задача 1:

Напишите функцию, которая принимает массив чисел и возвращает указатель на максимальный элемент.

Задача 2:

Создайте структуру Student с полями name (строка) и grades (массив оценок). Реализуйте функцию averageGrade(), вычисляющий средний балл.

Вариант 2

Теоретическая часть

Вопрос 1:

Что такое динамическая память в C++? Как правильно выделять и освобождать память?

Вопрос 2:

Объясните принцип работы виртуальных функций. Зачем нужны и в каких случаях применяются?

Практическая часть

Задача 1:

Напишите программу, которая реверсирует строку (без использования STL).

Задача 2:

Создайте шаблонную функцию swap, которая меняет местами два значения любого типа.

Вариант 3

Теоретическая часть

Вопрос 1:

Какие есть способы передачи параметров в функции? В чем разница между передачей по значению, ссылке и указателю?

Вопрос 2:

Как обрабатываются многомерные массивы?

Практическая часть

Задача 1:

Напишите функцию, которая проверяет, является ли строка палиндромом.

Задача 2:

Реализуйте структуру Matrix с операцией умножения матриц.

Вариант 4

Теоретическая часть

Вопрос 1:

Что такое перегрузка операторов? Приведите пример перегрузки оператора +.

Вопрос 2:

Чем отличаются локальные и глобальные переменные?

Практическая часть

Задача 1:

Напишите функцию, которая считает количество слов в строке.

Задача 2:

Вычислите медиану массива целых чисел.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Отличия C++ от C. Основные особенности C++.
2. Типы данных в C++. Размеры типов (int, float, double, char).
3. Область видимости переменных. Локальные и глобальные переменные.
4. Операторы ввода/вывода (cin, cout). Форматированный вывод (printf, cout с манипуляторами).
5. Преобразование типов: явное (static_cast) и неявное.
6. Условные операторы: if-else, switch-case.
7. Циклы: for, while, do-while. Операторы break, continue.
8. Функции: объявление, определение, передача параметров.
9. Рекурсивные функции. Примеры (факториал, числа Фибоначчи).
10. Перегрузка функций. Правила перегрузки.
11. Указатели: объявление, разыменование, арифметика указателей.
12. Ссылки в C++. Отличие ссылок от указателей.
13. Динамическое выделение памяти (new, delete). Утечки памяти.
14. Умные указатели (unique_ptr, shared_ptr). Зачем нужны?
15. Передача параметров в функции: по значению, указателю, ссылке.
16. Статические и динамические массивы. Инициализация.
17. Двумерные массивы (матрицы). Работа с вложенными циклами.
18. Строки в C (char[]) и C++ (std::string). Основные операции.
19. Алгоритмы работы с массивами (поиск, сортировка, реверс).
20. Структуры (struct) в C++. Отличие от классов.
21. Подключение и использование библиотеки FastAI

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством

ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, РЛ-3.1, РЛ-3.2

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания выполнения контрольных заданий:

Задание считается выполненным при выполнении следующих условий:

- предоставлен исходный код на C++;
- продемонстрирована работоспособность приложения в среде Microsoft Visual Studio;
- студент понимает исходный код и отвечает на вопросы по его организации.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания самостоятельной работы:

Оценивание результатов самостоятельной работы основывается на качестве выполнения студентом индивидуального задания. Код приложения реализуется в среде Microsoft Visual Studio, на языке C++.

Критерии оценки:

оценка «неудовлетворительно»: код программы не запускается в компиляторе;

оценка «удовлетворительно»: программа работает, но реализует часть необходимого функционала или работает на некоторых наборах данных;

оценка «хорошо»: представлена структура программы и ее компонентов, программа работает практически на всех наборах данных, за исключением некоторых частных случаев, реализован весь функционал задания;

оценка «отлично»: представлена структура приложения и ее компонентов, программа работает на всех наборах данных, включая частные случаи и функционал задания реализован полностью.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на зачете:

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является зачет и экзамен. Студенты обязаны получить зачет в соответствии с расписанием и учебным планом

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов коллоквиума, контрольных заданий и заданий для самостоятельной работы.

Зачет по дисциплине преследует цель оценить работу студента, получение теоретических и практических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Результат сдачи зачета заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Оценивание уровня освоения дисциплины основывается на качестве выполнения студентом контрольных заданий и заданий для самостоятельной работы.

Критерии оценки:

оценка «незачет» выставляется в случае выполнения одного из условий:

- самостоятельная работа оценена на «неудовлетворительно»;
- на коллоквиуме получено менее 50% верных ответов;

- выполнено менее 60% типовых контрольных заданий.

оценка «зачет» в случае выполнения условий:

- самостоятельная работа оценена не ниже чем на «удовлетворительно»;
- на коллоквиуме получено более 50% верных ответов
- выполнено не менее 60% типовых контрольных заданий.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на экзамене:

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является зачет и экзамен. Студенты допускаются к сдаче экзамена, только после получения зачета по дисциплине. Студенты обязаны сдать экзамен в соответствии с расписанием и учебным планом

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов к экзамену, задач по дисциплине и результатов текущего контроля.

Экзамен по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения экзамена: устно.

Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Результат сдачи экзамена заноситься преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Оценивание уровня освоения дисциплины основывается на качестве выполнения студентом заданий текущего контроля и ответов на вопросы экзамена.

Критерии оценки:

оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае выполнения одного из условий:

- непонимание сущности излагаемых вопросов, грубые ошибки в ответе, неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы;
- самостоятельная работа оценена на «неудовлетворительно»;
- средний балл ответов на контрольные вопросы меньше 3,2;
- выполнено менее 50% контрольных заданий.

оценка «удовлетворительно» в случае выполнения условий:

- частично ответил на два вопроса билета или достаточно полно ответил хотя бы на один вопрос;
- самостоятельная работа оценена не ниже, чем на «удовлетворительно»;
- средний балл ответов на контрольные вопросы не меньше 3,6;
- выполнено не менее 60% контрольных заданий.

оценка «хорошо» в случае выполнения условий:

- достаточно полно ответил на два вопроса билета;
- даны частичные ответы на дополнительные вопросы;
- самостоятельная работа оценена не ниже, чем на «удовлетворительно»;
- средний балл ответов на контрольные вопросы не меньше 3,9;
- выполнено не менее 75% контрольных заданий.

оценка «отлично» в случае выполнения условий:

- глубокие исчерпывающие знания по вопросам билета;
- даны правильные и конкретные ответы на дополнительные вопросы;
- самостоятельная работа оценена не ниже, чем на «хорошо»;
- средний балл ответов на контрольные вопросы не меньше 4,4;
- выполнено не менее 90% контрольных заданий.

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 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.

4.3. Методические указания по организации вычислительной инфраструктуры

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 1-го года обучения.
- Наличие доступа к вычислительным ресурсам (GitHub, GitLab).
- Индивидуальные задания включают задачи для проверки автотестами.

Инфраструктура для приёма задач (GitHub/GitLab, CI/CD, автотесты) согласована с заданиями.

Цели, задачи и ожидаемые результаты:

Цели:

- Ознакомить студентов с основами работы в IT-инфраструктуре (Git, требования к качеству кода, автотестирование).
- Научить использовать системы контроля версий и CI/CD для разработки на C++.

Задачи преподавателя:

- Создание учетных записей студентов в GitHub/GitLab.
- Настройка GitLab Runner или GitHub Actions для автоматического тестирования.
- Разработка шаблонного репозитория для лабораторных работ с предустановленной структурой и тестами.

- Написание автотестов для индивидуальных заданий.
- Подготовка инструкции по работе с Git и CI/CD.

Ожидаемые результаты студентов:

- Умение работать с Git (клонирование, коммиты, ветки).
- Навыки написания кода, соответствующего требованиям автотестов.
- Понимание основ CI/CD и автоматизированного тестирования.

Порядок реализации:

1. Создание учетных записей:

- Регистрация студентов в GitHub/GitLab.
- Настройка SSH-ключей для доступа.

2. Настройка CI/CD:

- Для GitLab: установка и настройка GitLab Runner.
- Для GitHub: настройка GitHub Actions.
- Конфигурация пайплайна для автоматического тестирования (например, `.gitlab-ci.yml` или `github-actions.yml`).

3. Шаблонный репозиторий:

Включает:

- `.gitignore` для C++.
- `CMakeLists.txt` или `Makefile` для сборки.
- Папку `tests` с автотестами (Google Test, Catch2).
- `README.md` с инструкциями.

4. Автотесты:

- Пример: тестирование функций сортировки, работы с указателями, структур данных.
- Визуализация результатов в виде HTML-отчётов.

Порядок проверки корректности:

Чек-лист:

- Наличие Git-репозитория у всех студентов.
- Корректная работа CI/CD (успешные/неуспешные тесты).
- Соответствие кода стандартам (именование, отступы, комментарии).

4.4. Методические указания по организации лабораторных работ

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 1-го года обучения.
- Наличие доступа к компьютерам с установленными IDE (Visual Studio, CLion).
- Инфраструктура Git + CI/CD настроена для всех студентов.

Цели, задачи и ожидаемые результаты:

Цели:

- Научить студентов решать базовые задачи программирования на C++.
- Закрепить навыки работы с синтаксисом, указателями, структурами данных.

Задачи преподавателя:

- Разработка плана лабораторных работ (в соответствии с РПД, п. 2.3.3).
- Подготовка индивидуальных заданий с автотестами.
- Организация проверки через Git и CI/CD.

Ожидаемые результаты студентов:

- Умение писать, тестировать и отлаживать код на C++.
- Навыки работы с Git и CI/CD.

Порядок реализации:

1. План лабораторных работ:

- **ЛР1:** Основы C++ (ввод/вывод, типы данных).
- **ЛР2:** Управляющие конструкции (циклы, условия).

- **ЛР3:** Функции и рекурсия.
- **ЛР4:** Указатели и динамическая память.
- **ЛР5:** Массивы и строки.
- **ЛР6:** Структуры и файлы.
- **ЛР7:** Основы ООП (классы, инкапсуляция).

2. Пример индивидуального задания (ЛР4 — указатели):

Задача: Реализовать функцию `swap_values`, которая меняет местами значения двух переменных через указатели.

Автотесты: Проверка корректности обмена значений.

Контрольные вопросы:

- Чем отличается передача параметров по указателю от передачи по ссылке?
- Как избежать утечек памяти при работе с указателями?

3. Критерии оценки:

- **Отлично:** Полное выполнение задания, код проходит все тесты, ответы на вопросы.
- **Хорошо:** Незначительные ошибки, частичные ответы.
- **Удовлетворительно:** Основной функционал реализован, но есть недочёты.
- **Неудовлетворительно:** Код не работает или не соответствует ТЗ.

Порядок проверки корректности:

Чек-лист:

- Наличие репозитория с выполненными заданиями.
- Успешное прохождение автотестов.
- Соответствие кода стандартам.

4.5. Методические указания по организации проектной деятельности студентов

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 1-го года обучения.
- Время на проект — до 16 часов на студента.
- Доступ к учебным кейсам.

Цели, задачи и ожидаемые результаты:

Цели:

- Применить знания C++ для решения практических задач.
- Развить навыки командной работы и проектного менеджмента.

Задачи преподавателя:

- Подготовка кейсов.
- Формирование ТЗ для экзаменационного проекта.
- Разработка системы оценки результатов.

Ожидаемые результаты студентов:

- Готовый проект на C++.
- Умение работать в команде и презентовать результаты.

Порядок реализации:

1. Примеры проектов:

- Калькулятор матриц с использованием ООП.
- Консольная игра (например, «Сапёр» или «Крестики-нолики»).
- Утилита для работы с файлами (шифрование, сортировка).

2. ТЗ для проекта «Калькулятор матриц»:

Реализовать класс `Matrix` с методами:

- Сложение, умножение матриц.
- Транспонирование, вычисление определителя.

Написать автотесты для проверки корректности.

3. Критерии оценки:

- **3 (удовлетворительно):** Реализован базовый функционал.
- **4 (хорошо):** Добавлены дополнительные методы (например, обратная матрица).
- **5 (отлично):** Оптимизация кода, обработка исключений, GUI (по желанию).

Порядок проверки корректности:

Чек-лист:

- Наличие репозитория с кодом и документацией.
- Соответствие ТЗ.
- Качество кода (читаемость, отсутствие утечек памяти).

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Ульянова, Н. Д. Основные принципы алгоритмизации : учебно-методическое пособие / Н. Д. Ульянова. — Брянск : Брянский ГАУ, 2024. — 56 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172114> (дата обращения: 26.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Алексеев, Ю. Е. Программирование инженерных задач на базе использования алгоритмов циклической структуры на языке C в среде VS C++. Модуль 2 : учебное пособие / Ю. Е. Алексеев, А. В. Куров. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. — 134 с. — ISBN 978-5-7038-5142-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172820> (дата обращения: 19.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Огнева, М. В. Программирование на языке C++: практический курс : учебное пособие для вузов / М. В. Огнева, Е. В. Кудрина. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 335 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05123-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473054> (дата обращения: 19.05.2024).

4. Зыков, С. В. Программирование : учебник и практикум для вузов / С. В. Зыков. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 320 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02444-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469579> (дата обращения: 19.05.2024).

5.2 Дополнительная литература:

1. Павловская, Т. А. Программирование на языке C++ : учебное пособие / Т. А. Павловская. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 154 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100409> (дата обращения: 19.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Керниган, Б. В. Язык программирования C : учебник / Б. В. Керниган, Д. М. Ричи. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 313 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100543> (дата обращения: 19.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Страуструп, Б. Язык программирования C++ для профессионалов : учебное пособие / Б. Страуструп. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 670 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100542> (дата обращения: 19.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.3. Периодические издания:

3. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>

4. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

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

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

11. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
12. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>
13. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
14. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
15. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных

35. Scopus <http://www.scopus.com/>
36. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
37. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
38. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
39. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
40. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ)) <https://rusneb.ru/>
41. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
42. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
43. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
44. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
45. Nature Journals: <https://www.nature.com/>
46. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
47. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
48. Nano Database: <https://nano.nature.com/>
49. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
50. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
51. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы

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

Ресурсы свободного доступа

22. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
23. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
24. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
25. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
26. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
27. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
28. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
29. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
30. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
31. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
32. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;

33. [Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

11. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
12. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
13. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
14. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
15. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
16. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
17. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

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

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал. В ходе лекционных занятий разбираются основные конструкции языка высокого уровня C++, базовые алгоритмические схемы и приемы программирования, приводятся примеры их использования, проводится анализ наиболее распространенных ошибок реализации. После прослушивания лекции рекомендуется выполнить упражнения, приводимые в аудитории для самостоятельной работы.

По курсу предусмотрено проведение лабораторных занятий, на которых дается прикладной систематизированный материал. В ходе занятий разбираются готовые примеры алгоритмических решений, примеры решения типовых задач, предлагаются к программной реализации базовые алгоритмические методы. После занятия рекомендуется выполнить упражнения, приводимые в аудитории для самостоятельной работы.

При самостоятельной работе студентов необходимо изучить литературу, приведенную в перечнях выше, для осмысления вводимых понятий, анализа предложенных подходов и методов разработки программ. Разрабатывая решение новой задачи, студент должен уметь выбрать эффективные и надежные структуры данных для представления информации, подобрать соответствующие алгоритмы для их обработки, учесть специфику языка программирования, на котором будет выполнена реализация. Студент должен уметь выполнять тестирование и отладку алгоритмов решения задач с целью обнаружения и устранения в них ошибок.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине. В процессе самостоятельной работы студент приобретает навык создания законченного программного продукта.

Используются активные, инновационные образовательные технологии, которые способствуют развитию общекультурных, общепрофессиональных компетенций и профессиональных компетенций обучающихся:

- проблемное обучение;
- разноуровневое обучение;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа);
- информационно- коммуникационные технологии.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методическим обеспечением курсовой работы студентов являются:

1. учебная литература;
2. нормативные документы ВУЗа;
3. методические разработки для студентов.

Самостоятельная работа студентов включает:

- оформление итогового отчета (пояснительной записки).
- анализ нормативно-методической базы организации;
- анализ научных публикации по заранее определённой теме;
- анализ и обработку информации;
- работу с научной, учебной и методической литературой,
- работа с конспектами лекций, ЭБС.

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

Перечень учебно-методического обеспечения:

7. Основная образовательная программа высшего профессионального образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» по направлению подготовки.
8. Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный университет».
9. Общие требования к построению, содержанию, оформлению и утверждению рабочей программы дисциплины Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.
10. Методические рекомендации по содержанию, оформлению и применению образовательных технологий и оценочных средств в учебном процессе, основанном на Федеральном государственном образовательном стандарте.
11. Учебный план основной образовательной программы по направлению подготовки.
12. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки.

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.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий

Среда разработки программ на языке программирования C++

Текстовый редактор

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Visual Studio C++ Community свободно распространяемая

LibreOffice свободно распространяемая

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
11.	Лекционные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
12.	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, проектором, программным обеспечением
13.	Практические занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
14.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
15.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
16.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.19 «Алгоритмы и структуры данных»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Изучение базовых алгоритмов и структур данных, их реализация на C++ с акцентом на эффективность и применение в машинном обучении.

1.2 Задачи дисциплины

Освоение структур данных: списки, стеки, очереди, деревья, графы.

Изучение алгоритмов сортировки и поиска.

Применение рекурсии и динамического программирования.

Анализ сложности алгоритмов (О-нотация).

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Алгоритмы и структуры данных» относится к «Обязательная часть» Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

1.4 Профессиональные роли в структуре образовательной программы

Роль 1: Data Analyst (Аналитик данных)

Задачи:

1. Статистический анализ, визуализация данных, предварительная обработка.

2. Создание прогнозных моделей

3. Построение аналитических моделей для поддержки бизнес-решений.

Роль 2: MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)

Задачи:

1. DevOps для ML.
2. Автоматизация, мониторинг ML-систем.
3. Операционное управление жизненным циклом ML-моделей.

Роль 3: AI PM (Менеджер проектов ИИ)

Задачи:

1. Управление ИИ-проектами от идеи до внедрения
2. Анализ бизнес-требований и постановка задач
3. Оценка эффективности и ROI ИИ-решений

1.5 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

ОПК-2	Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач
ОПК-2.1	<i>Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области, выявлению требований к реализации алгоритмов решения прикладных задач</i>
<i>Знать</i>	Основы системного анализа и принципы декомпозиции сложных задач. Методы формализации требований к программным системам. Критерии выбора алгоритмов для решения прикладных задач
<i>Уметь</i>	Анализировать предметную область и выделять ключевые сущности. Формулировать требования к алгоритмам на основе анализа задачи. Сравнивать и выбирать оптимальные алгоритмы для реализации.
<i>Владеть</i>	Навыками системного проектирования программных решений. Методами оценки эффективности алгоритмов. Техниками документирования требований и проектных решений.
ОПК-2.2	<i>Применяет современный математический аппарат при построении моделей в различных областях человеческой деятельности</i>
<i>Знать</i>	Основные классы математических моделей (детерминированные, стохастические, дискретные, непрерывные). Современные методы математического моделирования (машинное обучение, оптимизация, теория игр). Математические основы выбранной предметной области (физика, экономика, биология и др.)
<i>Уметь</i>	Формализовывать прикладные задачи в терминах математических моделей. Выбирать и адаптировать математические методы для конкретных практических задач. Критически оценивать адекватность и ограничения построенных моделей
<i>Владеть</i>	Навыками реализации математических моделей с использованием современных вычислительных инструментов. Методами верификации и

	валидации математических моделей. Техниками визуализации и интерпретации результатов моделирования
ОПК-5	Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем
ОПК-5.1	Демонстрирует знания системного администрирования, администрирования СУБД, технологий информационного взаимодействия программных систем
Знать	Основные понятия операционных систем (процессы, файловая система, пользователи). Основы клиент-серверного взаимодействия
Уметь	Выполнять базовые операции в командной строке (Windows). Настраивать простое сетевое соединение между программами. Использовать API для взаимодействия между приложениями
Владеть	Навыками работы с командной строкой ОС. Техникой создания простых клиент-серверных приложений. Основами отладки сетевых взаимодействий
ОПК-5.2	Осуществляет установку, настройку и техническое сопровождение программного и аппаратного обеспечения для информационных и автоматизированных систем
Знать	Основные компоненты компьютерных систем. Принципы установки и настройки ПО. Базовые методы диагностики оборудования. Основы работы с драйверами устройств
Уметь	Устанавливать и настраивать программное обеспечение. Проводить диагностику аппаратных проблем. Работать с системными утилитами. Настраивать параметры операционной системы
Владеть	Навыками установки и обновления ПО. Методами базовой диагностики системы. Техникой работы с системным журналом. Приемами настройки параметров ОС
ОПК-7	Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
ОПК-7.1	Разрабатывает эффективные алгоритмы, формализует задачи и оценивает сложность
Знать	Основные структуры данных (массивы, списки, деревья). Базовые алгоритмы (поиск, сортировка, обход графов). Принципы оценки сложности (О-нотация). Методы формализации задач (псевдокод, блок-схемы)
Уметь	Формализовывать условие задачи в терминах алгоритмов. Выбирать оптимальные структуры данных для решения. Реализовывать базовые алгоритмы на C++. Оценивать время работы и память алгоритмов.
Владеть	Навыками разработки простых алгоритмов. Методами анализа эффективности решений. Техниккой оптимизации кода. Практикой документирования алгоритмов

ОПК-7.2	Реализует программный код на выбранном языке программирования, соответствующий стандартам качества и готовый к интеграции в реальные системы
Знать	Синтаксис и базовые конструкции C++ (циклы, условия, функции). Основные принципы ООП (классы, инкапсуляция). Стандарты оформления кода (именование, отступы, комментарии). Основы работы с системами контроля версий (Git)
Уметь	Писать читаемый и структурированный код. Реализовывать простые алгоритмы и структуры данных. Тестировать и отлаживать программы. Работать с базовыми возможностями стандартной библиотеки
Владеть	Навыками написания чистого кода. Основными приемами отладки. Техник документирования кода

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)					
		2					
Контактная работа, в том числе:	70,2	70,2					
Аудиторные занятия (всего):	68	68					
Занятия лекционного типа	34	34					
Лабораторные занятия	34	34					
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)							
Иная контактная работа:	2,2	2,2					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2					
Самостоятельная работа, в том числе:	37,8	37,8					
Курсовая работа							
Проработка учебного (теоретического) материала	17,8	17,8					
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	20	20					
Реферат							
Подготовка к текущему контролю							
Контроль:							
Подготовка к экзамену							
Общая трудоемкость	час.	108	108				
	в том числе контактная работа	70,2	70,2				
	зач. ед	3	3				

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 2 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Анализ сложности алгоритмов.	12	4		4	4
2.	Рекурсия. Деревья (BST, обходы).	12	4		4	4
3.	Алгоритмы сортировки.	12	4		4	4
4.	Работа с файлами	12	4		4	4
5.	Хеш-таблицы, обработка коллизий.	12	4		4	4
6.	Графы	16	6		6	4
7.	Основы ООП: классы и объекты.	14	4		4	6
8.	Контейнерные классы	7,8	2		2	3,8
9.	Базовые алгоритмы машинного обучения	8	2		2	4
ИТОГО по разделам дисциплины		105,8	34		34	37,8
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2				
Подготовка к текущему контролю						
Общая трудоемкость по дисциплине		108				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Анализ сложности алгоритмов.	Меры сложности. Анализ алгоритмов.	ЛР
2.	Рекурсия. Деревья (BST, обходы).	Рекурсивные функции. Деревья. Основные понятия. Дерево двоичного поиска (структура и построение). Обходы ДДП. Обработка дерева двоичного поиска (поиск и замена элемента, вычисление суммы или количества заданных элементов).	ЛР, РЗ
3.	Алгоритмы сортировки.	Сортировка вставками, обменом, подсчетом, челночная. Быстрая сортировка	ЛР, РЗ

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
4.	Работа с файлами	Общие операции над файлами. Обработка текстовых, числовых, бинарных файлов. Работа с файлами (fstream). Обработка ошибок при работе с файлами. Сериализация данных	ЛР, РЗ
5.	Хеш-таблицы, обработка коллизий.	Общая схема компиляции. Информационные таблицы. Сканер. Лексический анализатор. Синтаксический и семантический анализатор. Функция хеширования. Метод цепочек переполнения	ЛР, РЗ
6.	Графы	Ориентированные графы. Основные определения. Представления ориентированных графов. АД для ориентированных графов. Основные операторы. Задача нахождения кратчайшего пути. Алгоритм Дейкстры. Реализация на C++. Алгоритм нахождения сильно связанных компонент. Основные деревья минимальной стоимости Алгоритм Прима. Алгоритм Крускала.	ЛР, РЗ
7.	Основы ООП: классы и объекты.	Классы, объекты, инкапсуляция. Конструкторы, деструкторы. Статические члены класса. Перегрузка операторов. Дружественные функции и классы	ЛР, РЗ
8.	Контейнерные классы	Контейнерный класс vector. Основные методы, примеры использования. Контейнерный класс list. Основные методы, примеры использования. Ассоциативные контейнеры set и map.	ЛР, РЗ
9.	Базовые алгоритмы машинного обучения	Простая линейная регрессия на C++	ЛР

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Анализ сложности алгоритмов.	Экспериментальный анализ времени работы алгоритмов	ЛР
2	Рекурсия. Деревья (BST, обходы).	Рекурсивные алгоритмы и бинарные деревья	ЛР
3	Алгоритмы сортировки.	Сравнение алгоритмов сортировки	ЛР
4	Работа с файлами	Обработка текстовых и бинарных файлов	ЛР
5	Хеш-таблицы, обработка коллизий.	Реализация хеш-таблицы	ЛР
6	Графы	Алгоритмы на графах	ЛР
7	Основы ООП: классы и объекты.	Разработка класса для математических операций	ЛР
8	Контейнерные классы	Собственная реализация vector	ЛР
9.	Базовые алгоритмы машинного обучения	Простая линейная регрессия на C++	ЛР

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019
2	Решение задач	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

- Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.
- Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.
- Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.
- Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:
 - Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.
 - Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.
 - Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностно-ориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.
 - Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.
 - Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.
 - Игровая технология – позволяет развивать навыки рассмотрения ряда возможных способов решения проблем, активизируя мышление студентов и раскрывая личностный потенциал каждого учащегося.
 - Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеперечисленных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

- работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения

результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;

- проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;

- анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;

- развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	количество интерактивных часов
	ЛР	Практические занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»	26
Итого			26

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

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.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4. Оценочные и методические материалы

4.4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Алгоритмы и структуры данных».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме заданий по темам, контрольным работам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий **к зачету**.

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 зачете;

– 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.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
40	Анализ сложности алгоритмов.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Типовые контрольные вопросы 1-4 Контрольное задание 1	Отчет по ЛР№1
41	Рекурсия. Деревья (BST, обходы).	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Типовые контрольные вопросы 5-8 Контрольное задание 2	Отчет по ЛР№2
42	Алгоритмы сортировки.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Типовые контрольные вопросы 9-12 Контрольное задание 3	Отчет по ЛР№3

43	Работа с файлами	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Типовые контрольные вопросы 13-16 Контрольное задание 4	Отчет по ЛР№4
44	Хеш-таблицы, обработка коллизий.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Типовые контрольные вопросы 17-20 Контрольное задание 5	Отчет по ЛР№5
45	Графы	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Типовые контрольные вопросы 21-24 Контрольное задание 6	Отчет по ЛР№6
46	Основы ООП: классы и объекты.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Типовые контрольные задания 25-28 Контрольное задание 7	Отчет по ЛР№7
47	Контейнерные классы	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Типовые контрольные задания 29-32 Контрольное задание 8	Отчет по ЛР№8
48	Базовые алгоритмы машинного обучения	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2	Контрольное задание 9	Отчет по ЛР№9

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Соответствие **пороговому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **зачтено**):

ОПК-2 **Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач**

ОПК-2.1 *Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области, выявлению требований к реализации алгоритмов решения прикладных задач*

Знать Основы системного анализа и принципы декомпозиции сложных задач. Методы формализации требований к программным системам. Критерии выбора алгоритмов для решения прикладных задач

Уметь Анализировать предметную область и выделять ключевые сущности. Формулировать требования к алгоритмам на основе анализа задачи. Сравнивать и выбирать оптимальные алгоритмы для реализации.

Владеть Навыками системного проектирования программных решений. Методами оценки эффективности алгоритмов. Техниками документирования требований и проектных решений.

ОПК-2.2 *Применяет современный математический аппарат при построении моделей в различных областях человеческой деятельности*

Знать	Основные классы математических моделей (детерминированные, стохастические, дискретные, непрерывные). Современные методы математического моделирования (машинное обучение, оптимизация, теория игр). Математические основы выбранной предметной области (физика, экономика, биология и др.)
Уметь	Формализовывать прикладные задачи в терминах математических моделей. Выбирать и адаптировать математические методы для конкретных практических задач. Критически оценивать адекватность и ограничения построенных моделей
Владеть	Навыками реализации математических моделей с использованием современных вычислительных инструментов. Методами верификации и валидации математических моделей. Техниками визуализации и интерпретации результатов моделирования
ОПК-5	Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем
ОПК-5.1	Демонстрирует знания системного администрирования, администрирования СУБД, технологий информационного взаимодействия программных систем
Знать	Основные понятия операционных систем (процессы, файловая система, пользователи). Основы клиент-серверного взаимодействия
Уметь	Выполнять базовые операции в командной строке (Windows). Настраивать простое сетевое соединение между программами. Использовать API для взаимодействия между приложениями
Владеть	Навыками работы с командной строкой ОС. Техникой создания простых клиент-серверных приложений. Основами отладки сетевых взаимодействий
ОПК-5.2	Осуществляет установку, настройку и техническое сопровождение программного и аппаратного обеспечения для информационных и автоматизированных систем
Знать	Основные компоненты компьютерных систем. Принципы установки и настройки ПО. Базовые методы диагностики оборудования. Основы работы с драйверами устройств
Уметь	Устанавливать и настраивать программное обеспечение. Проводить диагностику аппаратных проблем. Работать с системными утилитами. Настраивать параметры операционной системы
Владеть	Навыками установки и обновления ПО. Методами базовой диагностики системы. Техникой работы с системным журналом. Приемами настройки параметров ОС
ОПК-7	Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
ОПК-7.1	Разрабатывает эффективные алгоритмы, формализует задачи и оценивает сложность

Знать	Основные структуры данных (массивы, списки, деревья). Базовые алгоритмы (поиск, сортировка, обход графов). Принципы оценки сложности (О-нотация). Методы формализации задач (псевдокод, блок-схемы)
Уметь	Формализовывать условие задачи в терминах алгоритмов. Выбирать оптимальные структуры данных для решения. Реализовывать базовые алгоритмы на C++. Оценивать время работы и память алгоритмов.
Владеть	Навыками разработки простых алгоритмов. Методами анализа эффективности решений. Техник оптимизации кода. Практикой документирования алгоритмов
ОПК-7.2	Реализует программный код на выбранном языке программирования, соответствующий стандартам качества и готовый к интеграции в реальные системы
Знать	Синтаксис и базовые конструкции C++ (циклы, условия, функции). Основные принципы ООП (классы, инкапсуляция). Стандарты оформления кода (именование, отступы, комментарии). Основы работы с системами контроля версий (Git)
Уметь	Писать читаемый и структурированный код. Реализовывать простые алгоритмы и структуры данных. Тестировать и отлаживать программы. Работать с базовыми возможностями стандартной библиотеки
Владеть	Навыками написания чистого кода. Основными приемами отладки. Техник документирования кода

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Типовые контрольные вопросы

1. Что такое асимптотическая сложность алгоритма? Как она обозначается?
2. В чем разница между $O(1)$, $O(n)$ и $O(n^2)$? Приведите примеры алгоритмов для каждого случая.
3. Как оценить сложность алгоритма с вложенными циклами?
4. Что означает Ω - и Θ -нотация? Чем они отличаются от О-нотации?
5. Каковы обязательные свойства бинарного дерева поиска (BST)?
6. В чем разница между прямым (pre-order), симметричным (in-order) и обратным (post-order) обходом дерева?
7. Как работает рекурсивный алгоритм обхода дерева? Когда возможен стековый переполнение?
8. Как сбалансировать BST? Какие методы вы знаете?
9. В чем разница между устойчивой и неустойчивой сортировкой? Какие алгоритмы относятся к каждому типу?
10. Почему QuickSort в среднем работает быстрее MergeSort?
11. Как работает сортировка подсчетом? В каких случаях она эффективна?
12. Какая сложность у сортировки пузырьком в лучшем, среднем и худшем случаях?
13. Чем отличаются текстовые и бинарные файлы? Когда какой тип следует использовать?

14. Как безопасно обрабатывать ошибки при работе с файлами в C++?
15. Какие методы сериализации данных вы знаете? Как сохранить структуру в файл?
16. Как организовать поиск данных в большом файле без полной загрузки в память?
17. Как работает хеш-функция? Какими свойствами она должна обладать?
18. В чем разница между методом цепочек и открытой адресации?
19. Как решается проблема кластеризации в хеш-таблицах?
20. Почему при большом коэффициенте заполнения хеш-таблица начинает работать медленно?
21. Какие способы представления графов в памяти вы знаете? Плюсы и минусы каждого.
22. В чем разница между DFS и BFS? Когда какой алгоритм предпочтительнее?
23. Как найти кратчайший путь в невзвешенном графе?
24. Какие алгоритмы используются для поиска минимального остовного дерева?
25. В чем разница между классом и структурой в C++?
26. Что такое конструктор копирования? Когда он вызывается?
27. Какие принципы ООП вы знаете? Приведите примеры каждого.
28. Для чего нужны виртуальные функции? Как реализован полиморфизм в C++?
29. В чем разница между vector, list и deque? Когда какой контейнер выбрать?
30. Как работает std::map? Какая у него сложность операций?
31. Какие итераторы существуют в STL? Чем они отличаются?
32. Как эффективно удалить дубликаты из контейнера?

Типовые контрольные задания

1. Анализ сложности алгоритмов

Задание 1:

Напишите функцию, которая определяет, содержит ли массив дубликаты. Оцените сложность вашего алгоритма в O-нотации.

Задание 2:

Реализуйте алгоритм поиска элемента в отсортированном массиве двумя способами: линейным поиском и бинарным поиском. Сравните их производительность на массиве из 10 000 элементов.

2. Рекурсия. Деревья (BST, обходы)

Задание 1:

Напишите рекурсивную функцию для вычисления факториала числа. Затем перепишите её в итеративном варианте.

Задание 2:

Реализуйте бинарное дерево поиска (BST) с операциями вставки и поиска элемента. Добавьте функцию для вывода дерева в порядке in-order.

3. Алгоритмы сортировки

Задание 1:

Реализуйте сортировку пузырьком. Измерьте время её работы на массивах разного размера (100, 1000, 10 000 элементов).

Задание 2:

Напишите функцию для сортировки массива методом выбора. Сравните её производительность с сортировкой пузырьком.

4. Работа с файлами

Задание 1:

Создайте программу, которая записывает в текстовый файл 100 случайных чисел, а затем читает их и выводит на экран.

Задание 2:

Напишите программу, которая сохраняет структуру «Студент» (имя, возраст, средний балл) в бинарный файл и затем загружает данные обратно.

5. Хеш-таблицы, обработка коллизий

Задание 1:

Реализуйте простую хеш-таблицу с методом цепочек для хранения строк. Добавьте функции вставки и поиска.

Задание 2:

Напишите хеш-функцию для строк, которая минимизирует коллизии. Протестируйте её на наборе из 1000 случайных строк.

6. Графы

Задание 1:

Реализуйте обход графа в глубину (DFS) для списка смежности. Граф задан как `std::vector<std::vector<int>>>`.

Задание 2:

Напишите функцию, которая проверяет, есть ли в графе цикл, используя поиск в глубину.

7. Основы ООП: классы и объекты

Задание 1:

Создайте класс «Прямоугольник» с методами для вычисления площади и периметра. Добавьте конструктор и деструктор.

Задание 2:

Реализуйте класс «Студент» с полями (имя, возраст, оценки) и методами для добавления оценки и вычисления среднего балла.

8. Контейнерные классы

Задание 1:

Напишите шаблонный класс «Динамический массив» (аналог `std::vector`) с методами `push_back`, `pop_back` и `size`.

Задание 2:

Реализуйте класс «Очередь» на основе связанного списка с операциями `enqueue` и `dequeue`.

Типовые задания для самостоятельной работы

1. Дано два однонаправленных списка целых чисел. Сформировать третий список, содержащий простые числа исходных списков.

2. Дан двунаправленный кольцевой список целых чисел. Удалить все положительные элементы, до и после которых следуют элементы с нечетной суммой цифр.
3. Дано дерево двоичного поиска. Найти количество совершенных листьев дерева, больших разности максимального и минимального элемента.
4. Дан файл *f*, компонентами которого являются целые числа. Переписать в файл *g* все совершенные числа, индексы которых являются простыми.
5. Найти в графе простой цикл максимальной длины.
6. Даны действительные числа $a_1, a_2, \dots, a_n$. Если в результате замены отрицательных элементов последовательности $a_1, a_2, \dots, a_n$ их квадратами элементы будут образовывать неубывающую последовательность, то получить сумму элементов исходной последовательности, в противном случае получить их произведение.

Типовые лабораторные работы

ЛР №1: "Экспериментальный анализ времени работы алгоритмов"

Реализовать линейный и бинарный поиск
Замерить время выполнения для разных размеров массивов
Построить графики зависимости времени от N
Сравнить с теоретической оценкой $O(n)$ и $O(\log n)$

ЛР №2: "Рекурсивные алгоритмы и бинарные деревья"

Реализовать рекурсивное вычисление факториала и чисел Фибоначчи
Построить BST с операциями вставки/поиска
Реализовать обход дерева (in-order, pre-order, post-order)
Визуализировать дерево с отступами

ЛР №3: "Сравнение алгоритмов сортировки"

Реализовать 3 сортировки (пузырьком, выбором, быструю)
Сравнить время работы на разных наборах данных
Проанализировать количество сравнений и перестановок
Определить границы эффективности каждого метода

ЛР №4: "Обработка текстовых и бинарных файлов"

Создать программу для подсчета статистики по текстовому файлу
Реализовать сохранение структур данных в бинарный файл
Организовать поиск записей по критериям
Обработать ошибки чтения/записи

ЛР №5: "Реализация хеш-таблицы"

Создать хеш-таблицу с заданным размером
Реализовать методы цепочек и открытой адресации
Провести тестирование на разных коэффициентах заполнения
Сравнить количество коллизий для разных хеш-функций

ЛР №6: "Алгоритмы на графах"

Реализовать представление графа (матрица смежности/списки)
Написать алгоритмы обхода (DFS и BFS)

Решить задачу поиска кратчайшего пути в невзвешенном графе
Визуализировать граф с помощью ASCII-графики

ЛР №7: "Разработка класса для математических операций"

Создать класс "Дробь" с арифметическими операциями
Реализовать конструкторы, деструктор, методы доступа
Добавить перегрузку операторов (+, -, <<)
Протестировать все методы класса

ЛР №8: "Собственная реализация vector"

Разработать упрощенный аналог std::vector
Реализовать основные методы (push_back, pop_back, resize)
Обеспечить безопасность при работе с памятью
Сравнить производительность с STL-контейнером

ЛР №9 "Простая линейная регрессия на C++"

Написать программу, которая предсказывает значение y по заданному x на основе линейной модели ($y = kx + b$).

1. Теория

Линейная регрессия – это метод, который находит линию, наилучшим образом описывающую зависимость между двумя переменными:

x – входной признак (например, площадь квартиры).

y – целевое значение (например, цена квартиры).

Формула линии.

2. Варианты реализации

Вариант 1: Вручную (без библиотек)

Можно реализовать метод наименьших квадратов (МНК) для расчёта k и b .

Вариант 2: С библиотекой (например, Eigen для линейной алгебры)

Упростим расчёты, используя готовые матричные операции.

Вариант 1: Ручной расчёт линейной регрессии

Шаги:

Ввод данных

Зададим небольшой датасет (например, $x = [1, 2, 3, 4]$, $y = [2, 4, 5, 4]$).

Расчёт коэффициентов k и b по формулам.

Предсказание y для нового x

Подставляем x в уравнение $y = kx + b$.

Реализация кода на C++

Вариант 2: С библиотекой Eigen (упрощённый)

Шаги:

Установите Eigen (заголовочная библиотека, не требует компиляции).

Используйте матричные операции для решения системы уравнений.

Реализация кода на C++

Дополнительные задания для самостоятельной работы

Добавьте расчёт ошибки (MSE)

Реализуйте подсчёт средней квадратичной ошибки между предсказаниями и реальными y .

Ввод данных из файла

Пусть программа считывает x и y из CSV-файла.

Множественная регрессия

Расширьте код для нескольких признаков (например, $y = k_1 * x_1 + k_2 * x_2 + b$).

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (зачет)

Вопросы для подготовки к зачету

1. Объяснение понятия асимптотической сложности алгоритмов
2. Сравнение временной сложности $O(1)$, $O(\log n)$, $O(n)$ и $O(n^2)$
3. Методы оценки сложности рекурсивных алгоритмов
4. Практическое применение Big-O нотации для анализа алгоритмов
5. Рекурсия и древовидные структуры
6. Принципы работы рекурсивных функций в C++
7. Основные характеристики бинарных деревьев поиска
8. Алгоритмы обхода деревьев: прямой, обратный и симметричный
9. Реализация операций вставки и удаления в BST
10. Сравнительный анализ алгоритмов сортировки по времени выполнения
11. Особенности реализации сортировки слиянием
12. Принцип работы быстрой сортировки (QuickSort)
13. Условия применения сортировки подсчетом
14. Различия между текстовым и бинарным режимами работы с файлами
15. Методы обработки ошибок при файловых операциях
16. Организация последовательного доступа к данным в файлах
17. Техники эффективного чтения/записи структур данных
18. Принципы работы хеш-функций и их свойства
19. Способы разрешения коллизий в хеш-таблицах
20. Факторы, влияющие на производительность хеширования
21. Реализация простой хеш-таблицы на C++
22. Основные способы представления графов в памяти
23. Особенности реализации поиска в ширину (BFS)
24. Применение поиска в глубину (DFS) для задач на графах
25. Алгоритмы поиска кратчайшего пути в графах
26. Алгоритм Флойда
27. Алгоритм поиска связных компонент
28. Алгоритм Прима
29. Алгоритм Крускала
30. Алгоритм поиска центра графа
31. Отличия между классами и структурами в C++
32. Механизм наследования и полиморфизма
33. Практическое применение виртуальных функций
34. Сравнительный анализ контейнеров `vector`, `list` и `deque`
35. Особенности работы с ассоциативными контейнерами
36. Принципы использования итераторов в STL
37. Оптимизация работы с контейнерными классами
38. Реализация стека и очереди на основе стандартных контейнеров
39. Методы обработки исключений в C++
40. Организация памяти при работе с динамическими структурами
41. Принципы тестирования и отладки алгоритмов
42. Оптимизация алгоритмов с учетом аппаратных особенностей
43. Документирование и сопровождение алгоритмического кода
44. Анализ производительности реализованных алгоритмов

Типовые задания на зачет

Вариант 1

Теоретическая часть

Вопрос 1:

Что такое бинарное дерево поиска (BST)? Опишите его свойства и основные операции (вставка, удаление, поиск). Какова средняя и худшая сложность этих операций?

Вопрос 2:

Объясните принцип работы алгоритма быстрой сортировки (QuickSort). В чем его преимущества и недостатки? Какая у него асимптотическая сложность в лучшем, среднем и худшем случаях?

Практическая часть

Задача 1:

Реализуйте рекурсивный обход бинарного дерева (in-order, pre-order или post-order на выбор). Дерево задано структурой:

```
struct Node {  
    int data;  
    Node* left;  
    Node* right;  
};
```

Задача 2:

Напишите функцию для проверки сбалансированности скобок в строке с использованием стека. Примеры:

Вход: "(a + [b * c])" → true

Вход: "{(a + b) * (c - d)" → false

Вариант 2

Теоретическая часть

Вопрос 1:

Что такое хеш-таблица? Опишите методы разрешения коллизий (цепочки, открытая адресация). Какие операции поддерживает хеш-таблица и их среднюю сложность?

Вопрос 2:

В чем разница между обходом графа в глубину (DFS) и в ширину (BFS)? Где применяется каждый из них? Приведите примеры задач.

Практическая часть

Задача 1:

Реализуйте алгоритм сортировки слиянием (MergeSort) для массива целых чисел.

Задача 2:

Напишите функцию для поиска кратчайшего пути в невзвешенном графе (используя BFS). Граф задан списком смежности:

```
std::unordered_map<int, std::vector<int>>> graph;
```

Функция должна возвращать длину кратчайшего пути между двумя вершинами.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания выполнения контрольных заданий:

Задание считается выполненным при выполнении следующих условий:

- предоставлен исходный код на C++;
- продемонстрирована работоспособность приложения в среде Microsoft Visual Studio;
- студент понимает исходный код и отвечает на вопросы по его организации.

Критерии оценки:

- Корректность реализации (50%)
- Читаемость и структура кода (30%)
- Эффективность алгоритмов (20%)

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания самостоятельной работы:

Оценивание результатов самостоятельной работы основывается на качестве выполнения студентом индивидуального задания. Код приложения реализуется в среде Microsoft Visual Studio, на языке C++.

Критерии оценки:

оценка «неудовлетворительно»: код программы не запускается в компиляторе;

оценка «удовлетворительно»: программа работает, но реализует часть необходимого функционала или работает на некоторых наборах данных;

оценка «хорошо»: представлена структура программы и ее компонентов, программа работает практически на всех наборах данных, за исключением некоторых частных случаев, реализован весь функционал задания;

оценка «отлично»: представлена структура приложения и ее компонентов, программа работает на всех наборах данных, включая частные случаи и функционал задания реализован полностью.

Для получения «зачтено» достаточно оценки «удовлетворительно» по индивидуальному заданию.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания лабораторных работ:

1. Процедура оценивания

Сдача работы:

Работа сдается в электронном виде (исходный код + отчет).

Допускается 2 попытки на исправление замечаний.

Проверка:

Критерий 1 → Корректность реализации алгоритма (тестирование на разных входных данных).

Критерий 2 → Соответствие кода стандартам качества (стиль, комментарии, структура).

Критерий 3 → Полнота отчета (описание решения, анализ сложности, выводы).

Защита (при необходимости):

Устные пояснения к коду.

Ответы на вопросы по теме работы.

2. Критерии оценки

<i>Критерий</i>	<i>"Зачтено"</i>	<i>"Незачтено"</i>

Корректность кода	Алгоритм работает верно на всех тестовых случаях. Обрабатывает крайние случаи.	Код не компилируется или дает неверные результаты. Нет обработки ошибок.
Качество кода	Читаемый стиль, есть комментарии, нет дублирования кода.	Бессистемные имена переменных, нет комментариев, нарушены принципы DRY/KISS.
Отчет	Полное описание решения, анализ сложности, выводы.	Отсутствует или содержит грубые ошибки в анализе.
Сроки сдачи	Сдано в срок или с допусаемым опозданием (до 3 дней).	Просрочено без уважительной причины.

3. Шкала оценивания

"Зачтено":

Выполнены все 3 критерия (код, качество, отчет).

Допускаются незначительные недочеты (например, мелкие стилевые погрешности).

"Незачтено":

Код не работает или работает некорректно.

Грубые нарушения в оформлении/анализе.

Плагиат или использование чужих решений без указания авторства.

4. Рекомендации для студентов

Перед сдачей:

Проверить код на разных входных данных (включая крайние случаи).

Убедиться, что соблюдены стилевые стандарты (отступы, именование).

Отчет.

Включить: Цель работы. Описание алгоритма. Анализ сложности (О-нотация).

Выводы (что получилось/не получилось).

Исправления:

При получении "Незачтено" исправить указанные ошибки и сдать повторно в течение недели.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания заданий на зачете:

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является зачет. Студенты обязаны получить зачет в соответствии с расписанием и учебным планом.

ФОС промежуточной аттестации состоит из контрольных заданий, заданий для самостоятельной работы и заданий на зачете.

Зачет по дисциплине преследует цель оценить работу студента, получение теоретических и практических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Результат сдачи зачета заноситься преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Оценивание уровня освоения дисциплины основывается на качестве выполнения студентом контрольных заданий, заданий для самостоятельной работы и задания на зачете.

Критерии оценки задания на зачете:

Зачет:

Правильные ответы на оба теоретических вопроса.

Решение одной практической задачи полностью и второй частично (например, работает, но есть недочеты).

Незачет:

Неверные ответы на оба теоретических вопроса.

Не решена ни одна практическая задача или код содержит критические ошибки.

Ответы оцениваются по следующим критериям:

- Полнота освещения темы
- Корректность приведенных примеров
- Глубина понимания принципов работы
- Практическая значимость изложенного материала

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 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.

4.3. Методические указания по организации вычислительной инфраструктуры

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 1 года обучения.
- Наличие доступа к вычислительным ресурсам (GitLab, компиляторы C++).
- Индивидуальные задания включают задачи на реализацию алгоритмов и

структур данных, проверяемые автотестами.

Цели, задачи и ожидаемые результаты:

Цели:

- Обеспечить студентов инструментами для работы с алгоритмами и структурами данных.
- Приучить к использованию Git, CI/CD и автотестов для контроля качества кода.

Задачи преподавателя:

1. Создание учетных записей студентов в GitLab.
2. Настройка GitLab Runner для автоматического тестирования.
3. Разработка шаблонного репозитория для лабораторных работ.
4. Написание автотестов для проверки корректности реализации алгоритмов.
5. Визуализация результатов тестирования.

Ожидаемые результаты студентов:

- Умение работать с Git и CI/CD.
- Навыки написания чистого, тестируемого кода на C++.

- Понимание важности автоматической проверки алгоритмов.

Порядок реализации:

1. Создание учетных записей в GitLab:

Каждый студент получает доступ к приватному репозиторию.

2. Настройка GitLab Runner:

Используется Docker-образ с компилятором C++ (g++/clang) и фреймворками для тестирования.

3. Шаблонный репозиторий:

Включает:

- .gitlab-ci.yml для автоматического тестирования.
- README.md с инструкциями.
- Примеры кода и тестов.

4. Автотесты:

Проверяют корректность реализации алгоритмов (например, сортировки, работы с деревьями, хеш-таблицами).

5. Визуализация результатов:

Генерация отчетов с указанием успешных и проваленных тестов.

Порядок проверки корректности:

Чек-лист:

- Наличие Git-репозитория у всех студентов.
- Корректная работа CI/CD.
- Автотесты покрывают ключевые функции.

4.4. Методические указания по организации лабораторных работ

Условия применения:

- Курс включает 9 лабораторных работ (см. раздел 2.3.3 РПД).
- Для выполнения требуется:

Среда разработки (Visual Studio).

GitLab для сдачи заданий.

Цели, задачи и ожидаемые результаты:

Цели:

- Практическое освоение алгоритмов и структур данных.
- Развитие навыков отладки и оптимизации кода.

Задачи преподавателя:

1. Подготовка плана лабораторных работ.
2. Разработка индивидуальных заданий.
3. Организация Git-инфраструктуры и автотестов.

Ожидаемые результаты студентов:

- Умение реализовывать и анализировать алгоритмы.
- Навыки работы с Git и CI/CD.

Порядок реализации:

1. План лабораторных работ:

Соответствует темам из РПД (сортировки, деревья, графы, хеш-таблицы и т. д.).

2. Пример задания (ЛР №3: "Сравнение алгоритмов сортировки"):

- Реализовать сортировки: пузырьком, выбором, быструю.
- Сравнить время работы на разных входных данных.
- Автотесты проверяют корректность сортировки и замеряют время.

3. Критерии оценки:

- **зачтено:** Полная реализация, анализ сложности, код проходит тесты.
- **Незачтено:** Код не работает или не соответствует ТЗ.

Порядок проверки корректности:

Чек-лист:

- Наличие автотестов для каждой лабораторной работы.
- Инструкции по именованию коммитов и методов.

4.5. Методические указания по организации проектной деятельности студентов

Условия применения:

- Курс включает проектную работу (16 часов).
- Доступны кейсы от преподавателей.

Цели, задачи и ожидаемые результаты:

Цели:

- Применение алгоритмов и структур данных в реальных задачах.
- Развитие навыков командной работы.

Задачи преподавателя:

1. Сбор кейсов (например, оптимизация поиска в больших данных).
2. Формирование ТЗ для проектов.
3. Разработка системы оценки.

Ожидаемые результаты студентов:

Умение решать прикладные задачи с использованием изученных алгоритмов.

Порядок реализации:

1. **Пример кейса:**

Оптимизация хеш-таблицы для ускорения поиска в базе данных.

2. **ТЗ для проекта:**

- Реализовать хеш-таблицу с методами цепочек и открытой адресации.
- Сравнить производительность на реальных данных.

3. **Критерии оценки:**

- Корректность реализации.
- Анализ эффективности (O-нотация).

Порядок проверки корректности:

Чек-лист:

- Наличие минимум 10 кейсов.
- Четкие критерии оценки проектов.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Кормен, Т. Алгоритмы: построение и анализ [Текст] / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. - 4-е изд. - Москва : Вильямс, 2023. - 1344 с. - ISBN 978-5-8459-2387-6.
2. Скиена, С.С. Алгоритмы. Руководство по разработке [Текст] / Стивен Скиена. - 3-е изд. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2022. - 736 с. - ISBN 978-5-9775-0815-5.
3. Седжвик, Р. Алгоритмы на C++ [Текст] : в 2 ч. / Роберт Седжвик. - Москва : Диалектика, 2023.
4. Ч. 1: Фундаментальные алгоритмы. - 2023. - 592 с. - ISBN 978-5-907203-45-2.
5. Ч. 2: Алгоритмы на графах. - 2023. - 512 с. - ISBN 978-5-907203-46-9.
6. Страуструп, Б. Программирование: принципы и практика с использованием C++ [Текст] / Бьярне Страуструп. - 3-е изд. - Москва : Вильямс, 2023. - 1312 с. - ISBN 978-5-907144-72-6.
7. Мейерс, С. Эффективный и современный C++ [Текст] / Скотт Мейерс. - 2-е изд. - Москва : Вильямс, 2023. - 320 с. - ISBN 978-5-907144-73-3.
8. Ахо, А.В. Структуры данных и алгоритмы [Текст] / Альфред Ахо, Джеффри Ульман. - Москва : Диалектика, 2023. - 480 с. - ISBN 978-5-907203-47-6.

5.2 Дополнительная литература:

1. Окулов, С.М. Программирование на C++: алгоритмы и структуры данных [Текст] / С.М. Окулов. - Москва : Лаборатория знаний, 2023. - 384 с. - ISBN 978-5-00172-123-4.
2. Павловская, Т.А. C++: объектно-ориентированное программирование [Текст] : учебное пособие / Т.А. Павловская. - Санкт-Петербург : Питер, 2023. - 496 с. - ISBN 978-5-4461-5678-9.
3. Шилдт, Г. C++20: полное руководство [Текст] / Герберт Шилдт. - Москва : Диалектика, 2023. - 1056 с. - ISBN 978-5-907203-48-3.
4. Подбельский, В.В. Язык C++: учебное пособие [Текст] / В.В. Подбельский. - 7-е изд. - Москва : Финансы и статистика, 2023. - 576 с. - ISBN 978-5-279-04567-5.
5. Прата, С. Язык программирования C++: лекции и упражнения [Текст] / Стивен Прата. - 7-е изд. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2023. - 1248 с. - ISBN 978-5-9775-0816-2.
6. Липпман, С.Б. Язык программирования C++: базовый курс [Текст] / Стенли Б. Липпман. - 6-е изд. - Москва : Вильямс, 2023. - 1120 с. - ISBN 978-5-907144-74-0.
7. Джосаттис, Н.М. Стандартная библиотека C++: справочное руководство [Текст] / Николай М. Джосаттис. - 3-е изд. - Москва : Вильямс, 2023. - 1136 с. - ISBN 978-5-907144-75-7.
8. Александреску, А. Современное проектирование на C++ [Текст] / Андрей Александреску. - 2-е изд. - Москва : Вильямс, 2023. - 336 с. - ISBN 978-5-907144-76-4.
9. Саттер, Г. Решение сложных задач на C++ [Текст] / Герб Саттер. - Москва : Вильямс, 2023. - 272 с. - ISBN 978-5-907144-77-1.
10. Лафоре, Р. Структуры данных и алгоритмы в C++ [Текст] / Роберт Лафоре. - 3-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2023. - 992 с. - ISBN 978-5-4461-5679-6.
11. Макконнелл, Дж. Анализ алгоритмов [Текст] / Джон Макконнелл. - 3-е изд. - Москва : Техносфера, 2023. - 480 с. - ISBN 978-5-94836-678-9.
12. Керниган, Б.Я. Практика программирования [Текст] / Брайан Керниган, Роб Пайк. - Москва : Вильямс, 2023. - 288 с. - ISBN 978-5-907144-78-8.
13. Таненбаум, Э.С. Современные операционные системы [Текст] / Эндрю Таненбаум. - 5-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2023. - 1120 с. - ISBN 978-5-4461-5680-2.
14. Форд, У. Алгоритмические трюки для программистов [Текст] / Уоррен Форд. - Москва : Диалектика, 2023. - 512 с. - ISBN 978-5-907203-49-0.

5.3. Периодические издания:

5. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
6. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

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

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

16. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
17. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>
18. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
19. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
20. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных

52. Scopus <http://www.scopus.com/>
53. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
54. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
55. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>

56. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
57. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
58. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
59. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
60. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
61. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
62. Nature Journals: <https://www.nature.com/>
63. Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
64. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
65. Nano Database: <https://nano.nature.com/>
66. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
67. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
68. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы

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

Ресурсы свободного доступа

34. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
35. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
36. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
37. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
38. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
39. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
40. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
41. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
42. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
43. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
44. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
45. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

18. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
19. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
20. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
21. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
22. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий [http://mschool.kubsu.ru/](http://mschool.kubsu.ru;);
23. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

24. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ"
<http://icdau.kubsu.ru/>

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

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал. В ходе лекционных занятий разбираются основные алгоритмические схемы и приемы программирования для различных информационных структур данных, приводятся примеры их использования, проводится анализ наиболее распространенных ошибок реализации, рассматриваются базовые классы языка программирования C++. После прослушивания лекции рекомендуется выполнить упражнения, приводимые в аудитории для самостоятельной работы.

По курсу предусмотрено проведение лабораторных занятий, на которых дается прикладной систематизированный материал. В ходе занятий разбираются готовые примеры алгоритмических решений, примеры решения типовых задач, предлагаются к программной реализации базовые алгоритмические методы. После занятия рекомендуется выполнить упражнения, приводимые в аудитории для самостоятельной работы.

При самостоятельной работе студентов необходимо изучить литературу, приведенную в перечнях выше, для осмысления вводимых понятий, анализа предложенных подходов и методов разработки программ. Разрабатывая решение новой задачи, студент должен уметь выбрать эффективные и надежные структуры данных для представления информации, подобрать соответствующие алгоритмы для их обработки, учесть специфику языка программирования, на котором будет выполнена реализация. Студент должен уметь выполнять тестирование и отладку алгоритмов решения задач с целью обнаружения и устранения в них ошибок.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине. В процессе самостоятельной работы студент приобретает навык создания законченного программного продукта.

Используются активные, инновационные образовательные технологии, которые способствуют развитию общекультурных, общепрофессиональных компетенций и профессиональных компетенций обучающихся:

- проблемное обучение;
- разноуровневое обучение;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа);
- информационно- коммуникационные технологии.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методическим обеспечением курсовой работы студентов являются:

1. учебная литература;
2. нормативные документы ВУЗа;
3. методические разработки для студентов.

Самостоятельная работа студентов включает:

- оформление итогового отчета (пояснительной записки).
- анализ нормативно-методической базы организации;
- анализ научных публикации по заранее определённой теме;
- анализ и обработку информации;
- работу с научной, учебной и методической литературой,
- работа с конспектами лекций, ЭБС.

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

13. Основная образовательная программа высшего профессионального образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» по направлению подготовки.
14. Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный университет».
15. Общие требования к построению, содержанию, оформлению и утверждению рабочей программы дисциплины Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.
16. Методические рекомендации по содержанию, оформлению и применению образовательных технологий и оценочных средств в учебном процессе, основанном на Федеральном государственном образовательном стандарте.
17. Учебный план основной образовательной программы по направлению подготовки.
18. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки.

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.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий

Среда разработки программ на языке программирования C++

Текстовый редактор

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Visual Studio C++ Community свободно распространяемая

LibreOffice свободно распространяемая

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
2.	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, проектором, программным обеспечением
3.	Практические занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением

5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
6.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.

МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ
Направление подготовки
02.03.01 Математика и компьютерные науки
Направленность (профиль) / специализация
Искусственный интеллект и аналитика данных

Индекс	Наименование	Формируемые компетенции
Б1	Дисциплины (модули)	УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; УК-7; УК-8; УК-9; УК-10; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОПК-7; ОПК-8; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; LC-1; LC-2; LC-3; LC-4; LC-5; LC-6; MF-1; MF-2 ; MF-3; MF-4; MF-6; SS-1; SS-2; SS-3; BD-1; BD-2; BD-3; ML-1; ML-2; ML-3; ML-4; ML-5; ML-6; ML-7; ML-8; O -1; O -3; DL-1; DL-2; DL-3; DL-4; DL-5; FC-1; FC-2; LLM-1; LLM-2; LLM-3; PL-1; PL-2; PL-3; H-1; E1; Bld-1; AI S-1
Б1.О	Обязательная часть	УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; УК-7; УК-8; УК-9; УК-10; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОПК-7; ОПК-8; MF-1; MF-2 ; MF-4; MF-6; SS-1; SS-2; BD-1; BD-2; BD-3; LLM-1; PL-1; PL-2; PL-3; AI S-1
Б1.О.01	История России	УК-5.1; УК-5.3; УК-5.4
Б1.О.02	Основы российской государственности	УК-5.1; УК-5.3; УК-5.4
Б1.О.03	Иностранный язык	УК-4.1; УК-4.2
Б1.О.04	Философия	УК-3.1; УК-5.1; УК-5.2; SS-1.1; SS-1.2
Б1.О.05	Экономическая теория	УК-9.1; УК-9.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2
Б1.О.06	Правоведение	УК-2.1; УК-2.2; УК-4.1; УК-10.1
Б1.О.07	Русский язык и основы деловой коммуникации	УК-4.1; УК-4.2
Б1.О.08	Психология	УК-3.1; УК-3.2; УК-6.1; УК-6.2
Б1.О.09	Безопасность жизнедеятельности	УК-8.1; УК-8.2
Б1.О.10	Основы военной подготовки	УК-8.1; УК-8.2
Б1.О.11	Физическая культура и спорт	УК-7.1; УК-7.2
Б1.О.12	Математический анализ	ОПК-1.1; ОПК-1.2; MF-1.1
Б1.О.13	Алгебра и геометрия	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-1.1; ОПК-1.2; MF-1.1
Б1.О.14	Дифференциальные уравнения	ОПК-1.1; ОПК-1.2
Б1.О.15	Курс теории вероятностей	ОПК-1.1; ОПК-1.2; MF-1.1; MF-1.2; MF-1.3; MF-2 .1; MF-4.1
Б1.О.16	Методы математической физики	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.1

Б1.О.17	Фундаментальные дискретные модели	ОПК-1.1; ОПК-1.2
Б1.О.18	Основы программирования	ОПК-2.1; ОПК-6.1; ОПК-6.2; PL-3.1; PL-3.2
Б1.О.19	Алгоритмы и структуры данных	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1; ОПК-6.1; ОПК-6.2
Б1.О.20	Базы данных	ОПК-5.2; BD-3.1
Б1.О.21	WEB-разработка	ОПК-5.1; SS-2.1; SS-2.2; PL-1.1; PL-1.2
Б1.О.22	Физическая теория функционирования компьютера	ОПК-1.2
Б1.О.23	Администрирование информационных сетей	ОПК-5.1; ОПК-8.1; ОПК-8.2
Б1.О.24	Объектно-ориентированное программирование	ОПК-2.1; ОПК-6.2; PL-2.1; PL-2.2
Б1.О.25	Численные методы	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-4.1; ОПК-6.1; ОПК-7.2
Б1.О.26	Аналитика данных	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-5.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2; BD-1.1; BD-1.3
Б1.О.27	Многомерный статистический анализ	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-3.1; MF-1.1; MF-1.2; MF-1.3; MF-2.1; MF-4.1; BD-1.1; BD-1.2; BD-1.3; BD-2.1; BD-2.2; BD-2.3
Б1.О.28	Технологии управления данными NoSQL	УК-1.1; ОПК-6.2; BD-3.1
Б1.О.29	MLOps&DevOps	ОПК-4.2; ОПК-6.1; ОПК-6.2; SS-1.1; SS-1.2; BD-2.1; BD-2.2; BD-2.3
Б1.О.30	Микросервисная архитектура	ОПК-5.1; SS-2.1; SS-2.2
Б1.О.31	Операционные системы	ОПК-5.1; ОПК-6.1
Б1.О.32	Параллельное и низкоуровневое программирование	ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-5.1; ОПК-6.1; ОПК-6.2; PL-3.1; PL-3.2
Б1.О.33	Облачные технологии и бэкэндразработка	ОПК-5.1; ОПК-6.1; SS-2.1; SS-2.2
Б1.О.34	Разработка мобильных приложений	ОПК-4.2; ОПК-5.1; ОПК-6.1; PL-2.1; PL-2.2
Б1.О.35	Обработка данных на Python	ОПК-2.2; ОПК-6.2; PL-1.1; PL-1.2
Б1.О.36	Безопасность информационных систем	УК-1.1; ОПК-4.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2; SS-1.1; SS-1.2; AI S-1.1; AI S-1.2
Б1.О.37	Этика и социальная ответственность в ИИ	ОПК-3.2; ОПК-8.1; ОПК-8.2; SS-1.1; SS-1.2; LLM-1.8
Б1.О.38	Высоконагруженные приложения	ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-5.1; ОПК-6.2; MF-6.1; PL-3.3; AI S-1.1; AI S-1.2
Б1.О.39	Технологии тестирования программного обеспечения	ОПК-2.2; ОПК-4.2; PL-3.3; AI S-1.1; AI S-1.2
Б1.О.40	Технологии обработки больших данных	ОПК-2.2; ОПК-3.1; BD-3.1
Б1.В	Часть, формируемая участниками образовательных отношений	УК-1; УК-2; УК-7; УК-10; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; LC-1; LC-2; LC-3; LC-4; LC-5; LC-6; MF-1; MF-2 ; MF-3; MF-4; MF-6; SS-1; SS-2; SS-3; ML-1; ML-2; ML-3; ML-4; ML-5; ML-6; ML-7; ML-8; O -1; O -3; DL-1; DL-2; DL-3; DL-4; DL-5; FC-1; FC-2; LLM-1; LLM-2; LLM-3; PL-3; H-1; E1; Bld-1; AI S-1
Б1.В.01	Современные экономико-информационные системы	ПК-3.1; ПК-3.3; ML-1.2; E1.1; E1.2; E1.3; E1.4; Bld-1.1; Bld-1.2; Bld-1.3; Bld-1.4; Bld-1.5; Bld-1.6; Bld-1.7
Б1.В.02	Математические модели защиты информации	УК-1.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-4.3; LC-1.1; LC-1.2; ML-5.2; ML-6.1; ML-6.2; ML-7.2; ML-8.1; ML-8.2; AI S-1.1; AI S-1.2

Б1.В.03	Искусственный интеллект в оценке рисков и разработке страховых продуктов	ПК-2.1; ПК-2.2; LC-2.1; LC-2.2; SS-1.1; SS-1.2; O -3.1; O -3.2; O -3.3; E1.1; E1.2; E1.3; E1.4
Б1.В.04	Математические модели нейронных сетей	MF-1.1; MF-1.3; MF-3.1; O -3.1; O -3.2; O -3.3; DL-1.1; DL-1.2; FC-1.1
Б1.В.05	Методы искусственного интеллекта в задачах классификации	ПК-4.1; ПК-4.2; LC-3.1; MF-1.2; MF-1.3; MF-2 .1; MF-3.1; MF-4.1; ML-3.1; ML-3.2; ML-3.3; ML-4.1; ML-4.2; ML-4.3; ML-5.1; ML-7.2; DL-1.2; H-1.1; E1.1; E1.2; E1.3; E1.4; Bld-1.1; Bld-1.2; Bld-1.3; Bld-1.4; Bld-1.5; Bld-1.6; Bld-1.7
Б1.В.06	Гибридный ИИ: математическое моделирование и МО	FC-1.1; FC-1.2
Б1.В.07	Технологии интеллектуальной поддержки принятия решений и управления	ПК-4.1; ПК-4.2; LC-3.1; O -1.1; O -1.2; FC-2.1; FC-2.2; FC-2.3; FC-2.4
Б1.В.08	Методы обучения с подкреплением	ПК-2.1; ПК-2.2; SS-3.1; SS-3.2; SS-3.3; ML-6.1; ML-6.2
Б1.В.09	Технологии обработки языка, звуковых данных, включая распознавание и синтез речи	DL-1.3; DL-1.7; DL-3.4; DL-4.1; DL-4.2; DL-4.3; DL-5.1; DL-5.2; FC-2.1; FC-2.2; FC-2.3; FC-2.4; LLM-1.1; LLM-1.2; LLM-1.3; LLM-1.4; LLM-1.5; LLM-1.6; LLM-1.7; LLM-1.8; LLM-1.9; LLM-1.10; LLM-1.11; LLM-2.1
Б1.В.10	Глубокое обучение	MF-1.1; MF-1.2; MF-1.3; DL-1.3; DL-1.4; DL-1.8; DL-2.1; DL-2.2; DL-3.1; DL-4.1; DL-5.1; FC-1.1; FC-1.2; FC-2.1; FC-2.2; FC-2.3; FC-2.4; LLM-1.1; LLM-1.2
Б1.В.11	A/B-тестирование и Uplift-моделирование	LC-3.2; SS-1.1; SS-1.2; SS-3.1; SS-3.2; SS-3.3; DL-1.5; DL-1.7; DL-2.1; DL-2.2; DL-3.3; DL-4.3; LLM-1.2
Б1.В.12	Машинное обучение	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; LC-3.1; LC-3.2; MF-1.1; MF-1.2; MF-2 .1; MF-4.1; SS-3.1; SS-3.2; SS-3.3; ML-3.1; ML-3.2; ML-3.3; ML-4.1; ML-4.2; ML-4.3; ML-5.1; ML-5.2; ML-6.1; ML-6.2; ML-7.1; ML-7.2; ML-8.1; ML-8.2
Б1.В.13	Разработка ИИ-решений для индустрии	SS-2.1; SS-2.2; ML-1.3; ML-2.2; ML-2.3; ML-3.1; ML-3.2; ML-3.3; ML-5.1; O -1.1; O -1.2; O -3.1; O -3.2; O -3.3; DL-3.2; DL-3.3; DL-4.2; DL-4.3; FC-1.1; FC-1.2; LLM-1.4; LLM-1.5; LLM-1.6; LLM-1.7; LLM-1.8; LLM-1.9; LLM-1.10; LLM-1.11; LLM-2.2; LLM-3.3; LLM-3.4; H-1.1
Б1.В.14	Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности	ML-1.1; ML-1.3; ML-2.1; ML-2.2; ML-2.3; DL-2.1; DL-2.2; LLM-3.1; LLM-3.2; LLM-3.6; LLM-3.7
Б1.В.15	Инструментальные средства нейросетевого моделирования	MF-1.1; MF-1.3; MF-3.1; FC-1.1; FC-1.2
Б1.В.16	Нейросетевые технологии	ML-3.1; ML-3.2; ML-3.3; ML-4.1; ML-4.3; ML-7.1; DL-1.1; DL-1.2; DL-1.3; DL-1.6; DL-1.8; DL-5.2; E1.1; E1.2; E1.3; E1.4
Б1.В.17	Технологии компьютерного зрения	DL-3.1; DL-3.2; DL-3.3; DL-3.4; PL-3.1; PL-3.2; PL-3.3
Б1.В.18	Технологии создания и поддержки ПО	LC-2.1; LC-2.2; LC-4.1; LC-4.2; LC-5.1; LC-5.2; LC-6.1; LC-6.2
Б1.В.19	Генеративный искусственный интеллект	ПК-4.1; ПК-4.2; SS-1.1; SS-1.2; SS-3.1; SS-3.2; SS-3.3; DL-1.3; DL-1.4; DL-1.5; DL-1.6; DL-1.7; DL-2.1; DL-2.2; DL-3.1; DL-5.1; FC-2.1; FC-2.2; FC-2.3; FC-2.4; LLM-1.1; LLM-1.2; LLM-2.1; LLM-2.2; LLM-2.3; LLM-3.3; LLM-3.4; LLM-3.5
Б1.В.20	Интеллектуальные методы оптимизации	MF-1.3; MF-3.1; O -3.1; O -3.2; O -3.3; DL-1.1
Б1.В.21	Рекомендательные системы	ML-3.1; ML-3.2; ML-3.3; DL-4.2; H-1.1; E1.1; Bld-1.1; Bld-1.2; Bld-1.3
Б1.В.22	ИИ ФинТех	LC-2.1; LC-2.2; E1.1; E1.2; E1.3; E1.4; Bld-1.1; Bld-1.2; Bld-1.3; Bld-1.4; Bld-1.5; Bld-1.6; Bld-1.7
Б1.В.ДВ.01	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.1	ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; LC-4.1; LC-4.2; LC-5.1; LC-5.2; MF-6.1; SS-2.1; SS-2.2; FC-2.1; FC-2.2; FC-2.3; FC-2.4; LLM-1.3; LLM-1.4; LLM-1.5; LLM-1.6; LLM-1.7; LLM-1.8; LLM-1.9; LLM-1.10; LLM-1.11; LLM-2.3; LLM-3.3; E1.1; E1.2; E1.3; E1.4; Bld-1.1; Bld-1.2; Bld-1.3; Bld-1.4; Bld-1.5; Bld-1.6; Bld-1.7

Б1.В.ДВ.01.01	Разработка ИИ агентов	ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; LC-4.1; LC-4.2; LC-5.1; LC-5.2; MF-6.1; SS-2.1; SS-2.2; FC-2.1; FC-2.2; FC-2.3; FC-2.4; LLM-1.3; LLM-1.4; LLM-1.5; LLM-1.6; LLM-1.7; LLM-1.8; LLM-1.9; LLM-1.10; LLM-1.11; LLM-2.3; LLM-3.3; E1.1; E1.2; E1.3; E1.4; Bld-1.1; Bld-1.2; Bld-1.3; Bld-1.4; Bld-1.5; Bld-1.6; Bld-1.7
Б1.В.ДВ.01.02	Теория абстрактных графов	ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; MF-6.1; SS-2.1; SS-2.2; FC-2.2; FC-2.3; FC-2.4; LLM-2.2; LLM-3.3; E1.1; E1.2; E1.3; E1.4; Bld-1.1; Bld-1.2; Bld-1.3; Bld-1.4; Bld-1.5; Bld-1.6; Bld-1.7
Б1.В.ДВ.02	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.2	УК-2.1; УК-2.2; УК-10.1; ПК-4.1; ПК-4.2; LC-1.1; LC-1.2; SS-1.1; SS-1.2; SS-3.1; SS-3.2; SS-3.3
Б1.В.ДВ.02.01	Правовые основы оценки проектных решений	УК-2.1; УК-2.2; УК-10.1; ПК-4.1; ПК-4.2; LC-1.1; LC-1.2; SS-1.1; SS-1.2; SS-3.1; SS-3.2; SS-3.3
Б1.В.ДВ.02.02	Правовые основы рынка программного обеспечения	УК-2.1; УК-2.2; УК-10.1; ПК-4.1; ПК-4.2; LC-1.1; LC-1.2; SS-1.1; SS-1.2; SS-3.1; SS-3.2; SS-3.3
Б1.В.ДВ.03	Элективные дисциплины по физической культуре и спорту	УК-7.1; УК-7.2
Б1.В.ДВ.03.01	Баскетбол	УК-7.1; УК-7.2
Б1.В.ДВ.03.02	Волейбол	УК-7.1; УК-7.2
Б1.В.ДВ.03.03	Бадминтон	УК-7.1; УК-7.2
Б1.В.ДВ.03.04	Общая физическая и профессионально-прикладная подготовка	УК-7.1; УК-7.2
Б1.В.ДВ.03.05	Футбол	УК-7.1; УК-7.2
Б1.В.ДВ.03.06	Легкая атлетика	УК-7.1; УК-7.2
Б1.В.ДВ.03.07	Атлетическая гимнастика	УК-7.1; УК-7.2
Б1.В.ДВ.03.08	Аэробика и фитнес технологии	УК-7.1; УК-7.2
Б1.В.ДВ.03.09	Единоборства	УК-7.1; УК-7.2
Б1.В.ДВ.03.10	Плавание	УК-7.1; УК-7.2
Б1.В.ДВ.03.11	Физическая рекреация	УК-7.1; УК-7.2
Б2	Практика	УК-1; УК-2; УК-3; УК-6; УК-9; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; SS-1; SS-2; SS-3; BD-1; BD-2; BD-3; ML-1; ML-2; ML-3; ML-4; ML-5; ML-6; ML-7; O -1; O -3; DL-1; DL-2; DL-3; DL-4; FC-1; FC-2; LLM-3; PL-1; PL-2; PL-3; E1; Bld-1
Б2.О	Обязательная часть	УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; SS-1; SS-2; SS-3; BD-1; BD-2; BD-3; PL-1; PL-2; PL-3
Б2.О.01	Учебная практика	УК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-3.1; ОПК-3.2; SS-1.1; SS-1.2; SS-2.1; SS-2.2; SS-3.1; SS-3.2; SS-3.3; BD-1.1; BD-1.2; BD-1.3; BD-2.1; BD-2.2; BD-2.3; BD-3.1; PL-1.1; PL-1.2; PL-2.1; PL-2.2; PL-3.1; PL-3.2
Б2.О.01.01(У)	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	УК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-3.1; ОПК-3.2; SS-1.1; SS-1.2; SS-2.1; SS-2.2; SS-3.1; SS-3.2; SS-3.3; BD-1.1; BD-1.2; BD-1.3; BD-2.1; BD-2.2; BD-2.3; BD-3.1; PL-1.1; PL-1.2; PL-2.1; PL-2.2; PL-3.1; PL-3.2
Б2.В	Часть, формируемая участниками образовательных отношений	УК-1; УК-2; УК-3; УК-6; УК-9; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; SS-2; SS-3; ML-1; ML-2; ML-3; ML-4; ML-5; ML-6; ML-7; O -1; O -3; DL-1; DL-2; DL-3; DL-4; FC-1; FC-2; LLM-3; E1; Bld-1

Б2.В.01	Производственная практика	УК-1.1; УК-2.1; УК-3.1; УК-6.1; УК-9.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; SS-2.2; SS-3.2; ML-1.1; ML-1.2; ML-1.3; ML-2.1; ML-2.2; ML-2.3; ML-3.1; ML-3.2; ML-4.2; ML-4.3; ML-5.1; ML-5.2; ML-6.2; ML-7.1; ML-7.2; O -1.1; O -1.2; O -3.1; O -3.2; O -3.3; DL-1.1; DL-1.2; DL-1.3; DL-1.4; DL-1.5; DL-1.6; DL-2.1; DL-3.1; DL-3.3; DL-4.1; DL-4.2; DL-4.3; FC-1.1; FC-1.2; FC-2.1; FC-2.2; FC-2.3; FC-2.4; LLM-3.4; LLM-3.5; LLM-3.6; LLM-3.7; E1.1; E1.2; E1.3; E1.4; Bld-1.1; Bld-1.2; Bld-1.3; Bld-1.4; Bld-1.5; Bld-1.6; Bld-1.7
Б2.В.01.01(П)	технологическая (проектно-технологическая) практика	УК-1.1; УК-2.1; УК-3.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ML-2.1; ML-2.2; ML-3.1; ML-3.2; ML-4.2; ML-4.3; ML-5.1; ML-5.2; ML-6.2; ML-7.1; ML-7.2; O -3.1; O -3.2; O -3.3; DL-1.1; DL-1.2; DL-1.3; DL-1.4; DL-1.5; DL-1.6; DL-2.1; DL-3.1; DL-4.1; DL-4.2; LLM-3.4; LLM-3.5; LLM-3.6
Б2.В.01.02(П)	проектная работа	УК-6.1; УК-9.1; ML-1.1; ML-2.1; ML-2.2; ML-2.3; ML-3.1; O -1.1; FC-1.1; FC-1.2; FC-2.1; FC-2.2; FC-2.3; FC-2.4; LLM-3.5; LLM-3.6; E1.1; E1.2; E1.3; E1.4; Bld-1.1; Bld-1.2; Bld-1.3; Bld-1.4; Bld-1.5; Bld-1.6; Bld-1.7
Б2.В.01.03(Пд)	преддипломная практика	УК-1.1; УК-2.1; УК-6.1; SS-2.2; SS-3.2; ML-1.2; ML-1.3; ML-2.1; ML-2.2; ML-2.3; ML-4.2; ML-4.3; O -1.2; O -3.2; O -3.3; DL-3.3; DL-4.3; LLM-3.5; LLM-3.6; LLM-3.7
Б3	Государственная итоговая аттестация	УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; УК-7; УК-8; УК-9; УК-10; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОПК-7; ОПК-8; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; LC-1; LC-2; LC-3; LC-4; LC-5; LC-6; MF-1; MF-2 ; MF-3; MF-4; MF-6; SS-1; SS-2; SS-3; BD-1; BD-2; BD-3; ML-1; ML-2; ML-3; ML-4; ML-5; ML-6; ML-7; ML-8; O -1; O -3; DL-1; DL-2; DL-3; DL-4; DL-5; FC-1; FC-2; LLM-1; LLM-2; LLM-3; PL-1; PL-2; PL-3; H-1; E1; Bld-1; AI S-1
Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; УК-7; УК-8; УК-9; УК-10; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОПК-7; ОПК-8; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; LC-1; LC-2; LC-3; LC-4; LC-5; LC-6; MF-1; MF-2 ; MF-3; MF-4; MF-6; SS-1; SS-2; SS-3; BD-1; BD-2; BD-3; ML-1; ML-2; ML-3; ML-4; ML-5; ML-6; ML-7; ML-8; O -1; O -3; DL-1; DL-2; DL-3; DL-4; DL-5; FC-1; FC-2; LLM-1; LLM-2; LLM-3; PL-1; PL-2; PL-3; H-1; E1; Bld-1; AI S-1
Б3.02(Д)	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; УК-7; УК-8; УК-9; УК-10; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОПК-7; ОПК-8; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; LC-1; LC-2; LC-3; LC-5; LC-6; MF-1; MF-2 ; MF-3; MF-4; MF-6; SS-1; SS-2; SS-3; BD-1; BD-2; BD-3; ML-1; ML-2; ML-3; ML-4; ML-5; ML-6; ML-7; ML-8; O -1; O -3; DL-1; DL-2; DL-3; DL-4; DL-5; FC-1; FC-2; LLM-1; LLM-2; LLM-3; PL-1; PL-2; PL-3; H-1; E1; Bld-1; AI S-1
ФТД	Факультативы	ОПК-1; BD-1; BD-3; ML-1; DL-1; DL-2; DL-3
ФТД.01	Управление жизненным циклом ИИ-продукта	BD-3.1; DL-1.1; DL-1.2; DL-3.1; DL-3.2
ФТД.02	Современные методы фронтальных исследований ИИ	BD-1.1; ML-1.1; ML-1.2; ML-1.3; DL-2.1; DL-2.2; DL-3.1
ФТД.03	Случайные процессы	ОПК-1.1; ОПК-1.2
ФТД.04	Дополнительные главы анализа	ОПК-1.1; ОПК-1.2

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

Б2.В.01.01(П) «Технологическая (проектно-технологическая) практика»

1. Цели Производственной практики (Технологическая (проектно-технологическая) практика).

Целью прохождения

Прохождение Производственной практики (Технологическая (проектно-технологическая) практика) - одно из основных условий становления специалиста и является важным этапом практического применения полученных теоретических знаний. В период практики осуществляется непосредственная связь теоретической подготовки студента и его будущей профессиональной деятельности.

Основная цель практики - формирование у будущих специалистов практических навыков в области прикладной математики и информатики.

2. Задачи Производственной практики (Технологическая (проектно-технологическая) практика):

1. Изучение студентом деятельности по анализу литературы, сбору данных и построению алгоритмов решения практических задач.
2. Проверка степени готовности будущего бакалавра к самостоятельной работе.
3. Приобретение практических навыков (опыта практической деятельности) в использовании знаний, умений и навыков в области искусственного интеллекта (ИИ).
4. Получение практического опыта решения задач ИИ в производственной сфере на площадках индустриальных партнёров.

3. Место производственной практики (Технологическая (проектно-технологическая) практика) в структуре ООП.

Производственная практика (Технологическая (проектно-технологическая) практика) относится к вариативной части Блок 2 ПРАКТИКИ.

Усвоение знаний, полученных студентами на производственной практике, призвано повысить их профессионализм и компетентность, а также способствовать развитию у студентов творческого мышления, системного подхода к построению информационных технологий на предприятиях и в организациях.

Практика проводится на базе индустриальных партнеров под руководством представителей центра искусственного интеллекта и индустриального партнера.

Практика базируется на освоении следующих дисциплин:

Физическая культура и спорт, Математический анализ, Алгебра и геометрия, Дифференциальные уравнения, Курс теории вероятностей, Методы математической физики, Фундаментальные дискретные модели, Основы программирования, Алгоритмы и структуры данных, Базы данных, WEB-разработка, Физическая теория функционирования компьютера, Администрирование информационных сетей, Объектно-ориентированное программирование, Численные методы, Аналитика данных, Многомерный статистический анализ, Технологии управления данными NoSQL, Операционные системы, Параллельное и низкоуровневое программирование, Обработка данных на Python, Технологии обработки больших данных, Современные экономико-информационные системы, Математические модели нейронных сетей, Технологии интеллектуальной поддержки принятия решений и управления, А/В-тестирование и Uplift-моделирование, Машинное обучение, Разработка ИИ-решений для индустрии, Промпт инжиниринг в профессиональной деятельности, Инструментальные средства нейросетевого моделирования, Нейросетевые технологии, Технологии компьютерного зрения, Технологии создания и поддержки ПО,

4. Тип (форма) и способ проведения производственной практики.

Тип производственной практики: Технологическая (проектно- технологическая) практика.

Способ проведения производственной практики (Технологическая (проектно-технологическая) практика): стационарная; выездная.

Практика проводится в следующей форме: дискретно по видам практик — путем выделения в календарном учебном графике непрерывного периода учебного времени для проведения каждого вида (совокупности видов) практики.

Производственная практика проводится на базе индустриальных партнеров центра искусственного интеллекта (ЦИИ).

Сроки прохождения практики определяются учебным планом и календарным графиком.

5. Перечень планируемых результатов обучения при прохождении Производственной практики (Технологическая (проектно- технологическая) практика), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО и учебным планом.

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

УК-1.1 *Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор*

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*

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*

ПК-1 Способен решать актуальные и значимые задачи прикладной информатики

ПК-1.1 *Умеет анализировать и формулировать требования к решению прикладных задач в области информатики*

ПК-1.2 *Применяет современные технологии и методы прикладной информатики, разрабатывает эффективные решения*

ПК-2 Способен участвовать в исследовании новых математических моделей в прикладных областях

ПК-2.1 *Умеет анализировать и адаптировать существующие математические модели для решения прикладных задач в конкретной предметной области*

ПК-2.2 *Способен предлагать и обосновывать новые математические подходы для моделирования процессов в прикладных исследованиях*

ПК-3	Способен применять современные информационные технологии при проектировании, реализации, оценке качества и анализе эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях
ПК-3.1	<i>Использует современные решения и технологии проектирования при разработке программного обеспечения</i>
ПК-3.2	<i>Использует современные языки и системы программирования, технологии проектирования программного обеспечения</i>
ПК-3.3	<i>Применяет критерии и методики оценки эффективности проектного решения при разработке отдельных программно-аппаратных компонентов информационных систем</i>
ПК-4	Способность анализировать цифровой след в соответствии с моделью деятельности человека (группы людей) и информационно-коммуникационной системой (ИКС) для выявления закономерностей, прогнозирования поведения и принятия управленческих решений
ПК-4.1	<i>Умение применять методы сбора и обработки цифрового следа для построения и анализа моделей деятельности человека/группы</i>
ПК-4.2	<i>Интеграция данных в ИКС и интерпретация результатов, прогнозирование и рекомендации на основе анализа</i>
ML-2	(П) Способен применять фундаментальные принципы и методы машинного обучения включая подготовку данных оценку качества моделей и работу с признаками
ML-2.1	<i>Различает основные типы задач машинного обучения и применяет на практике принципы их решения</i>
ML-2.2	<i>Применяет методы предварительной обработки данных и работы с признаками</i>
ML-3	(П) Способен применять классические алгоритмы машинного обучения с пониманием их математических основ и областей применения
ML-3.1	<i>Обосновывает способы и варианты применения классических методов и моделей машинного обучения в задачах ИИ, включая их математическое (алгоритмическое) преобразование и адаптацию к специфике задачи.</i>
ML-3.2	<i>Эффективно применяет классические методы и модели машинного обучения для обеспечения достижимости функциональных характеристик систем ИИ</i>
ML-4	(П) Способен применять методы обучения без учителя для анализа структуры данных и выявления скрытых закономерностей
ML-4.2	<i>Выявляет аномалии и применяет методы поиска ассоциативных правил</i>
ML-4.3	<i>Оценивает качество результатов обучения без учителя</i>
ML-5	(П) Способен разрабатывать и (или) применять методы повышения устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов МО
ML-5.1	<i>Обосновывает способы и варианты применения методов повышения устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов МО задачах ИИ, включая их преобразование и адаптацию к специфике задачи</i>
ML-5.2	<i>Применяет методы повышения устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов МО для проверки разведочных гипотез и подготовки данных к применению современных методов ИИ</i>

ML-6	(Б) Способен применять алгоритмы обучения с подкреплением
ML-6.2	<i>Применяет методы повышения устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов обучения с подкреплением для проверки разведочных гипотез и подготовки данных к применению современных методов ИИ</i>
ML-7	(П) Способен применять автоматическое машинное обучение
ML-7.1	<i>Обосновывает способы и варианты применения алгоритмов автоматического машинного обучения в задачах ИИ, включая их преобразование и адаптацию к специфике задачи</i>
ML-7.2	<i>Применяет методы повышения устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов автоматического машинного обучения для проверки разведочных гипотез и подготовки данных к применению современных методов ИИ</i>
O -3	(Б) Способен применять и (или) разрабатывать интеллектуальные методы оптимизации
O -3.1	<i>Обосновывает способы и варианты применения интеллектуальных методов оптимизации в задачах ИИ, включая их математическое (алгоритмическое) преобразование и адаптацию к специфике задачи</i>
O -3.2	<i>Эффективно применяет интеллектуальные методы оптимизации для обеспечения достижимости функциональных характеристик систем ИИ</i>
O -3.3	<i>Оценивает результативность применения интеллектуальных методов оптимизации в задачах ИИ на основе сопоставления с аналогами</i>
DL-1	(П) Способен применять и (или) разрабатывать архитектуры глубоких нейронных сетей
DL-1.1	<i>Способен объяснять и применять математические основы нейронных сетей, включая расчет градиентов, методы оптимизации и алгоритм обратного распространения ошибки (backpropagation), для эффективного обучения моделей.</i>
DL-1.2	<i>Способен проектировать и реализовывать неглубокие нейронные сети (перцептроны, MLP), выбирать appropriate функции активации и регуляризации для решения задач классификации и регрессии</i>
DL-1.3	<i>Способен применять современные архитектуры глубоких сетей для решения различных задач, понимая их внутреннюю структуру и особенности обучения.</i>
DL-1.4	<i>Способен разрабатывать и оптимизировать специализированные архитектуры для работы с изображениями и последовательностями, учитывая их уникальные свойства.</i>
DL-1.5	<i>Способен разрабатывать, адаптировать и внедрять генеративные нейронные сети для решения практических задач, включая создание новых архитектур, оптимизацию обучения и промышленное развертывание моделей</i>
DL-1.6	<i>Способен разрабатывать, оптимизировать и применять автоэнкодеры (AE) и вариационные автоэнкодеры (VAE) для решения задач снижения размерности, генерации данных и обнаружения аномалий, включая создание архитектур, обучение моделей и их внедрение в продуктивную среду</i>
DL-2	(Б) Способен применять и (или) разрабатывать современные архитектуры генеративных глубоких сетей
DL-2.1	<i>Применяет известные архитектуры генеративных глубоких нейронных сетей для решения прикладной задачи (генерация текста, генерация</i>

изображений по тексту, синтез речи и т.д.), при необходимости проводя дообучение на наборах данных

- DL-3 (II) 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
- DL-4 (II) 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
- DL-4.2** Определяет стек технологий, методов и алгоритмов для построения продуктов с обработкой естественного языка (диалоговые системы, вопросно-ответные системы, рекомендательные системы и т.д.)
- LLM-3 (II) Организует взаимодействие с генеративными моделями через проектирование, анализ и применение промптов**
- LLM-3.4** Разрабатывает дизайн и структуру промптов
- LLM-3.5** Использует методы контроля и выравнивания
- LLM-3.6** Анализирует и отлаживает промпты

6. Структура и содержание Производственной практики (Технологическая (проектно- технологическая) практика)

Общая трудоёмкость практики составляет 6 зач. ед. (216 часов), в том числе 180 часов в форме практической подготовки, их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			6			
Контактная работа, в том числе:		48	48			
Аудиторные занятия (всего)		-	-			
В том числе:						
Занятия лекционного типа		-	-			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-			
Лабораторные занятия		-	-			
Иная контактная работа:		48	48			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		-	-			
Промежуточная аттестация (ИКР)		148	148			
Самостоятельная работа (всего)		168	168			
Проработка теоретического материала		40	40			
Выполнение практических заданий (подготовка отчета)		124	124			
Подготовка к текущему контролю		4	4			
Контроль:						
Подготовка к экзамену			-			
Общая трудоемкость	час.	216	216		-	-

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			6			
	в том числе контактная работа	48	48			
	зач. ед	6	6			

Содержание разделов программы практики, распределение бюджета времени практики на их выполнение представлено в таблице

№ п/п	Разделы (этапы) практики по видам производственной деятельности, включая самостоятельную работу	Содержание раздела	Бюджет времени, (недели, дни)
	Подготовительный этап		
1.	Ознакомительная (установочная) лекция, включая инструктаж по технике безопасности Раздача учебных задач	Ознакомление с целями, задачами, содержанием и организационными формами (вид) практики; Изучение правил внутреннего распорядка; Прохождение инструктажа по технике безопасности Получение учебных задач	1 день
2.	Изучение специальной литературы и другой научно-технической информации о достижениях отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний	Проведение обзора публикаций по теме математических методов и моделей	1 день
	Экспериментальный (учебный) этап		
3.	Работа на рабочем месте, сбор материалов	Работа с источниками информации для нахождения алгоритма решения задачи	1-ая неделя практики
4.	Разработка алгоритма решения задачи	Разработка алгоритма решения задачи	1-2-ая неделя практики
5.	Программирование разработанного алгоритма	Программирование разработанного алгоритма	2-3-ая неделя практики
6.	Проведение тестового запуска программы	Отладка программы, решающей поставленную производственную задачу	4-ая неделя практики
	Подготовка отчета по практике		
7.	Обработка и систематизация материала, написание отчета	Самостоятельная работа по составлению и оформлению отчета по результатам прохождения производственной практике	4-ая неделя практики

Продолжительность каждого вида работ, предусмотренного планом, уточняется студентом совместно с руководителем практики.

По итогам Производственной практики (Технологическая (проектно-технологическая) практика) студентами оформляется отчет, в котором излагаются результаты проделанной работы и в систематизированной форме приводится обзор освоенного научного и практического материала.

Форма отчетности - дифференцированный зачет с выставлением оценки.

В процессе прохождения практики, студенты выполняют задачи, поставленные представителями индустриальных партнеров, в частности в рамках следующих кейсов:

1. Генеративный ИИ для автоматического составления инвестиционных обзоров

Описание:

Аналитики Сбера ежедневно составляют десятки аналитических и инвестиционных обзоров по рынкам, компаниям, макроэкономике. Задача — исследовать применение LLM для генерации кратких сводок и аналитических отчетов на основе входных данных: биржевые котировки, макроэкономические показатели, рыночные события.

Цель:

Разработать инструмент, способный по структурированным данным и краткому описанию формировать инвестиционный обзор в деловом стиле.

Ожидаемый результат:

Модель, генерирующая аналитические тексты длиной 500–1000 слов с разделами «обзор событий», «рекомендации», «прогнозы», оформленные в формате банка.

2. НЛП-анализ жалоб клиентов в свободной форме

Описание:

В рамках клиентского сервиса Сбербанк обрабатывает обращения из чатов, мобильного приложения и жалобной формы. Требуется построить модель семантического анализа, выделяющую суть обращения, определяющую тональность и потенциальную серьёзность инцидента.

Цель:

Автоматизировать классификацию обращений для ускорения маршрутизации и выявления повторяющихся болевых точек в продуктах и процессах.

Ожидаемый результат:

Прототип модели, автоматически выделяющей темы жалоб (например, «ошибка в приложении», «двойное списание»), их эмоциональную окраску и критичность.

3. Генерация сценариев фишинговых писем для обучения сотрудников

Описание:

Банк проводит киберучения, включая рассылку тестовых фишинговых писем сотрудникам для повышения их устойчивости к социальным атакам. Проект предполагает использование генеративной модели для создания реалистичных фишинговых писем различных типов (поддельные счета, HR-запросы, ИТ-поддержка).

Цель:

Создать генератор, способный на основе заданных параметров (тема, стиль, уровень угрозы) создавать тексты фишинга для тренировок.

Ожидаемый результат:

Набор разнообразных примеров фишинга и оценка их эффективности по реакции сотрудников, а также классификация моделей угроз.

4. Мультимодальный ассистент для банковских отделений**Описание:**

Физические отделения Сбербанка внедряют интерактивных консультантов. Предполагается создание мультимодального ИИ-ассистента, который воспринимает речь и визуально ориентируется в пространстве (распознаёт клиента, документы, банкоматы), а также отвечает голосом.

Цель:

Разработать базовый прототип, имитирующий функциональность помощника: ответы на типовые запросы, визуальные подсказки, навигация по отделению.

Ожидаемый результат:

Интерактивная модель, объединяющая голосовой ввод, зрительное восприятие (например, QR-код паспорта), текстовый вывод и жестовую реакцию.

5. Объяснимость и контроль генеративных моделей в банковском ИИ**Описание:**

Банк активно использует LLM и NLP-сервисы (в чат-ботах, генерации шаблонов ответов, автоответах на e-mail), однако встает вопрос: как объяснять и контролировать поведение таких моделей, особенно в юридически значимых коммуникациях?

Цель:

Исследовать подходы к трассировке решений LLM (например, через логирование reasoning chain, пост-фильтрацию ответов, встроенные правила).

Ожидаемый результат:

Концепция системы explainability + compliance-модуля, обеспечивающего соответствие генерации стандартам банка и регулятора.

6. Генерация пользовательских сценариев работы в мобильном приложении**Описание:**

Банк хочет использовать генеративный ИИ для быстрой симуляции пользовательских сценариев — например, как клиент оформляет вклад, переводит средства, получает уведомление о риске мошенничества.

Цель:

Разработать генератор пошаговых сценариев пользовательского поведения с вариативностью (молодой клиент, пенсионер, ИП).

Ожидаемый результат:

Набор автоматически сгенерированных UX-сценариев, оформленных в виде сценариев для QA или UX-исследований, с логикой действий и типичными ошибками пользователя.

7. Генерация synthetic data для банковских моделей**Описание:**

Модели в Сбере требуют большого объема транзакционных и клиентских данных, которые нельзя использовать напрямую из-за требований ЦБ и ФЗ-152. Задача — разработать метод генерации синтетических банковских данных, максимально близких к реальным по распределениям и поведению.

Цель:

Создать безопасный pipeline генерации данных (например, транзакций, профилей клиентов, шаблонов расходов) для обучения моделей.

Ожидаемый результат:

Синтетический датасет и отчет о метриках приближенности к реальному (TSNE, K-L divergence и др.), с оценкой пригодности для обучения скоринговых или антифрод-моделей.

8. Модель анализа инвестиционной привлекательности малого бизнеса**Описание:**

Банк активно развивает кредитование и инвестиционные инструменты для малого и среднего предпринимательства (МСП). Требуется создать модель, которая на основе открытых и банковских данных (выручка, расходы, тип деятельности, отзывы, онлайн-активность) оценивает инвестиционную привлекательность МСП.

Цель:

Разработать систему рейтинговой оценки компаний малого бизнеса с возможностью визуализации факторов и динамики показателей.

Ожидаемый результат:

Модель, присваивающая компании инвестиционный рейтинг (например, А–Е), объясняющая ключевые параметры и дающая рекомендации для инвестора.

9. Индивидуальная оценка кредитоспособности клиента на основе поведенческих данных**Описание:**

Современный кредитный скоринг выходит за рамки финансовых данных. Необходимо исследовать, как поведенческие и цифровые следы (частота входа в мобильный банк, способы оплаты, география, время отклика) влияют на персональную оценку риска.

Цель:

Разработать ML-модель, оценивающую вероятность дефолта по нестандартным поведенческим признакам (возможно — с explainable AI).

Ожидаемый результат:

Прототип скоринговой модели, которая, помимо стандартных данных, учитывает цифровой профиль клиента и объясняет решения (SHAP, LIME и др.).

10. Предиктивная аналитика возврата инвестиций по инфраструктурным проектам**Описание:**

В ряде случаев Сбербанк выступает участником/инвестором в региональных инфраструктурных проектах (жилые массивы, дороги, технопарки). Задача — оценить прогнозируемую эффективность вложений с учётом демографии, миграции, экономической активности.

Цель:

Разработать модель, прогнозирующую ROI на горизонте 3–5 лет, используя внешние источники данных: Росстат, ЕГРЮЛ, кадастр, соцмедиа.

Ожидаемый результат:

Аналитическая модель с возможностью геовизуализации и сценарного анализа (рост/спад, госпрограммы, смена трафика и т.п.).

11. Анализ поведения пользователей в экосистеме цифрового рубля**Описание:**

Сбербанк участвует в пилотных проектах по внедрению цифрового рубля. Интерес представляет исследование пользовательских паттернов: как изменяются модели потребления, скорости операций, уровень доверия, сравнение с классическим безналом.

Цель:

Построить модель анализа поведения клиентов, участвующих в транзакциях с цифровым рублем: частота, средний чек, контексты.

Ожидаемый результат:

Отчёт и ML-модель, классифицирующая типы пользователей и выявляющая ключевые различия в предпочтениях и барьерах цифровой валюты.

12. Анализ поведения пользователей в экосистеме цифрового рубля**Описание:**

Сбербанк заинтересован в сравнении text2video / text2img моделей (открытые модели, особенно китайские). Задача требует применения облачных ресурсов партнера для машинного обучения. От студентов требуется навык запуска открытых моделей, планирования, структурирования и логирования экспериментов, совместной работы. Задача может быть распараллелена для сравнения множества моделей независимо в группе студентов.

Цель:

Провести сравнение работы актуальных открытых моделей text2video / text2img.

Ожидаемый результат:

Таблица с результатами экспериментов модель / репозиторий / функционал / требования /

оценка производительности / X примеров генераций (было/стало), human_eval по принципу арены (какая лучше)

13. LLM и RAG для BI-системы Fastboard

Описание:

Для разрабатываемой компанией BI-системы Fastboard требуется разработать интерфейс на естественном языке для построения отчетов на больших массивах данных в ClickHouse. С помощью LLM необходимо классифицировать запросы пользователей на естественном языке и извлекать фактические параметры для дальнейшего вызова веб-сервиса отчетов.

Цель:

Разработать промпты для классификации и обработки запросов пользователей LLM и преобразования их к вызовам типовых отчетов с фактическими параметрами, извлекаемыми из запроса.

Ожидаемый результат:

Инструмент на основе LLM, позволяющий запрашивать данные о продажах.

14. Анализ обращений клиентов и CRM-переписки

Описание:

В службе клиентского сервиса застройщика ежедневно обрабатываются десятки обращений (e-mail, звонки, мессенджеры). Требуется реализовать систему семантического анализа и классификации NLU: выявлять суть обращений, уровень удовлетворенности, отслеживать повторяющиеся запросы.

Цель:

Автоматизировать первичный разбор и маршрутизацию запросов по тематике (сдача объекта, отделка, документы, жалоба и т.д.).

Ожидаемый результат:

Прототип, который выделяет суть обращений и формирует дашборд по текущим «болям» клиентов.

15. Генеративный ИИ для создания проектной документации по ТЗ

Описание:

В рамках проектирования объектов девелоперской компании архитекторы и инженеры тратят значительное время на подготовку текстовой проектной документации (обоснование решений, пояснительные записки, описания инженерных систем). Задача — исследовать возможность использования LLM для генерации черновиков проектной документации на основе исходных данных: этажность, материалы, климат, назначение, нормы.

Цель:

Разработать прототип текстового генератора, который помогает специалистам быстрее формировать документацию в соответствии с шаблонами и нормативами.

Ожидаемый результат:

Инструмент на основе LLM, создающий логически стройный и нормативно грамотный текст, поддающийся быстрой редакции инженером.

16. Мультимодальный агент для анализа строительных площадок

Описание:

ООО «АВА ЛАБ» разрабатывает систему для мониторинга строительных объектов. Требуется создать прототип мультимодального ИИ-агента, способного анализировать изображения со стройплощадки (видео/фото), а также принимать голосовые и текстовые запросы (например, «проверь монтаж перекрытия на 5 этаже»).

Цель:

Объединить возможности компьютерного зрения (распознавание стадии строительства, техники, нарушений) и НЛП (понимание запросов, отчётов).

Ожидаемый результат:

Интерактивный агент, который на запрос специалиста может показать нужный участок, прокомментировать прогресс, зафиксировать нарушения.

17. Генерация рекламного контента для жилых комплексов

Описание:

«АВА ГРУПП» регулярно запускает маркетинговые кампании для жилых комплексов. Необходимо исследовать использование диффузионных моделей для генерации изображений (визуализации интерьеров, окрестностей, видов из окон) и LLM — для описаний квартир, преимуществ района, инфраструктуры.

Цель:

Создать инструменты для быстрой генерации продающих материалов без привлечения дизайнеров и копирайтеров на первых этапах.

Ожидаемый результат:

Набор сгенерированных карточек объектов с текстом, изображением и логикой «живого» рекламного сообщения.

18. Генерация документации и шаблонов договоров

Описание:

Юридический департамент регулярно работает с договорами долевого участия, актами приёма-передачи и другими документами. Использование LLM может значительно сократить время на подготовку черновиков — достаточно ввести параметры сделки.

Цель:

Создать систему, которая генерирует адаптированные тексты документов по вводным данным (тип объекта, этаж, площадь, ФИО, сроки и пр.).

Ожидаемый результат:

Генератор документов в формате Word или PDF с автоматической подстановкой параметров и соблюдением юридического стиля.

19. Модель прогнозирования сроков сдачи объектов на основе текстовых и визуальных данных

Описание:

Девелоперская компания ведёт аналитический архив по срокам строительства. С

помощью мультимодальных моделей (текстовые отчёты + фото стройки) можно прогнозировать вероятность отклонения от графика сдачи.

Цель:

Разработать модель, которая по текущему статусу объекта (фото, отчёт СМР) оценивает риски задержек.

Ожидаемый результат:

Прототип, который показывает вероятность отклонений и даёт текстовые пояснения (основанные на распознанных признаках — «не завершены фасадные работы», «монтаж инженерии не начат»).

20. Обратная генерация — ИИ-помощник для покупателей квартир

Описание:

Будущие покупатели часто задают типовые вопросы о квартирах, планировках, ипотеке, акциях, сроках. Вместо call-центра предлагается реализовать LLM-бота, который обрабатывает текстовые и голосовые запросы, показывает планировки, ссылается на PDF-документы и может «объяснять» информацию простым языком.

Цель:

Упростить коммуникацию с клиентами на этапе выбора квартиры и повысить качество первичного контакта.

Ожидаемый результат:

Демо-бот, способный отвечать на вопросы о жилом комплексе, ориентируясь в его характеристиках и маркетинговых документах.

7. Формы образовательной деятельности в ходе прохождения обучающимися практики

Практика проводится:

в форме контактной работы обучающихся с руководителем практики, включает в себя проведение установочной и заключительной конференций, составление рабочего графика (плана) проведения практики, разработке индивидуальных заданий, выполняемых в период практики, оказание методической помощи по вопросам прохождения практики, осуществление текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации;

в форме практической подготовки путем непосредственного выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;

в форме самостоятельной работы обучающихся;

в иных формах, к которым относится проведение руководителем практики инструктажа обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также с правилами внутреннего трудового распорядка, согласование индивидуальных заданий, содержания и планируемых результатов практики, осуществление координационной работы и консультирования обучающихся в период прохождения практики, оценка результатов прохождения практики.

8. Формы отчетности Производственной практики (Технологическая (проектно-технологическая) практика).

В качестве основной формы отчетности по практике устанавливается письменный отчет. Макет отчета по практике приведен в приложении.

В качестве основной формы отчетности по практике устанавливается письменный отчет.

В отчет по практике входят:

1. Отчет по практике.
2. Дневник прохождения выездной практики.
3. Индивидуальное задание, выполняемое в период проведения практики.
4. Оценочный лист результатов прохождения практики.

Отчет о практике содержит сведения о конкретно выполненной работе в период практики, результат выполнения индивидуального задания.

Отчет должен включать следующие основные части:

Титульный лист

Оглавление,

Введение: цель, место, дата начала и продолжительность практики, перечень основных работ и заданий, выполняемых в процессе практики.

Основная часть: описание организации работы в процессе практики, практических задач, решаемых студентом за время прохождения практики.

Раздел 1.

1.1.

1.2.

Раздел 2.

2.1.

1.2.

Заключение: необходимо описать навыки и умения, приобретенные за время практики и сделать индивидуальные выводы о практической значимости для себя проведенного вида практики.

Список использованной литературы

Приложения

Отчет может быть иллюстрирован таблицами, графиками, схемами, заполненными бланками, рисунками.

Требования к отчету:

- титульный лист должен быть оформлен в соответствии с требованиями;
- текст отчета должен быть структурирован, названия разделов и подразделов должны иметь нумерацию с указанием страниц, с которых они начинаются;
- нумерация страниц, таблиц и приложений должна быть сквозной.
- текст отчета набирается в Microsoft Word и печатается на одной стороне стандартного листа бумаги формата А-4: шрифт Times New Roman – обычный, размер 14 пт; междустрочный интервал – полуторный; левое, верхнее и нижнее – 2,0 см; правое – 1,0 см; абзац – 1,25. Объем отчета должен быть: 5-15 страниц.

При выборе обучающимся выездной формы прохождения практики заполняется дневник прохождения выездной практики, в котором отражается информация о выполненной студентом работе.

Перечень заданий и планируемых результатов прохождения практики отражается в индивидуальном задании, выдаваемом руководителем практики.

Оценка результатов работы обучающегося отражается в оценочном листе. В случае проведения практики вне ФГБОУ ВО «КубГУ» общая оценка выставляется руководителем

практики от организации, на базе которой проводилась практика. Оценивание результатов освоения компетенций проводится руководителем от вуза.

9. Образовательные технологии, используемые на практике.

При проведении практики используются образовательные технологии в форме консультаций руководителей практики от университета и руководителей практики от профильной организации, а также в виде самостоятельной работы студентов.

Кроме традиционных образовательных, научно-исследовательских технологий, используемых в процессе практической деятельности, используются и интерактивные технологии (анализ и разбор конкретных ситуаций, подготовка на их основе рекомендаций) с включением практикантов в активное взаимодействие всех участвующих в процессе делового общения.

Практика носит практический характер, при ее проведении используются образовательные технологии в форме консультаций преподавателей–руководителей практики от университета и руководителей практики от промышленных партнеров, а также в виде самостоятельной работы студентов.

Кроме традиционных образовательных, научно-исследовательских технологий, используемых в процессе практической деятельности, используются и интерактивные технологии (анализ и разбор конкретных ситуаций, подготовка на их основе рекомендаций) с включением практикантов в активное взаимодействие всех участвующих в процессе делового общения.

Образовательные технологии при прохождении практики включают в себя: инструктаж по технике безопасности; первичный инструктаж на рабочем месте; организационно-информационные технологии (присутствие на собраниях, совещаниях, «планерках», нарядах и т.п.); информационно-коммуникационные технологии (информация из Интернет, радио и телевидения; аудио- и видеоматериалы; работу в библиотеке (уточнение содержания учебных и научных проблем, профессиональных и научных терминов, экономических и статистических показателей, изучение содержания государственных стандартов по оформлению отчетов о научно-исследовательской работе и т.п.)

Научно-исследовательские технологии при прохождении практики включают в себя: определение проблемы, объекта и предмета исследования, постановку задачи; разработку инструментария исследования; сбор, обработка, анализ и предварительную систематизацию фактического и литературного материала; использование информационно-аналитических компьютерных программ и технологий; формулирование выводов по общей части программы практики; экспертизу результатов практики (оформление отчета о практике).

10. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов на Производственной практике (Практике по получению первичных профессиональных умений и навыков)

Учебно-методическим обеспечением самостоятельной работы студентов при прохождении Производственной практики (Технологическая (проектно- технологическая) практика) являются:

1. производственная литература;
2. нормативные документы, регламентирующие прохождение практики студентом;
3. методические разработки для студентов, определяющие порядок прохождения и содержание практики по получению профессиональных умений.

Самостоятельная работа студентов во время прохождения практики включает:

- оформление итогового отчета по практике.
- анализ научных публикации по заранее определённой руководителем практики теме;
- анализ и обработку информации, полученной ими при прохождении практики по получению профессиональных умений.
- работу с научной, производственной и методической литературой,

- работа с конспектами лекций, ЭБС.
- и т.д.

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

11. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по практике.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Разделы (этапы) практики по видам производственной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся		Формы текущего контроль	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования
	Подготовительный этап			
1.	Ознакомительная (установочная) лекция, включая инструктаж по технике безопасности Раздача учебных задач	УК-1.1; УК-2.1; УК-3.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ML-2.1; ML-2.2; ML-3.1; ML-3.2; ML-4.2; ML-4.3; ML-5.1; ML-5.2; ML-6.2; ML-7.1; ML-7.2; О -3.1; О -3.2; О -3.3; DL-1.1; DL-1.2; DL-1.3; DL-1.4; DL-1.5; DL-1.6; DL-2.1; DL-3.1; DL-4.1; DL-4.2; LLM-3.4; LLM-3.5; LLM-3.6	Записи в журнале инструктажа.	Прохождение инструктажа по технике безопасности Изучение правил внутреннего распорядка
2.	Изучение специальной литературы и другой научно-технической информации о достижениях отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний	УК-1.1; УК-2.1; УК-3.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ML-2.1; ML-2.2; ML-3.1; ML-3.2; ML-4.2; ML-4.3; ML-5.1; ML-5.2; ML-6.2; ML-7.1; ML-7.2; О -3.1; О -3.2; О -3.3; DL-1.1; DL-1.2; DL-1.3; DL-1.4; DL-1.5; DL-1.6; DL-2.1; DL-3.1; DL-4.1; DL-4.2; LLM-3.4; LLM-3.5; LLM-3.6	Собеседование	Проведение обзора публикаций
3.	Экспериментальный (учебный) этап			

4.	Работа на рабочем месте, сбор материалов	УК-1.1; УК-2.1; УК-3.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ML-2.1; ML-2.2; ML-3.1; ML-3.2; ML-4.2; ML-4.3; ML-5.1; ML-5.2; ML-6.2; ML-7.1; ML-7.2; О -3.1; О -3.2; О -3.3; DL-1.1; DL-1.2; DL-1.3; DL-1.4; DL-1.5; DL-1.6; DL-2.1; DL-3.1; DL-4.1; DL-4.2; LLM-3.4; LLM-3.5; LLM-3.6	Собеседование	Ознакомление с целями, задачами, содержанием и организационным и формами Производственной практики (Технологическая (проектно-технологическая) практика)
5.	Разработка алгоритма решения задачи	УК-1.1; УК-2.1; УК-3.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ML-2.1; ML-2.2; ML-3.1; ML-3.2; ML-4.2; ML-4.3; ML-5.1; ML-5.2; ML-6.2; ML-7.1; ML-7.2; О -3.1; О -3.2; О -3.3; DL-1.1; DL-1.2; DL-1.3; DL-1.4; DL-1.5; DL-1.6; DL-2.1; DL-3.1; DL-4.1; DL-4.2; LLM-3.4; LLM-3.5; LLM-3.6	выполнение индивидуальных заданий	Раздел отчета по практике
6.	Программирование разработанного алгоритма	УК-1.1; УК-2.1; УК-3.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ML-2.1; ML-2.2; ML-3.1; ML-3.2; ML-4.2; ML-4.3; ML-5.1; ML-5.2; ML-6.2; ML-7.1; ML-7.2; О -3.1; О -3.2; О -3.3; DL-1.1; DL-1.2; DL-1.3; DL-1.4; DL-1.5; DL-1.6; DL-2.1; DL-3.1; DL-4.1; DL-4.2; LLM-3.4; LLM-3.5; LLM-3.6	выполнение индивидуальных заданий	Раздел отчета по практике
7.	Проведение тестового запуска программы	УК-1.1; УК-2.1; УК-3.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2;	выполнение индивидуальных заданий	Раздел отчета по практике

		ML-2.1; ML-2.2; ML-3.1; ML-3.2; ML-4.2; ML-4.3; ML-5.1; ML-5.2; ML-6.2; ML-7.1; ML-7.2; O -3.1; O - 3.2; O -3.3; DL-1.1; DL-1.2; DL-1.3; DL-1.4; DL-1.5; DL-1.6; DL-2.1; DL-3.1; DL-4.1; DL-4.2; LLM-3.4; LLM-3.5; LLM-3.6		
8.	Подготовка отчета по практике			
9.	Обработка и систематизация материала, написание отчета	УК-1.1; УК-2.1; УК-3.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ML-2.1; ML-2.2; ML-3.1; ML-3.2; ML-4.2; ML-4.3; ML-5.1; ML-5.2; ML-6.2; ML-7.1; ML-7.2; O -3.1; O - 3.2; O -3.3; DL-1.1; DL-1.2; DL-1.3; DL-1.4; DL-1.5; DL-1.6; DL-2.1; DL-3.1; DL-4.1; DL-4.2; LLM-3.4; LLM-3.5; LLM-3.6	Проверка оформлен ия отчета	Отчет

Текущий контроль предполагает контроль ежедневной посещаемости студентами рабочих мест в индустриальных партнерах и контроль правильности формирования компетенций.

Промежуточный контроль предполагает проведение по окончании практики проверки отчета. Отчет обязательно должен быть заверен подписью руководителя практики от университета и от индустриального партнера.

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Основные признаки уровня (дескрипторные характеристики)
1	Пороговый уровень (уровень, обязательный для всех студентов)	УК-1.1; УК-2.1; УК- 3.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК- 3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ML- 2.1; ML-2.2; ML-3.1; ML-3.2; ML-4.2; ML-4.3; ML-5.1; ML-5.2; ML-6.2; ML-7.1; ML-7.2; O - 3.1; O -3.2; O -3.3; DL-1.1; DL-1.2; DL- 1.3; DL-1.4; DL-1.5; DL-1.6; DL-2.1; DL-	уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности владеть базовыми навыками программирования

		3.1; DL-4.1; DL-4.2; LLM-3.4; LLM-3.5; LLM-3.6	
2	Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)	УК-1.1; УК-2.1; УК-3.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ML-2.1; ML-2.2; ML-3.1; ML-3.2; ML-4.2; ML-4.3; ML-5.1; ML-5.2; ML-6.2; ML-7.1; ML-7.2; О - 3.1; О -3.2; О -3.3; DL-1.1; DL-1.2; DL-1.3; DL-1.4; DL-1.5; DL-1.6; DL-2.1; DL-3.1; DL-4.1; DL-4.2; LLM-3.4; LLM-3.5; LLM-3.6	знать информационные технологии уметь строить оптимальные алгоритмы решения для поставленной производственной задачи владеть углубленными навыками программирования
3	Продвинутый уровень (по отношению к повышенному уровню)	УК-1.1; УК-2.1; УК-3.1; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ML-2.1; ML-2.2; ML-3.1; ML-3.2; ML-4.2; ML-4.3; ML-5.1; ML-5.2; ML-6.2; ML-7.1; ML-7.2; О - 3.1; О -3.2; О -3.3; DL-1.1; DL-1.2; DL-1.3; DL-1.4; DL-1.5; DL-1.6; DL-2.1; DL-3.1; DL-4.1; DL-4.2; LLM-3.4; LLM-3.5; LLM-3.6	уметь решать сложные задачи профессиональной деятельности владеть углубленными навыками программирования

Критерии оценки отчетов по прохождению практики:

1. Полнота представленного материала в соответствии с индивидуальным заданием;
2. Своевременное представление отчёта, качество оформления

Шкала и критерии оценивания формируемых компетенций в результате прохождения (вид) практики

Шкала оценивания	Критерии оценки
	Зачет с оценкой
«Отлично»	Содержание и оформление отчета по практике полностью соответствуют предъявляемым требованиям. Запланированные мероприятия индивидуального плана выполнены.
«Хорошо»	Основные требования к прохождению практики выполнены, однако имеются несущественные замечания по содержанию и оформлению отчета по практике. Запланированные мероприятия индивидуального плана выполнены.
«Удовлетворительно»	Основные требования к прохождению практики выполнены, однако имеются существенные замечания по содержанию и

	оформлению отчета по практике. Запланированные мероприятия индивидуального плана выполнены.
«Неудовлетворительно»	Небрежное оформление отчета по практике. В отчете по практике освещены не все разделы программы практики. Запланированные мероприятия индивидуального плана не выполнены. Отчет по практике не представлен.

12. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

12.1. Учебная литература

1. Колбин, В.В. Математические методы коллективного принятия решений : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 254 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60042.
2. Евсютин, О.О. Сжатие цифровых изображений : учебное пособие / О.О. Евсютин, А.А. Шелупанов, С.К. Росошек, Р.В. Мещеряков. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2013. — 124 с. — : <https://e.lanbook.com/book/55671>.
3. Котов, О.М. Язык C#: краткое описание и введение в технологии программирования : учебное пособие / О.М. Котов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 209 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7996-1094-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275809>
4. Буйначев, С.К. Основы программирования на языке Python : учебное пособие / С.К. Буйначев, Н.Ю. Боклаг ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 92 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7996-1198-9 ; - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275962>
5. Ковган, Н.М. Компьютерные сети : учебное пособие / Н.М. Ковган. - Минск : РИПО, 2014. - 180 с. : схем., ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-985-503-374-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463304>
6. Малявко, А. А. Параллельное программирование на основе технологий openmp, mpi, cuda : учебное пособие для академического бакалавриата / А. А. Малявко. —2-е изд., испр. и доп. —М. : Издательство Юрайт, 2018. —115 с. <https://biblionline.ru/book/46BBEB77-8697-4FF5-BE49-711BB1388D50/parallelnoe-programmirovanie-na-osnove-tehnologiy-openmp-mpi-cuda>
7. Седжвик, Р. Алгоритмы на C++ / Р. Седжвик. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 1773 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429164>
8. Гаврилова, Т.А. Инженерия знаний. Модели и методы : учеб. / Т.А. Гаврилова, Д.В. Кудрявцев, Д.И. Муромцев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 324 с. — :<https://e.lanbook.com/book/81565>.
9. Мейер, Б. Объектно-ориентированное программирование и программная инженерия / Мейер Б. - 2-е изд., испр. - М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 286 с. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=429034&sr=1.
10. Информационные технологии : учебник / Ю.Ю. Громов, И.В. Дидрих, О.Г. Иванова, и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

- профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 260 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-8265-1428-3; - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444641>
11. Баженова, И.Ю. Основы проектирования приложений баз данных / И.Ю. Баженова. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 238 с – <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428933>
 12. Рогозин О. В. Функциональное и рекурсивно-логическое программирование: учебно-методический комплекс. Москва: Евразийский открытый институт, 2009. 139 стр. ISBN: 978-5-374-00182-2
https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=90927
 13. Брокшмидт, К. Программная логика приложений для Windows 8 и их взаимодействие с системой / К. Брокшмидт. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 608 с. : ил.; - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428971>
 14. Аникеев, С.В. Разработка приложений баз данных в Delphi : самоучитель / С.В. Аникеев, А.В. Маркин. - Москва : Диалог-МИФИ, 2013. - 160 с.-
https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=229741&sr=1
 15. Алексеев, А.А. Основы параллельного программирования с использованием Visual Studio 2010 / А.А. Алексеев. -2-е изд., испр. -Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. -332 с.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=428829&sr=1
 16. Теория и практика параллельных вычислений : учебное пособие / Гергель
 17. Сузи, Р.А. Язык программирования Python : курс / Р.А. Сузи. - 2-е изд., испр. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2007. - 327 с. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-9556-0109-0; - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233288>
 18. Мейер, Б. Инструменты, алгоритмы и структуры данных / Б. Мейер. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 543 с. : схем., ил. - Библиогр. в кн. ; То же - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429033>
 19. Ржевский, С.В. Исследование операций : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 476 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32821.
 20. Страуструп, Б. Язык программирования C++ для профессионалов / Б. Страуструп. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2006. - 568 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234816>
 21. Современные информационные технологии : учебное пособие / В.И. Лебедев, О.Л. Серветник, А.А. Плехукина и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 225 с.: ил. - Библиогр. в кн.; - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457747>
 22. Прохорова, О.В. Информационная безопасность и защита информации [Электронный ресурс] : учебник / О.В. Прохорова. - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. - 113 с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438331>.
 23. Кариев, Ч.А. Разработка Windows-приложений на основе Visual C# : учебное пособие / Ч.А. Кариев. - Москва : Интернет-Университет Информационных

- Технологий, 2007. - 768 с. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-9556-0080-2 ; То же - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233307>
24. Программирование и основы алгоритмизации : учебное пособие / В.К. Зольников, П.Р. Машевич, В.И. Анциферова, Н.Н. Литвинов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежская государственная лесотехническая академия». - Воронеж : Воронежская государственная лесотехническая академия, 2011. - 341 с. : ил. ; То же - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142309>
25. Антамошкин, О. А. Программная инженерия. Теория и практика : учебник / О. А. Антамошкин. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2012. - 247 с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363975>.
26. Хабаров, С.П. Интеллектуальные информационные системы. PROLOG – язык разработки интеллектуальных и экспертных систем: учебное пособие для бакалавров и магистров направлений подготовки 230400 Информационные системы и технологии и 230200 Информационные системы [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2013. — 140 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/45746>.

12.2. Периодическая литература

7. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
8. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

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

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

21. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
22. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>
23. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
24. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
25. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных

69. Scopus <http://www.scopus.com/>
70. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
71. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
72. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
73. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
74. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
75. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
76. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
77. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
78. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
79. Nature Journals: <https://www.nature.com/>
80. Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
81. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
82. Nano Database: <https://nano.nature.com/>
83. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>

84. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
85. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы

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

Ресурсы свободного доступа

46. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
47. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
48. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
49. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
50. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
51. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
52. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
53. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
54. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
55. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
56. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
57. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy i otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

25. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
26. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
27. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
28. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
29. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru>;
30. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
31. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

13. Методические указания для обучающихся по прохождению Производственной практики (Технологическая (проектно-технологическая) практика).

Перед началом Производственной практики (Технологическая (проектно-технологическая) практика) студентам необходимо ознакомиться с правилами безопасной работы и пройти инструктаж по технике безопасности.

В соответствии с заданием на практику совместно с руководителем студент составляет план прохождения практики. Выполнение этих работ проводится студентом при систематических консультациях с руководителем практики.

Студенты, направляемые на практику, обязаны:

- явиться на установочное собрание, проводимое руководителем практики;
- детально ознакомиться с программой и рабочим планом практики;
- явиться на место практики в установленные сроки;
- выполнять правила охраны труда и правила внутреннего трудового распорядка;
- выполнять указания руководителя практики, нести ответственность за выполняемую работу;
- проявлять инициативу и максимально использовать свои знания, умения и навыки на практике;
- выполнить программу и план практики, решить поставленные задачи и своевременно подготовить отчет о практике.

Практика для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

14. Материально-техническое обеспечение необходимое для прохождения Производственной практики (Технологическая (проектно- технологическая) практика)

14.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий

1. Облачные платформы и сервисы

cloud.ru, YandexCloud, AWS/GCP/Azure – облачные вычисления

2. Системы управления версиями и коллаборации

Git/GitHub/GitLab – контроль версий кода и совместная разработка

4. Система управления обучением

Moodle – сдача работ

14.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

GitLab, GIT, MLFlow, Docker, Kubernetes, Terraform.

Виртуальные машины, кластер Managed Kubernetes и ресурсы GPU в облаке предоставляется индустриальным партнером ПАО «Сбербанк»:

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

2	Виртуальная машина с GPU	ОС Ubuntu 22.04	1		Шт
		Системный диск SSD	1		Шт
			10		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
		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.

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

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
17.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
18.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
19.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.

Примерная рабочая программа воспитания
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»
на 2025/2026 учебный год

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Концептуально-ценностные основания организации воспитательного процесса при реализации образовательной программы высшего образования (ОП ВО)

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» (далее – КубГУ, Университет) воспринимает образование в строгом соответствии с действующим Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (далее – Федеральный закон № 273-ФЗ), то есть как единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, являющийся общественно значимым благом и осуществляемый в интересах человека, семьи, общества и государства. КубГУ реализует образовательную деятельность как неотъемлемую часть государственной политики, направленную на созидание во всех государственно-значимых сферах. Молодежная политика и воспитательная деятельность – один из ключевых приоритетов деятельности Университета.

Федеральным законом от 31.07.2020 № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» статьей 12.1. «Общие требования к организации воспитания» и Федеральным законом № 273-ФЗ определен механизм организации воспитательной работы в рамках образовательного процесса с помощью рабочей программы воспитания и календарного плана воспитательной работы, разрабатываемых и утверждаемых вузами самостоятельно.

Активная роль ценностей обучающихся КубГУ проявляется в их мировоззрении через систему ценностно-смысловых ориентиров и установок, принципов и идеалов, взглядов и убеждений, отношений и критериев оценки окружающего мира, что в совокупности образует нормативно-регулятивный механизм их жизнедеятельности и профессиональной деятельности.

В Стратегии национальной безопасности Российской Федерации (Указ Президента РФ от 02.07.2021 № 400) определены следующие традиционные духовно-нравственные ценности:

- жизнь, достоинство, права и свободы человека,
- патриотизм,
- гражданственность,
- служение Отечеству и ответственность за его судьбу,
- высокие нравственные идеалы,
- крепкая семья,
- созидательный труд,
- приоритет духовного над материальным,
- гуманизм, милосердие, справедливость,

- коллективизм, взаимопомощь и взаимоуважение,
- историческая память и преемственность поколений, единство народов России.

Положения Указа № 400 Президента РФ подкреплены и развиты в Указе Президента РФ от 09.11.2022 № 809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей» (далее – Указ № 809), в соответствии с которым важным элементом является формирование гражданской позиции студенческой молодежи, разделяющей систему традиционных российских духовно-нравственных ценностей, их сохранение и укрепление.

Согласно Указу № 809 одним из основных направлений по сохранению и укреплению традиционных ценностей является совершенствование форм и методов воспитания и образования молодежи в соответствии с целями государственной политики по сохранению и укреплению традиционных ценностей.

Наивысшей целью реализации молодежной политики и воспитательной деятельности является воспитание человека, гражданина и патриота, способного к вовлечению в созидательную деятельность, к защите духовно- нравственных ценностей российского общества, деятельного участника и соавтора улучшений, технологических решений.

В качестве ключевых показателей эффективности воспитательной деятельности образовательных организаций высшего образования Минобрнауки России выделяет следующие:

- повышение доли проактивной патриотически настроенной молодежи
- повышение доли молодежи, верящей в возможности самореализации в России
- повышение доли молодых людей, разделяющих и поддерживающих ценности, закрепленные в Указе Президента Российской Федерации от 9.11.2022 г. № 809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей»
- повышение доли вовлеченности и активного участия молодежи в регулярной социально-полезной активности и устойчивый рост уровня вовлеченности в ключевые молодежные проекты и программы.

Защита традиционных российских духовно-нравственных ценностей, культуры и исторической памяти обеспечиваются путем решения задач развития системы образования, обучения и воспитания как основы формирования развитой и социально ответственной личности, стремящейся к духовному, нравственному, интеллектуальному и физическому совершенству; поддержка общественных проектов, направленных на патриотическое воспитание граждан, сохранение исторической памяти и культуры народов Российской Федерации; духовно-нравственное и патриотическое воспитания граждан на исторических и современных примерах, развитие коллективных начал российского общества, поддержка социально значимых инициатив, в том числе благотворительных проектов, добровольческого движения (п. 93 Стратегии).

Сохранение российской самобытности, культуры, традиционных российских духовно-нравственных ценностей и патриотическое воспитание граждан будут способствовать дальнейшему развитию демократического устройства Российской Федерации и ее открытости миру (п. 22 Стратегии).

Особое внимание уделяется поддержке семьи, материнства, отцовства и детства, инвалидов и пожилых граждан, воспитанию детей, их всестороннему духовному, нравственному, интеллектуальному и физическому развитию (п. 30 Стратегии).

Достижение целей государственной политики в сфере сбережения народа России и развития человеческого потенциала обеспечивается среди прочего путем решения задачи обучения и воспитания детей и молодежи на основе традиционных российских духовно-нравственных и культурно-исторических ценностей (п. 33 Стратегии).

Особое внимание уделяется решению следующих задачи по военно-патриотическому воспитанию и подготовке к военной службе граждан (п. 40 Стратегии).

Достижение целей обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования осуществляется путем реализации государственной политики, направленной на решение задачи повышения уровня экологического образования и экологической культуры граждан, воспитания в гражданах ответственного отношения к природной среде (п. 83 Стратегии).

Одной из целей государственной политики в сфере сбережения народа России и развития человеческого потенциала является воспитание гармонично развитого и социально ответственного гражданина (п. 32 Стратегии).

Кроме прочих особенностей развития Российской Федерации, имеющих отношение к молодежной политике в масштабах страны, КубГУ воспринимает в качестве приоритетных задачи по развитию института семьи и брака, что закреплено в Указе Президента РФ от 22.11.2023 № 875 «О проведении в Российской Федерации Года семьи». Доля действий Университета, направленных на развитие института семьи и брака, будет увеличиваться в 2025 и последующих годах.

Согласно п. 19.1 ч. 3 ст. 28 Федерального закона № 273-ФЗ к компетенции образовательной организации в установленной сфере деятельности относится содействие участию обучающихся в общественно полезном труде. В силу п. 6 ч. 1 ст. 43 Закона об образовании на обучающихся возлагается обязанность с учетом возрастных и психофизических особенностей участвовать в общественно полезном труде, предусмотренном образовательной программой и направленном на формирование у обучающихся трудолюбия и базовых трудовых навыков, чувства причастности и уважения к результатам труда. Таким образом, КубГУ в 2025-2026 учебном году реализует обязанность по содействию обучающимся к участию в общественно полезном труде и обеспечит возможность обучающимся с учетом их возрастных и психофизических особенностей участвовать в таком труде (в том числе организуемых субботниках и иных подобных мероприятиях).

КубГУ в качестве одного из инструментов решения задач воспитательной деятельности и молодежной политики воспринимает

образовательную технологию, предлагаемую Минобрнауки России, «обучение служением». В 2024/2025 учебном году в университете будут реализованы действия, направленные на масштабирование опыта отдельных факультетов внутри университета, а также на качественное развитие указанной образовательной технологии в целях повышения ее эффективности и укрепления связей с внешними партнерами, что положительным образом отразится на роли университета в развитии города и региона, а также позволит обучающимся на более ранних этапах обучения сформировать практические навыки в рамках собственной профессии. В совокупности с взаимодействием с внешними партнерами, реализующими социально-значимые проекты, такая деятельность университета будет способствовать достижению целей в области воспитательной деятельности и молодежной политики.

Примерная рабочая программа воспитания КубГУ составлена на основе положений Программы развития ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» на 2023 – 2032 годы, утвержденной 7 июля 2023 года (далее – Программа стратегического развития КубГУ).

1.2 Цель и задачи воспитания

Цель воспитательной работы – формирование гармоничной всесторонне развитой личности обучающегося университета, имеющего в качестве основы собственной жизненной позиции идеи патриотизма, ответственности, духовного и психологического благополучия, нравственного и физического здоровья, традиционные семейные ценности и культурное просвещение, заботу о согражданах, самоотдачу и труд во благо процветания страны, уважающего и культивирующего корпоративные ценности и традиции университета.

Цель воспитательной работы Университета согласуется с целью молодежной политики КубГУ, закрепленной в Программе стратегического развития КубГУ.

Цель молодежной политики КубГУ – формирование общероссийской гражданской идентичности и патриотизма молодежи, а также гармоничное развитие личности в условиях создаваемого в образовательной организации высшего образования «пространства возможностей» для раскрытия инновационного потенциала университетского сообщества в интересах развития региона и страны.

Университет нацелен на создание условий для активной жизнедеятельности обучающихся, их гражданского самоопределения, профессионального становления и индивидуально-личностной самореализации в созидательной деятельности, для удовлетворения потребностей в нравственном, культурном, интеллектуальном, социальном, физическом и профессиональном развитии, формирования моральной ответственности за принимаемые решения.

Задачи воспитательной работы в КубГУ:

– формирование национального самосознания, активной гражданской позиции, гражданской и социальной ответственности, патриотизма, уважения к законности и правопорядку, правам и законным интересам сограждан;

- создание условий для духовного и психологического благополучия обучающихся;
- формирование в студенческом сообществе установки на здоровый образ жизни, ответственное отношение к природной и социокультурной среде, самоотдачу и труд, создание семьи и воспитание нового поколения в духе общечеловеческих традиционных ценностей, заботу об окружающих.
- создание условий для освоения обучающимися ценностей национальной и общечеловеческой культуры, формирования эстетических ценностей и вкуса, стремления к участию в культурной жизни российского общества;
- создание условий для общего личностного и профессионального развития, формирование целеустремленности и предприимчивости, конкурентоспособности в профессиональной и социально важных сферах, в том числе через участие в общественной жизни университета.
- формирование самосознания студентов в духе академических корпоративных ценностей и традиций университета и создание условий для самореализации личности студента.
- ориентирование обучающихся на гуманистические мировоззренческие установки и смысловые ценности в новых социально-политических и экономических условиях общества.
- выявление и поддержка талантливой молодежи, формирование организаторских навыков, творческого потенциала, вовлечение обучающихся в процессы саморазвития и самореализации;
- повышение уровня культуры безопасного поведения;
- создание условий для освоения знаний и овладения навыками военно-спортивной подготовки.

1.3 Методологические подходы к организации воспитательной деятельности при реализации ОП ВО

В основу общей рабочей программы воспитания положен комплекс методологических подходов, включающий: аксиологический (ценностно-ориентированный), системный, системно-деятельностный, культурологический, проблемно-функциональный, научно-исследовательский, проектный, ресурсный, здоровьесберегающий и информационный подходы.

При выборе методологических подходов целесообразно выбирать сочетание методов с учетом направленности (профиля) образовательной программы, используемых образовательных технологий, реализуемых форм обучения, контингента обучающихся.

2. СОДЕРЖАНИЕ И УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ В РАМКАХ ОП ВО

2.1. Направления воспитательной работы при реализации ОП ВО

Среди направлений воспитательной работы выделяются следующие:

- создание условий для воспитания социально ответственной, патриотичной, эффективной личности, укрепление активной гражданской позиции обучающихся, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся;

- формирование у обучающихся чувства уважения к памяти защитников Отечества и подвигам героев Отечества;
- создание условий для деятельного участия обучающихся в помощи военнослужащим, выполняющим или выполнявшим задачи в рамках специальной военной операции, или членам их семей;
- военно-спортивное воспитание
- воспитание казачьей молодежи
- духовно-нравственное воспитание на основе традиционных ценностей Православной культуры и культуры иных мировых религий
- формирование у обучающихся уважения к человеку труда и старшему поколению;
- формирование у обучающихся трудолюбия, ответственного отношения к труду и его результатам;
- формирование у обучающихся уважения к закону и правопорядку;
- формирование у обучающихся бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации;
- формирование у обучающихся правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства;
- формирование у обучающихся стремления к созданию крепкой многодетной семьи;
- формирование у обучающихся бережного отношения к природе и окружающей среде;
- популяризация студенческого спорта и физической культуры в молодежной среде;
- пропаганда и реализация идей здорового образа жизни;
- выявление и развитие творческих способностей обучающихся;
- системная работа, направленная на духовный рост, моральное и эстетическое воспитание обучающихся;
- развитие студенческого самоуправления, добровольческого (волонтерского) движения и усиление воспитательной составляющей в деятельности общественных организаций;
- профилактика антитеррористических угроз, националистических и экстремистских проявлений среди обучающейся молодежи, иных деструктивных форм поведения;
- развитие безбарьерной и комфортной воспитательной среды, учитывающей особенности взаимодействия с обучающимися, относящимися к категориям имеющих инвалидность, детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, а также обучающимися оказавшимися в сложной жизненной ситуации;
- обучение культуре поведения в сети Интернет, профилактика Интернет-зависимости, предупреждение рисков вовлечения обучающихся в противоправную деятельность через Интернет-ресурсы;
- мониторинг асоциальных процессов в студенческой среде.

2.2. Виды деятельности обучающихся в воспитательной системе при реализации ОП ВО

Приоритетными видами деятельности обучающихся в воспитательной системе КубГУ выступают:

- волонтерская (добровольческая) деятельность;
- проектная деятельность;
- учебно-исследовательская и научно-исследовательская деятельность;
- студенческое международное сотрудничество;
- деятельность и виды студенческих объединений;
- досуговая, творческая и социально-культурная деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий;
- участие в профориентации, днях открытых дверей, днях карьеры;
- погружение в предпринимательскую деятельность;
- другие виды деятельности обучающихся.

2.3. Формы и методы воспитательной работы, используемые при реализации ОП ВО

Под формами организации воспитательной работы понимаются различные варианты организации конкретного воспитательного процесса, в котором объединены и сочетаются цель, задачи, принципы, закономерности, методы и приемы воспитания в Университете.

В Университете используются следующие формы воспитательной работы:

- словесные (собрания, сборы, лекции, конференции, встречи, круглые столы);
- практические (походы, экскурсии, конкурсы, субботники);
- наглядные (выставки);
- индивидуальные (беседы, занятия);
- групповые (кружки, секции, студии, клубы);
- массовые (конференции, шествия, фестивали, концерты);
- иные.

Методы воспитания – способы влияния преподавателя/организатора воспитательной деятельности на сознание, волю и поведение обучающихся КубГУ с целью формирования у них устойчивых убеждений и определенных норм поведения.

В качестве методов, применяемых при организации воспитательной работы, в Университете используются:

- разъяснение;
 - убеждение;
 - переубеждение;
 - совет;
 - педагогическое требование;
 - общественное мнение;
 - пример;
 - поручение и задание;
 - упражнение;
-

- соревнование;
- стимулирование;
- контроль;
- самоконтроль;
- иные.

2.4. Планируемые результаты воспитательной работы при реализации ОП ВО

Программа воспитания способствует достижению результатов двух групп:

Внешние (количественные, имеющие формализованные показатели): победы обучающихся в конкурсах и соревнованиях, рост количества студенческих объединений, увеличение количества участников проектов и т.д.;

Внутренние (качественные, не имеющие формализованных показателей, т.к. принадлежат внутреннему миру человека): ценности, жизненные смыслы, идеалы, чувства, переживания и т.д.

Примеры планируемых результатов воспитательной работы

- сформированность патриотического сознания, чувства верности своему Отечеству;
- сформированность позиции деятельного участия в оказании помощи военнослужащим, принимающим или принимавшим участие в специальной военной операции, или членам их семей;
- сформированность военно-спортивных навыков, навыков оказания первой медицинской помощи и поведения в экстремальных ситуациях;
- умение проявлять патриотическую гражданскую позицию;
- готовность к выполнению гражданского долга;
- сформированность потребности создания крепкой, как правило, многодетной, семьи;
- сформированность мировоззрения, основанного на уважении к праву и закону;
- знание гражданских обязанностей и прав;
- сформированность трудолюбия, ответственного отношения к труду и его результатам;
- сформированность активной жизненной позиции;
- сформированность культуры здоровья на основе социально адаптированной и физически развитой личности;
- сформированность нравственных чувств, сопереживания, уважительного отношения к людям;
- умение планировать, контролировать и оценивать действия в соответствии с поставленной задачей;
- умение принимать правильные решения в различных жизненных ситуациях;
- другое.

В части реализации Программы стратегического развития КубГУ в соответствии с утвержденной дорожной картой запланировано достижение следующих целевых показателей:

- (P53) Количество творческих, социально-гуманитарных, культурно-просветительских проектов, обеспечивающих развитие общества в регионе;

- (P29) Удельный вес выпускников, трудоустроившихся в течение 1 года после окончания обучения по полученной специальности: 1) выпускников высшего образования

- (P29) Удельный вес выпускников, трудоустроившихся в течение 1 года после окончания обучения по полученной специальности: 2) выпускников среднего профессионального образования

- (P61) Количество мероприятий по взаимодействию ассоциаций выпускников университета, факультетов и институтов со студенческой молодежью

- (P62) Количество экспертов-выпускников, включенных в состав совещательных и консультативных органов университета для поддержания университетских инициатив

- (P63) Количество образовательных, научных, спортивных и досуговых мероприятий с участием выпускников университета

- (P25) Доля обучающихся, принявших участие в мероприятиях гражданско-патриотической, социальной направленности

- (P26) Доля обучающихся, принявших участие в физкультурно-оздоровительных мероприятиях

- (P27) Доля обучающихся, принявших участие в культурно-творческих мероприятиях

- (P28) Доля обучающихся, принимающих участие в деятельности общественных организаций на самоуправленческих началах (студенческий совет, профком студентов, студенческое научное общество)

- (P30) Количество заявок, сформированных и поданных на конкурсы различных студенческих инициатив

- (P31) Доля обучающихся, принимающих участие в добровольческой / волонтерской деятельности, мероприятиях по экологическому воспитанию

- (P32) Доля обучающихся, принявших участие в мероприятиях по профилактике и противодействию деструктивным проявлениям в молодежной среде, в т.ч. идеологии экстремизма и терроризма

- (P33) Доля обучающихся, которые воспользовались возможностью комплексной реабилитации и абилитации, от общего количества обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья, нуждающихся в таких мерах

- (P34) Доля обучающихся, находящихся в трудной жизненной ситуации, принявших участие в проектах в сфере реабилитации, социально-психологической адаптации и профилактики асоциального поведения, от общей численности нуждающихся

Рабочая программа воспитания КубГУ на 2025/2026 учебный год ориентирована на выполнение ключевых показателей, закрепленных в Стратегии реализации молодежной политики в Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 августа 2024 г. № 2233-р, среди которых:

- доля молодых граждан, участвующих в проектах и программах, направленных на профессиональное, личностное развитие и патриотическое воспитание, к 2030 году составит не менее 75 процентов;
- доля молодых граждан, разделяющих и поддерживающих традиционные российские духовно-нравственные ценности, к 2030 году составит не менее 85 процентов;
- обеспечение эффективной общедоступной системы раскрытия, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодежи, которая к 2030 году охватит не менее 50 процентов детей и молодежи;
- создание системы для становления и развития поколения российских граждан, патриотически настроенного, высоконравственного и ответственного, способного обеспечить суверенитет, конкурентоспособность и дальнейшее развитие России, которая к 2030 году охватит не менее 50 процентов молодых людей;
- доля молодых граждан, верящих в возможности самореализации в России, к 2030 году составит не менее 85 процентов;
- доля молодых людей, вовлеченных в добровольческую и общественную деятельность, к 2030 году составит не ниже 45 процентов;
- доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности российских исследователей к 2030 году составит не менее 50 процентов;
- уровень безработицы молодежи в возрасте от 15 до 29 лет к 2030 году составит не более 5 процентов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
К ПРИКАЗУ ОТ 05/02/2025 № 852

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»

**ПРИМЕРНЫЙ КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
КУБАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
(на 2025/2026 учебный год)**

Краснодар, 2025

I. Анализ итогов воспитательной работы за прошедшей учебный год

Учебный год 2024/2025 проходил в условиях продолжающихся активных изменений в области образовательной деятельности и молодежной политики в масштабах всего государства.

На содержание воспитательной работы существенным образом оказывала влияние продолжающаяся специальная военная операция. Работа в области военно-спортивной подготовки, приобретения навыков оказания первой медицинской помощи, действий в экстремальных ситуациях, активной добровольческой (волонтерской) деятельности, направленной на оказание помощи военнослужащим, их семьям, вынужденным переселенцам приобрела более четкие очертания и стала более эффективной. Особую роль в сложившейся ситуации приобрели вопросы духовно-нравственного, патриотического воспитания, основанного на традиционных ценностях, одним из носителей которых на Кубани является казачество.

Студенты и работники университета объединились вокруг мероприятий, предназначенных для обеспечения нужд военнослужащих, принимающих или принимавших участие в специальной военной операции, а также членов их семей. На постоянной основе ведется сбор гуманитарной помощи в волонтерском центре университета; налажено плетение маскировочных сетей и изготовление блиндажных свечей, иной продукции, необходимой фронту. Систематически реализуются волонтерские и творческие акции во взаимодействии с военным госпиталем. Проведен ряд благотворительных акций по сбору средств для нужд подразделений, выполняющих задачи в рамках СВО. Проведены акции в рамках помощи мирным жителям, пострадавшим от действий террористического киевского режима в Курской области.

При формировании плана воспитательной работы на 2025/2026 учебный год университет отталкивается от современных реалий объективной действительности, частью которой является необходимость продолжения работы по укреплению роли военно-спортивного патриотического воспитания; от запроса обучающейся молодежи, подразумевающего приоритет деятельностного начала над созерцательной активностью, увеличение доли интерактивного участия в предлагаемых событиях, а также более активное собственное участие при планировании, организации и проведении мероприятий.

В центре внимания обучающейся молодежи расположились события патриотического толка, события, формирующие активную гражданскую позицию, волонтерские инициативы, навыки военно-спортивного содержания, оздоровительные мероприятия и событийные инициативы, а также содействующие профориентации и трудоустройству. Особый упор делается на необходимость формирования прочной мировоззренческой позиции студенческой молодежи в отношении образа России как одного из цивилизационных центров современного многополярного мироустройства.

В фокусе внимания университета так же будут находится вопросы, связанные с развитием и укреплением личной позиции молодого человека как защитника Отечества, института брака и семьи; участия обучающихся в общественно-полезном труде, развития образовательной технологии «обучение

служением», иные вопросы, связанные с реализацией Программы развития ФГБОУ ВО «КубГУ» на 2023 – 2032 годы.

Примерный календарный план воспитательной работы КубГУ выстроен с учетом норм Распоряжения Правительства Российской Федерации от 1 июля 2024 г. № 1734-р «О Плане мероприятий по реализации в 2024-2026 гг. Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей».

II. Календарный план событий и мероприятий воспитательной направленности

Календарный план событий и мероприятий воспитательной направленности на 2025/2026 учебный год

Модуль I. Гражданское воспитание

Виды деятельности	Дата, место, время и формат проведения	Название мероприятия и организатор	Форма проведения мероприятия	Ответственный от ООВО	Количество участников
Досуговая, социокультурная	ежемесячно	Мероприятия проекта «Открытый диалог»	очная	Руководитель Координационного центра по вопросам формирования у молодежи активной гражданской позиции, предупреждения межнациональных и межконфессиональных конфликтов, противодействия идеологии терроризма и профилактики экстремизма Начальник УВР Органы студенческого самоуправления	До 300
Научно-просветительская	ежемесячно	Публичные лекции в рамках проекта «Открытый университет»	смешанная	Проректор по учебной работе и качеству образования – первый проректор Проректор по ВР и СВ	От 100
Июнь					
Волонтерская, социокультурная	1 июня	Волонтерские акции* в рамках Международного дня защиты детей	очная	Директор ВЦ Органы студенческого самоуправления	До 50
Июль					
Социокультурная, студенческое сотрудничество	Июль	Организация участия студентов в губернаторском форуме молодежного актива «Регион-93»	очная	Начальник ОВР Органы студенческого самоуправления	До 100
Август					
Социокультурная, студенческое сотрудничество	Август	Организация участия студентов в губернаторском форуме молодежного актива «Регион-93»	очная	Начальник ОВР Органы студенческого самоуправления	До 100

Модуль 2. Патриотическое воспитание

Виды деятельности	Дата, место, время и формат проведения	Название мероприятия и организатор	Форма проведения мероприятия	Ответственный от ООВО	Количество участников
Досуговая, социокультурная, творческая, деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий	Ежемесячно	Участие студентов Казачьей сотни в федеральных, межрегиональных казачьих мероприятиях, мероприятиях Кубанского казачьего войска	очная	Проректор по ВР и СВ	100
Досуговая, физкультурно-спортивная, деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий	Ежемесячно	Участие студентов военно-спортивного клуба в событиях календаря клуба	очная	Проректор по учебной работе и качеству образования – первый проректор Проректор по ВР и СВ	100
Сентябрь					
Досуговая, социокультурная, творческая, деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий	Последняя декада сентября	Организация участия студентов КубГУ в гражданско-патриотических мероприятиях федерального и краевого уровней	Смешанная	Начальник ОВР Деканы факультетов, директора институтов Органы студенческого самоуправления	До 400
Досуговая, социокультурная, просветительская	Последняя декада сентября	Мероприятия ко дню образования Краснодарского края	очная	Начальник УВР, директор МКДЦ Директор библиотеки	До 2000
Ноябрь					
Досуговая, социокультурная, творческая, деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий	4 ноября	Организация мероприятий в рамках Дня народного единства (День воинской славы России)	Смешанная	Начальник УВР Директор МКДЦ Органы студенческого самоуправления	До 400
Декабрь					
Досуговая, социокультурная, деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий	12 декабря	Организация мероприятий ко Дню Конституции РФ	Смешанная	Начальник УВР Органы студенческого самоуправления	До 500
Январь					

Досуговая, социокультурная, творческая, деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий	24 января – 23 февраля	Месячник оборонно-массовой и военно-патриотической работы	Смешанная	Начальник ОВР Органы студенческого самоуправления	До 1000
Февраль					
Творческая	01 – 18 февраля	Конкурс творческих работ «Победа деда – моя Победа»	очная	Начальник ОВР	До 50
Досуговая, социокультурная, творческая, деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий	22 февраля	Торжественный концерт, посвященный Дню защитника Отечества (День воинской славы России)	очная	Начальник УВР Директор МКДЦ	До 1000
Март					
Досуговая, социокультурная, научно-исследовательская	18 марта	Круглый стол, приуроченный к годовщине вхождения Крыма в состав России	очная	Начальник УВР Органы студенческого самоуправления	До 50
Апрель					
Досуговая, социокультурная	1 – 12 апреля	Экскурсии студентов университета в обсерваторию КубГУ в связи с празднованием Дня космонавтики	очная	Декан ФТФ Органы студенческого самоуправления	До 200
Досуговая, социокультурная	12 – 16 апреля	Фото выставка «Первый: Гагарин и Куба»	очная	Начальник ОВР Декан ФИСМО Декан ХГФ	До 10000
Физкультурно-спортивная	12 – 16 апреля	Военно-патриотический фестиваль	очная	Начальник центра основ военного дела, кафедры физвоспитания	До 2000
Май					
Досуговая, социокультурная	1 мая	Шествие, посвященное Празднику Весны и Труда	очная	Начальник ОВР Органы студенческого самоуправления	До 500
Досуговая, социокультурная	2 – 13 мая	Экскурсионные выезды на места боевой славы, связанных с обороной г. Краснодар в период Великой Отечественной войны	очная	Начальник ОВР Директор музея Совет ветеранов Органы студенческого самоуправления	До 100
Июнь					
Досуговая, социокультурная, научно-	10 июня	Круглый стол в рамках	очная	Органы студенческого самоуправления	До 50

исследовательская		празднования Дня России			
Досуговая, социокультурная, волонтерская	22 июня	Мероприятия университета и участие в мероприятиях МО г. Краснодар, проводимых ко Дню памяти и скорби	Смешанная	Органы студенческого самоуправления	До 300
Досуговая, социокультурная, студенческое сотрудничество	27 июня	Празднование Дня молодежи в России	очная	Начальник УВР Органы студенческого самоуправления	До 200
Август					
Досуговая, социокультурная	22 августа	Интернет-акция в честь Дня государственного флага России	очная	Начальник УВР Органы студенческого самоуправления	До 200

Модуль 3. Духовно-нравственное воспитание

Виды деятельности	Дата, место, время и формат проведения	Название мероприятия и организатор	Форма проведения мероприятия	Ответственный от ООВО	Количество участников
Досуговая, социокультурная, научно-исследовательская	Ежемесячно	Заседания клуба Православной молодежи	очная	Начальник УВР Настоятель храма Св. равноапостольных Кирилла и Мефодия (по согласованию)	До 40
Социокультурная	Ежемесячно	Участие казаков казачьей сотни КубГУ в событиях Кубанского казачьего войска и Союза казачьей молодежи Кубани	очная	Проректор по ВРиСВ	До 100
Октябрь					
Досуговая, социокультурная	Первая половина октября	Организация участия студентов КубГУ в фестивале Православных фильмов «Вечевой колокол»	очная	Начальник УВР Зам. деканов факультетов	До 400
Досуговая, социокультурная	20 октября	Участие в XXVIII Всекубанских духовно-образовательных Кирилло- Мефодиевских чтениях	очная	Проректор по учебной работе и качеству образования – первый проректор Проректор по ВР и СВ, Начальник УВР	До 100
Март					

Досуговая, социокультурная	4 марта	Акция «Православная книга»	очная	Начальник УВР Директор научной библиотеки	До 500
Досуговая, социокультурная	Май	Фестиваль «Моя вера православная»	очная	Начальник УВР	До 100

Модуль 4. Культурно-просветительское воспитание

Виды деятельности	Дата, место, время и формат проведения	Название мероприятия и организатор	Форма проведения мероприятия	Ответственный от ООВО	Количество участников
Творческая, досуговая	Ежемесячно	Деятельность творческих студий Молодежного культурно-досугового центра КубГУ	очная	Директор МКДЦ	До 500
Сентябрь					
Социокультурная, просветительская	10 октября	День первокурсника	очная	Проректор по ВР и СВ Проректор по КБ Директор МКДЦ Деканы факультетов	5000
Социокультурная, просветительская	В течение месяца	Организация курса для студентов 1 курса «Введение в университет»	смешанная	Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор Проректор по ВР и СВ ОСО	До 7000
Социокультурная, просветительская, досуговая	В течение месяца	Посещение музея университета студентами первых курсов	очная	Начальник ОВР Директор музея	До 1500
Социокультурная, просветительская, досуговая	Вторая половина сентября	Организация тематических конкурсов со студентами первых курсов на знание университета	очная	Органы студенческого самоуправления	До 1000
Октябрь					
Социокультурная, просветительская, досуговая	В течение месяца	Посещение музея университета студентами первых курсов	очная	Начальник ОВР Директор музея	До 1500
Социокультурная, просветительская, досуговая	В течение месяца	Организация тематических конкурсов со студентами первых курсов на знание университета	очная	Органы студенческого самоуправления	До 1000
Ноябрь					
Социокультурная, просветительская, досуговая	В течение месяца	Посещение музея университета студентами первых курсов	очная	Директор музея, факультеты, институты	До 1500

Декабрь					
Социокультурная, просветительская, досуговая	В течение месяца	Посещение музея университета студентами первых курсов	очная	Директор факультета, институты	До 1500
Январь					
Творческая, досуговая, социокультурная	25 января	Организация участия студентов университета в праздновании* Дня студентов (Татьянин день)	Смешанная	Начальник ОВР Директор МКДЦ Органы студенческого самоуправления	До 1000
Март					
Творческая, досуговая	4 марта	Торжественный концерт в рамках празднования Международного женского дня	Смешанная	Директор МКДЦ	До 1000
Апрель					
Творческая, досуговая	Вторая половина апреля	Участие в региональном этапе фестиваля «Российская студенческая весна» на Кубани	очная	Директор МКДЦ	До 50
Творческая, досуговая, социокультурная	Вторая половина апреля	Организация участия студентов во Всероссийской акции «Библионочь»	очная	Начальник ОВР Директор научной библиотеки Органы студенческого самоуправления	До 100
Май					
Творческая, досуговая, социокультурная	24 мая	Организация мероприятий в рамках Дня славянской письменности и культуры	очная	Начальник ОВР Филологический факультет Органы студенческого самоуправления	До 200
Творческая, досуговая	В течение месяца	Участие в финале конкурса «Российская студенческая весна»	очная	Директор МКДЦ	До 50
Июль					
Досуговая, социокультурная	В течение месяца	Выставка литературы ко дню семьи	очная	Директор научной библиотеки	До 500

Модуль 5. Научно-образовательное воспитание

Виды деятельности	Дата, место, время и формат проведения	Название мероприятия и организатор	Форма проведения мероприятия	Ответственный от ООВО	Количество участников
Учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Ежемесячно	Участие в работе СНО факультета, института	очная	Проректор по науке и инновациям, заместители декана/директора по науке, председатели СНО	До 1000
Апрель					

Научно-исследовательская, учебно-исследовательская, проектная, вовлечение обучающихся в предпринимательскую деятельность	В течение месяца	Неделя науки	очная	Проректор по науке и инновациям, факультеты, институты, СНО	До 2000

Модуль 6. Профессионально-трудовое воспитание

Виды деятельности	Дата, место, время и формат проведения	Название мероприятия и организатор	Форма проведения мероприятия	Ответственный от ООВО	Количество участников
Сентябрь					
Вовлечение в профориентационную деятельность	В течение месяца	Профтестирование студентов выпускных курсов	Смешанная	Начальник ОСТЗ, факультеты, институты, психологическая служба	До 400
Октябрь					
Вовлечение в профориентационную деятельность	В течение месяца	Профтестирование студентов выпускных курсов	Смешанная	Начальник ОСТЗ, факультеты, институты, психологическая служба	До 400
Ноябрь					
Вовлечение в профориентационную и предпринимательскую деятельность	В течение месяца	Ярмарки вакансий и дни карьеры	Смешанная	Начальник ОСТЗ, факультеты, институты	До 500
Декабрь					
Вовлечение в профориентационную и предпринимательскую деятельность	В течение месяца	Ярмарки вакансий и дни карьеры	Смешанная	Начальник ОСТЗ, факультеты, институты	До 500
Февраль					
Вовлечение в профориентационную деятельность	В течение месяца	Профтестирование студентов младших курсов	Смешанная	Начальник ОСТЗ, факультеты, институты	До 400
Март					
Вовлечение в профориентационную деятельность	В течение месяца	Профтестирование студентов младших курсов	Смешанная	Начальник ОСТЗ, факультеты, институты	До 400
Апрель					
Вовлечение в профориентационную и предпринимательскую деятельность	В течение месяца	Ярмарки вакансий и дни карьеры	Смешанная	Начальник ОСТЗ, факультеты, институты	До 500
Май					

Вовлечение в профориентационную и предпринимательскую деятельность	В течение месяца	Ярмарки вакансий и дни карьеры	Смешанная	Начальник ОСТЗ, факультеты, институты	До 500

Модуль 7. Экологическое воспитание

Виды деятельности	Дата, место, время и формат проведения	Название мероприятия и организатор	Форма проведения мероприятия	Ответственный от ООВО	Количество участников
Студенческое сотрудничество, деятельность студенческих объединений	Ситуативно	Проведение субботников по уборке территории и помещений университета, а также городских территорий в рамках взаимодействия с МО г. Краснодар	Очная	Начальник ОВР, органы студенческого самоуправления	До 1000
Октябрь					
Культурно-просветительская	В течение месяца	Географический диктант	Смешанная	Начальник ОВР, ИГГТиС, Органы студенческого самоуправления	До 200
Ноябрь					
Культурно-просветительская, проектная	В течение месяца	Экологические кураторские часы со студентами первых курсов	очная	Начальник ОВР, Факультеты, институты, органы студенческого самоуправления	До 4000
Февраль					
Творческая, культурно-просветительская	В течение месяца	Конкурс социального плаката «Земля наш дом»	Смешанная	Начальник ОВР, ХГФ, Органы студенческого самоуправления	До 100
Апрель					
Студенческое сотрудничество, деятельность студенческих объединений	Вторая половина месяца	Проведение субботника по уборке территории университета	очная	Начальник ОВР, органы студенческого самоуправления	До 1000

Модуль 8 Физическое воспитание, спорт и оздоровление

Виды деятельности	Дата, место, время и формат проведения	Название мероприятия и организатор	Форма проведения мероприятия	Ответственный от ООВО	Количество участников
Оздоровительная	Ежедневно	Деятельность психологической службы	очная	Руководитель службы	По мере востребованности
Физкультурно-спортивная	Ежемесячно	Участие в тренировках спортивных секций	очная	Заведующий кафедрой физвоспитания	До 2000

Физкультурно-спортивная	В соответствии с программой	Универсиада вузов Кубани	очная	Заведующий кафедрой физвоспитания	По мере востребованности
Оздоровительная	Ежемесячно	Оздоровление студентов в с/п «Юность»	очная	Главврач с/п «Юность», профком студентов	70
Октябрь					
Оздоровительная, социокультурная	В течение месяца	Встречи врачей-наркологов со студентами КубГУ	очная	Начальник ОВР Зам. деканов факультетов	До 200
Спортивная	В течение месяца	Спартакиада первокурсников	очная	Заведующий кафедрой физвоспитания	До 1000
Ноябрь					
Оздоровительная	В течение месяца	Флюорографическое обследование студентов КубГУ, медицинский осмотр	очная	Начальник ОВР Зам. деканов факультетов	До 3500
Декабрь					
Оздоровительная	В течение месяца	Флюорографическое обследование студентов КубГУ, медицинский осмотр	очная	Начальник ОВР Зам. деканов факультетов	До 3500
Февраль					
Оздоровительная, социокультурная, просветительская	В течение месяца	Информационно-просветительское занятие со студентами-юношами по теме «Здоровое отцовство»	смешанная	Начальник ОВР Зам. деканов факультетов	До 200
Март					
Оздоровительная, социокультурная, просветительская	В течение месяца	Лекции-беседы со студентками КубГУ о женском здоровье	смешанная	Начальник ОВР Зам. деканов факультетов	300
Спортивная	В течение месяца	Спартакиада факультетов	очная	Заведующий кафедрой физвоспитания	До 1000
Апрель					
Деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий	В течение месяца	Участие в смотре-конкурсе на лучшую организацию физкультурно-спортивной работы среди ООВО	очная	Заведующий кафедрой физического воспитания	10
Май					
Оздоровительная	В течение месяца	Флюорографическое обследование студентов КубГУ,	очная	Начальник ОВР Зам. деканов факультетов	До 3500

		медицинский осмотр			
Июнь					
Оздоровительная	В течение месяца	Флюорографическое обследование студентов КубГУ, медицинский осмотр	очная	Начальник ОВР Зам. деканов факультетов	До 3500
Июль					
Оздоровительная, досуговая, спортивная	В течение месяца	Военно-спортивные сборы студентов Казачьей сотни	очная	Проректор по ВР и СВ	100
Оздоровительная, досуговая, спортивная	В течение месяца	Оздоровительная кампания на черноморском побережье	очная	Начальник УВР	До 500
Август					
Оздоровительная, досуговая, спортивная	В течение месяца	Оздоровительная кампания на черноморском побережье	очная	Начальник УВР	До 500

Модуль 8 Профилактика экстремизма, терроризма, наркомании, алкоголизма, табакокурения и различных форм девиантного поведения

Виды деятельности	Дата, место, время и формат проведения	Название мероприятия и организатор	Форма проведения мероприятия	Ответственный от ООВО	Количество участников
Сентябрь					
Учебно-исследовательская, досуговая, социокультурная	3 сентября	Мероприятия ко Дню солидарности в борьбе с терроризмом	очная	Начальник УВР Руководитель координационного центра	До 50
Октябрь					
Социокультурная, проектная	В течение месяца	Кураторский час «Профилактика алкоголизма и табакокурения»	очная	Заместители декана/директора по ВР, кураторы учебных академических групп	До 4500
Ноябрь					
Социокультурная, проектная	В течение месяца	Кураторский час «Профилактика наркомании»	очная	Заместители декана/директора по ВР, кураторы учебных академических групп	До 4500
Декабрь					
Социокультурная, проектная	В течение месяца	Кураторский час «Профилактика экстремизма и терроризма»	очная	Заместители декана/директора по ВР, кураторы учебных академических групп	До 4500
Январь					
Социокультурная, проектная	В течение месяца	Кураторский час «Психологическое благополучие»	очная	Заместители декана/директора по ВР, кураторы учебных академических групп	До 4500
Февраль					
Социокультурная, проектная	В течение месяца	Кураторский час «Профилактика коррупционных проявлений»	очная	Заместители декана/директора по ВР, кураторы учебных академических групп	До 4500

Март					
Социокультурная, проектная	В течение месяца	Кураторский час «Информационная безопасность»	очная	Заместители декана/директора по ВР, кураторы учебных академических групп	До 4500
Апрель					
Социокультурная, проектная	В течение месяца	Кураторский час «Культура речи и поведения»	очная	Заместители декана/директора по ВР, кураторы учебных академических групп	До 4500
Май					
Социокультурная, проектная	В течение месяца	Кураторский час «Защита подвигов ветеранов войны и военных конфликтов»	очная	Заместители декана/директора по ВР, кураторы учебных академических групп	До 4500

Модуль 8 Защита социальных прав и развитие комфортной образовательной среды в университете

Виды деятельности	Дата, место, время и формат проведения	Название мероприятия и организатор	Форма проведения мероприятия	Ответственный от ООВО	Количество участников
Деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий	Ежемесячно	Деятельность жилищно-бытовой комиссии студенческого городка	очная	Председатель профкома студентов, заместители декана/директора по ВР	До 50
Сентябрь					
Деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий	В течение месяца	Проведение комиссии по расселению студентов в общежитиях КубГУ	очная	Председатель профкома студентов, заместители декана/директора по ВР	До 50
Деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий	В течение месяца	Актуализация информации о студентах-участниках СВО, студентах-детях участников СВО, детях-сиротах и детях, оставшихся без попечения родителей, а также лиц из их числа, прибывших на постоянное место жительства в г. Краснодар и обучающихся в КубГУ	очная	Начальник ОВР	20
Деятельность по организации и проведению значимых	В течение месяца	Актуализация информации об обучающихся с инвалидностью	очная	Начальник УВР	20

событий и мероприятий					
Деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий	В течение месяца	Контроль выбора образовательной траектории обучающимися с инвалидностью	очная	Начальник УВР	20
Октябрь					
Деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий	В течение месяца	Сбор и подготовка материала по студентам КубГУ инвалидам 1, 2 групп на оказание краевой социальной поддержки	очная	Начальник ОВР	20
Социокультурная, просветительская	В течение месяца	Повышение уровня правовой грамотности в области прав и обязанностей обучающихся	Смешанная	Председатель ППОС	До 200
Ноябрь					
Деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий	В течение месяца	Повышение уровня доступности образовательной деятельности университета	очная	Проректор по ВР и СВ Проректор по АХР КР и С Декан ФППК	20
Март					
Деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий	В течение месяца	Повышение уровня доступности образовательной деятельности университета	очная	Проректор по ВР и СВ Проректор по АХР КР и С Декан ФППК	20

Рецензия

на основную профессиональную образовательную программу высшего образования по направлению подготовки
09.03.03 «Прикладная информатика»
направленности (профиля)
«Искусственный интеллект и аналитика данных»,
разработанную ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»
уровня высшего образования – бакалавриат

Основная профессиональная образовательная программа (далее – ОПОП, образовательная программа), разработанная в Кубанском государственном университете по направлению подготовки «02.03.01 Математика и компьютерные науки» направленность (профиль) «Искусственный интеллект и аналитика данных» является комплексным учебно-методическим документом, разработанным на основе соответствующего федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, с учетом профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников.

Образовательная программа представляет собой комплекс основных характеристик образования (объём, содержание, планируемые результаты) и организационно-педагогических условий, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ дисциплин (модулей), практик, иных компонентов, оценочных и методических материалов, а также в виде рабочей программы воспитания, календарного плана воспитательной работы, форм аттестаций.

Образовательная программа имеет своей целью развитие у обучающихся личностных качеств, а также формирование универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данному направлению подготовки / специальности. В области воспитания целью образовательной программы является оказание содействия формированию личности обучающегося на основе присущей российскому обществу системы ценностей, развитие у студентов личностных качеств, способствующих их творческой активности, общекультурному росту и социальной мобильности, целеустремленности, организованности, трудолюбия, ответственности, самостоятельности, гражданственности, патриотизма.

Объём образовательной программы составляет 240 зачетных единиц. Срок получения образования 4 года, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации. Форма обучения - очная.

Общая характеристика ОПОП.

Рецензенту были представлены следующие структурные элементы:

- учебный план,
- календарный учебный график,
- рабочие программы дисциплин (модулей),
- программы практик,
- оценочные средства,
- методические материалы.

Указанные в ОПОП виды профессиональной деятельности научно-исследовательский; производственно-технологический; организационно-управленческий; проектный) соответствуют ФГОС ВО, потребностям рынка, а также традициям и имеющимся научно-исследовательским и материально-техническим ресурсам ФБГОУ ВО КубГУ.

Соблюдена необходимая степень участия работодателей в определении видов профессиональной деятельности и компетентностной модели выпускника.

Описание и оценка структуры ОПОП.

Учебный план составлен с соблюдением всех необходимых требований, в частности: общее количество зачетных единиц и их распределение по годам обучения, соотношение между обязательной частью и частью, формируемой участниками образовательных отношений, между аудиторной и самостоятельной работой, между лекционными и практическими занятиями.

В обязательной части предусмотрены все дисциплины, указанные в ФГОС ВО как обязательные. Набор дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений, соответствует выбранным видам профессиональной деятельности, а также особенностям и традициям вуза. Предусмотрены дисциплины по выбору, позволяющие учесть пожелания обучающихся, связанные с более глубоким изучением тем или иных аспектов прикладной математики и информатики.

Программы дисциплин выложены на сайте КубГУ. Все программы направлены на формирование у выпускников необходимых компетенций. Программы составлены на высоком профессиональном уровне. Содержание дисциплин полностью соответствует названиям и традиционному содержанию этих дисциплин.

Каждая программа дисциплин содержит перечень обязательной и дополнительной литературы, адекватный по содержанию и удовлетворяющий требованиям по годам издания. Указаны электронные образовательные ресурсы.

В ОПОП предусмотрены учебные и производственные (в том числе преддипломная) практики, соответствующие требованиям ФГОС ВО как по количеству, так и по содержанию.

Программы дисциплин, практик и государственной аттестации дополнены приложенными: оценочные средства текущей и промежуточной аттестации.

Темы ВКР соответствуют видам профессиональной деятельности и общим требованиям к подготовке выпускника по 09.03.03 «Прикладная

информатика» направленности (профиля) «Искусственный интеллект и аналитика данных».

Общее заключение:

Представленная ОПОП по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности (профиля) «Искусственный интеллект и аналитика данных», соответствует современному уровню развития фундаментальной и прикладной математики и информатики, требованиям рынка, а также традициям, научно-исследовательским и материально-техническим ресурсам Кубанского государственного университета.

ОПОП соответствует основным требованиям ФГОС ВО, а также профессиональным Стандартам.

Генеральный директор
ООО "Портал-Юг"



Мостовой Евгений Викторович

уровня высшего образования - Бакалавриат

1. Общая характеристика ОПОП

Рецензируемая основная профессиональная образовательная программа (далее – ОПОП) по направлению подготовки «09.04.03 Прикладная информатика» направленность (профиль) «Искусственный интеллект и аналитика данных» представляют собой комплекс учебно-методических документов, разработанных на основе соответствующего федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, с учетом профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников.

Рецензируемая ОПОП по направлению подготовки «02.03.01 Математика и компьютерные науки» направленность (профиль) «Искусственный интеллект и аналитика данных» имеет своей целью развитие у обучающихся личностных качеств, а также формирование универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данному направлению подготовки. В области воспитания целью образовательной программы является оказание содействия формированию личности обучающегося на основе присущей российскому обществу системы ценностей, развитие у студентов личностных качеств, способствующих их творческой активности, общекультурному росту и социальной мобильности,

целеустремленности, организованности, трудолюбия, ответственности, самостоятельности, гражданственности, патриотизма.

2. Описание и оценка структуры ОПОП

Образовательная программа по направлению подготовки «02.03.01 Математика и компьютерные науки» направленность (профиль) «Искусственный интеллект и аналитика данных» включает следующие блоки:

Блок 1 «Дисциплины (модули)»;

Блок 2 «Практика»;

Блок 3 «Государственная итоговая аттестация».

Программа включает обязательную часть и часть, формируемую участниками образовательных отношений.

К обязательной части программы относятся дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование общепрофессиональных компетенций, установленных ФГОС ВО.

Дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование универсальных компетенций, могут включаться в обязательную часть программы и в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

При реализации образовательной программы обучающимся обеспечивается возможность освоения элективных дисциплин (модулей) (избираемых в обязательном порядке) и факультативных дисциплин (модулей) (необязательных для изучения при освоении образовательной программы). Избранные обучающимся элективные дисциплины (модули) являются обязательными для освоения.

Факультативные дисциплины не включаются в объём образовательной программы и призваны углублять и расширять научные и прикладные знания, умения и навыки обучающихся, способствовать повышению уровня сформированности компетенций. Избранные обучающимся факультативные дисциплины являются обязательными для освоения.

3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) и практикам

Оценка качества освоения обучающимися данной образовательной программы включает текущий контроль, промежуточную аттестацию и государственную итоговую аттестацию выпускников.

Оценочные материалы для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям представлены в виде комплекса оценочных средств.

Оценочные средства представляют собой комплект методических материалов, устанавливающих процедуру и критерии оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам.

Комплект оценочных средств включает в себя:

- перечень типовых контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) или практике (задания для семинаров, практических занятий и лабораторных работ, практикумов, коллоквиумов, контрольных работ, зачетов и экзаменов, контрольные измерительные материалы для тестирования, примерная тематика курсовых работ, рефератов, эссе, докладов и т.п.);*
- методические материалы, определяющие процедуры и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) или практике.*

Примерный перечень оценочных средств образовательной программы для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся: вопросы и задания для проведения экзамена (зачёта); отчёт по практике (дневник практики); деловая и/или ролевая игра; проблемная профессионально-ориентированная задача; кейс-задача; коллоквиум; контрольная работа; дискуссия; портфолио; проект; разноуровневые задачи и задания; реферат; доклад (сообщение); собеседование; творческое задание; тест; эссе и др.

В целях приближения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся к задачам их будущей профессиональной деятельности Университет привлекает к экспертизе оценочных средств представителей сообщества работодателей из числа действующих руководителей и работников профильных организаций.

4. Общее заключение

Рецензируемая ОПОП по направлению 09.04.03 «Прикладная информатика» направленности (профиля) «Искусственный интеллект и аналитика данных» является актуальной, соответствует современному уровню развития науки, техники, культуры, экономики, технологий и социальной сферы, что обеспечивается соблюдением требований ФГОС ВО. ОПОП сосредоточена на формировании компетенций, результатом которых является знание основ математики, информационных технологий, программирования, систем искусственного интеллекта, анализа данных и методов машинного обучения, а также практических навыков автоматизации, моделирования и разработки программных систем.

Важно отметить, что образовательная деятельность по данному направлению подготовки ориентируется на личностные особенности и потребности обучающихся, акцентирует внимание на их самостоятельной деятельности, учитывает специфику ОПОП, а также потребности рынка труда.

Профессор кафедры прикладной математики
Кубанского государственного университета
доктор физ.-мат. наук, профессор



Уртенов Махамет Али Хусеевич

Материально-техническое обеспечение образовательной деятельности

Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта с перечнем основного оборудования

Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием площади и номера помещения в соответствии с документами бюро технической инвентаризации)

Компьютерный класс, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория для самостоятельной работы (ауд. 101):

проектор, компьютеры, выход в Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду, доска учебная, учебная мебель.

Компьютерный класс, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ) (ауд. 105): телевизор, компьютеры, выход в Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду, доска учебная, учебная мебель.

Компьютерный класс, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (ауд. 106): проектор, телевизор, компьютеры, выход в Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду, доска учебная, учебная мебель.

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория для проведения индивидуальных и групповых консультаций (ауд. 129): персональный компьютер, выход в Интернет, проектор, электронные ресурсы, телевизор, доска учебная, учебная мебель.

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций (ауд. 131): проектор, телевизор, выход в интернет, электронные ресурсы, доска учебная, учебная мебель.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория для проведения индивидуальных и групповых консультаций (ауд. 147): телевизор,

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149, этаж 1, площадь 64,7 кв. м, помещение по техническому паспорту №105, 105/1

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149, этаж 1, площадь 28,5 кв. м, помещение по техническому паспорту №106

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149, этаж 1, площадь 28,5 кв. м, помещение по техническому паспорту №112

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149, этаж 1, площадь 64,8 кв. м, помещение по техническому паспорту №75

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149, этаж 1, площадь 86,1 кв. м, помещение по техническому паспорту №147

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149, этаж 1, площадь 40,9 кв. м, помещение по техническому паспорту №72

выход в Интернет, электронные ресурсы, доска учебная, учебная мебель.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. 149): телевизор, выход в Интернет, электронные ресурсы, доска учебная, учебная мебель.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. 150): доска учебная, учебная мебель.

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. А305): проектор, экран, выход в Интернет, доска учебная, учебная мебель.

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. А307): проектор, экран, выход в Интернет, доска учебная, учебная мебель.

Стадион (общая 21883 м2)

Оснащение: Беговые дорожки с тартановым покрытием. Сектор для прыжков в длину. Шведские стенки, брусья, гимнастические скамейки, турники. Уличный тренажерный комплекс. Две площадки для воркаута.

Стандартное футбольное поле с искусственным травяным покрытием

Оснащение: Ворота. Мячи футбольные. Ворота и мячи для мини-футбола. Турники, брусья, шведские стенки, гимнастические скамейки. Манекены, фишки, манишки.

Мини-футбольное поле с искусственным покрытием
Оснащение: Ворота. Мячи футбольные. Ворота и мячи для мини-футбола. Турники, брусья, шведские стенки, гимнастические скамейки. Манекены, фишки, манишки.

Тренажерный зал физкультурно-оздоровительного комплекса с плавательным бассейном «АкваКуб»

Оснащение: Комплексы тренажеров. Стойки для гантелей, гантели, хромированные 1-10 кг. Штанги.

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149, этаж 1, площадь 40,2 кв. м, помещение по техническому паспорту №74

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149, этаж 1, площадь 40,2 кв. м, помещение по техническому паспорту №75

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149 стр. В, этаж 3, площадь 88,7 кв. м, помещение по техническому паспорту №11

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149 стр. В, этаж 3, площадь 72,4 кв. м, помещение по техническому паспорту №12

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149 стр. Д ; площадь 21883 кв.м.

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149 стр. Д, площадь 7140 кв. м.

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149 стр. И, площадь 1055,2 кв. м.

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149 стр. Е, площадь 141,6 кв. м.

Стойки под диски 50 мм и 25 мм. Гири 4 – 24кг.
Зеркала. Аудио- и видеоаппаратура

Зал для занятий фитнесом и аэробикой

Оснащение: Видеоаппаратура. Маты гимнастические и туристические коврики. Степ-платформы, гантели, скакалки. Зеркала.

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149 стр. Е, площадь 129 кв. м.

Спортивный зал для единоборств

Оснащение: Борцовский ковер. Шведские стенки, боксерские груши, штанга, гири, мячи набивные, канат. Боксерские перчатки, куртки для самбо, лапы, щитки, шлемы.

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149 стр. Е, площадь 173,4 кв. м.

Бассейн . на 6 стандартных дорожек (площадь зеркала бассейна 400 м2) физкультурно-оздоровительного комплекса с плавательным бассейном «АкваКуб»,

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149 стр. Е, площадь 2830 кв. м.

Оснащение: Табло с системой электронной фиксации и пультом управления. Тренажер для отработки гребкового движения на суше. Тренажер для плавания в воде. Ласты, доски, нудлсы, калабашки, лопатки и пояса для плавания. Кольца для ныряния. Подъемно-спусковой механизм для инвалидов

Учебная лаборатории по БЖД (ауд. А101)

Оснащение:

Типовой комплект учебного оборудования «Электробезопасность в жилых и офисных помещениях» БЖД – 08 – 1 шт.

Типовой комплект учебного оборудования «Электробезопасность в трехфазных сетях переменного тока с изолированной и заземленной нейтралью» БЖД-01/02.

Типовой комплект учебного оборудования «Эффективность и качество источников света» (БЖД-09)

Типовой комплект учебного оборудования «Защита от ультрафиолетового излучения» (БЖД-10)

Типовой комплект учебного оборудования «Защита от лазерного излучения» (БЖД-11)

Лабораторный стенд «Исследование способов защиты от теплового излучения» (БЖД-14)

Типовой комплект учебного оборудования «Виброзащитная установка" ВЗУ-01

350040, Краснодарский край, г.о. город Краснодар, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149, стр. В, этаж 1, площадь 47,7 кв. м, помещение по техническому паспорту № 17

Типовой комплект учебного оборудования
«Исследование способов защиты от
производственного шума» БЖД – 16

01.03.00.01 Учебный тренажер "Средства тушения.
Огнетушители"

01.03.00.02 Учебный тренажер "Противогазы"

01.05.01.04 Стенд-планшет «Средства
индивидуальной защиты»

Тренажерный комплекс «Оказание первой
медицинской помощи. Манекен.» КТНП-01 «Элтек»

—

Робот-тренажер «Гоша-06» с ПО

Комплект плакатов «Первая помощь»