

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт информационных технологий и интеллектуальных систем



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Прикладные задачи интеллектуального анализа данных

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия
Профиль подготовки: Цифровая аналитика и инженерия данных
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Галимзянов Б.Н. (кафедра вычислительной физики и моделирования физических процессов, Отделение физики), bulatgnmail@gmail.com ; доцент, к.н. Лернер Э.Ю. (кафедра математической статистики, Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского), Eduard.Lerner@gmail.com ; доцент, к.н. Тошев А.С. (кафедра цифровой аналитики и технологий искусственного интеллекта., Институт информационных технологий и интеллектуальных систем), atoshev@kpfu.ru ; доцент, к.н. Шемахин А.Ю. (Кафедра радиофизики, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), ashemakhin@yandex.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-4	Владение навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения, способность формализовать предметную область программного проекта и разработать спецификации для компонентов программного продукта

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- принципы формализации задач ИАД: цель, признаки, целевая функция, ограничения;
- жизненный цикл решения (CRISP-DM/MLOps), ключевые артефакты и контроль качества;
- метрики и процедуры валидации для основных типов задач; основы архитектур встраивания (данные, инференс-сервисы, API, мониторинг);
- нотации и спецификации: UML/BPMN, ER, OpenAPI/JSON Schema; базовые требования к SRS/SDD.

Должен уметь:

- формализовать предметную область и требования к данным; разрабатывать проверяемые спецификации данных, моделей и интерфейсов;
- обосновывать выбор методов, планировать эксперименты и валидацию; применять метрики и проводить анализ ошибок/устойчивости;
- выполнять верификацию/валидирование артефактов и обеспечивать трассируемость 'требование → решение → проверка'.

Должен владеть:

- методами моделирования домена (UML, BPMN, ER) и формализации требований;
- практиками качества и версионирования данных/моделей; инструментами воспроизводимости (журналы, конфигурации, паспорт модели);
- проектированием контрактов и схем (OpenAPI/AsyncAPI, JSON Schema) и их применением в цикле разработки/внедрения.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.01.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.03.04 "Программная инженерия (Цифровая аналитика и инженерия данных)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Формализация предметной области и постановка задач ИАД.	6	9	0	9	0	0	0	9
2.	Тема 2. Проектирование и спецификация компонентов решения (данные, модели, интерфейсы).	6	9	0	9	0	0	0	9
3.	Тема 3. Моделирование и оценка качества (дизайн эксперимента, валидация, метрики, устойчивость).	6	9	0	9	0	0	0	9
4.	Тема 4. Интеграция и сопровождение ИАД-компонентов (MLOps, мониторинг, паспортизация, управление изменениями).	6	9	0	9	0	0	0	9
Итого			36	0	36	0	0	0	36

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Формализация предметной области и постановка задач ИАД.

Раздел охватывает перевод бизнес-запроса в формальную постановку задачи аналитики данных. Определяются стейкхолдеры, контекст использования, ограничения и риски. Выполняется декомпозиция цели на измеримые показатели (целевые метрики, пороги приёма, SLA), формируется гипотезы и критерии успешности. Строятся модели предметной области: контекстные диаграммы, ER-схемы, UML-диаграммы классов/активностей, BPMN-процессы, матрица "требование→данные→метрика". Выявляются источники данных, их правовой статус, доступность, качество, частота обновления; фиксируются требования к семантике и структуре признаков, политика обработки ПДн и этические ограничения. Определяются типы задач (классификация, регрессия, ранжирование, кластеризация, обнаружение аномалий), наборы базовых сценариев и тестовые случаи. Формируется паспорт задачи: формальные входы/выходы, диапазоны применимости, артефакты валидации, предпосылки и допустимые допущения.

Тема 2. Проектирование и спецификация компонентов решения (данные, модели, интерфейсы).

Цель раздела - создать проверяемые спецификации всех компонентов. Для данных описываются схемы (JSON Schema/табличные), словари полей, единицы измерения, допустимые диапазоны и правила валидации, версии и политика изменений. Для моделей фиксируются назначения, входные/выходные интерфейсы, предобработка/постобработка, используемые алгоритмы, требования к качеству, ресурсоёмкость, латентность и ограничения по инференсу. Прорабатываются нефункциональные требования: надёжность, масштабируемость, отказоустойчивость, безопасность (PII-масс-маскирование, контроль доступа), наблюдаемость. Для сервисов формируются контракты OpenAPI/AsyncAPI, схемы ошибок, кодировки, лимиты. Описываются зависимости, версия окружения, артефакты сборки, формат упаковки (wheel, container image), политика версионирования семантическая/дата-ориентированная. Обеспечивается трассируемость артефактов (SRS, SDD, схемы данных, тест-кейсы) и процедуры ревью: критерии полноты/непротиворечивости, чек-листы, статическая проверка контрактов.

Тема 3. Моделирование и оценка качества (дизайн эксперимента, валидация, метрики, устойчивость).

Раздел задаёт научно корректный процесс построения и оценки моделей. Определяется baseline и стратегия подбора методов, проектируется эксперимент: разбиение на train/val/test, k-fold, time-series split, стратификация, контроль утечек признаков. Фиксируются метрики под тип задачи (ROC-AUC/PR-AUC, F1, RMSE, NDCG, ARI и др.), их бизнес-интерпретация и пороги. Описываются процедуры калибровки вероятностей, подбор гиперпараметров, ранжирование моделей по многоцелевому критерию (качество↔латентность↔стоимость). Проверяется устойчивость: стресс-тесты к шуму и пропускам, тесты стабильности на бутстрапе, чувствительность к сдвигам данных (covariate/label/feature drift), fairness-показатели и разностный анализ ошибок по сегментам. Выполняется детальный error analysis, формируются гипотезы улучшений, документируются результаты с доверительными интервалами и планом репликации. Итог - отчёт об экспериментах, артефакты воспроизводимости (seed, версии, конфигу), критерии приёмки и решение о готовности.

Тема 4. Интеграция и сопровождение ИАД-компонентов (MLOps, мониторинг, паспортизация, управление изменениями).

Раздел описывает жизненный цикл решения в продуктивной среде. Проектируются архитектурные шаблоны: batch/stream/scoring API, online-обучение, канары и blue-green. Настраиваются конвейеры CI/CD/CT (данные→модель→сервис), реестры моделей и датасетов, политика промоушена версий и отката. Определяются производственные метрики: качество на проде (проху-метрики, задержанные лейблы), латентность, отказоустойчивость, расходы. Реализуется мониторинг дрейфа данных/конверсии, алерты и playbook инцидентов. Регламентируются процедуры переобучения, A/B-тесты и верификация совместимости контрактов. Формируется паспорт модели: область применимости, зависимости, риски, ограничения и требования к обновлению. Обеспечиваются информационная безопасность и соответствие правовым нормам (логирование доступов, анонимизация, ретеншн-политика). Организуются процессы управления изменениями (RFC, ревью, аудит), ретроспективы и непрерывное улучшение. Результат - устойчивое, наблюдаемое и управляемое внедрение ИАД-компонента.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Базовые алгоритмы ИАД, пайплайны и метрики - scikit-learn.org

Датасеты, соревнования, ноутбуки - kaggle.com/datasets

Платформа для трекинга экспериментов, версионирования моделей и развёртывания - mlflow.org/docs

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Посещайте лекции с конспектированием ключевых понятий: формализация задачи, требования к данным, спецификации компонентов, дизайн эксперимента, метрики качества, интеграция и MLOps. Перед занятием просматривайте план темы и терминологию, после - фиксируйте неопределённости и сверяйте конспект с рекомендованной литературой. Вопросы формулируйте через призму конкретных кейсов: какие сущности домена, какие ограничения данных, какова целевая функция и критерии приёмки. По итогам темы подготовьте краткий "рефлексивный отчёт" (5-7 тезисов: что усвоено, что требует уточнения, какие источники изучить). Это повысит осмысленность практик и качество дальнейших спецификаций.
практические занятия	Приходите на практику с предварительно собранными материалами: описание выбранной прикладной задачи, черновая ER/UML-модель и перечень доступных полей данных. Выполняйте задания пошагово: 1) уточнение постановки задачи и критериев приёмки; 2) разработка спецификаций данных и моделей; 3) план эксперимента и выбор метрик; 4) первичная оценка рисков дрейфа данных. Рекомендуется работать парами, выполнять взаимное ревью артефактов по чек-листам (полнота, непротиворечивость, проверяемость). В конце занятия фиксируйте принятые решения и открытые вопросы, чтобы обеспечить трассируемость между требованиями, спецификациями и последующими экспериментами.
самостоятельная работа	Структурируйте самостоятельную работу на три направления: (а) изучение теории и стандартов (SRS/SDD, OpenAPI/JSON Schema, практики валидации); (б) подготовка артефактов по своему кейсу (контекстная модель, спецификации, план экспериментов, протоколы валидации); (в) рефлексия и исправление ошибок. Планируйте время: не менее 2-3 часов в неделю на чтение и 2-3 часов на редактирование артефактов. Используйте систему контроля версий (Git) и краткие журналы изменений. Каждые две недели выполняйте "мини-аудит" качества: соответствие требований и спецификаций, покрытие метрик, готовность к воспроизводимым экспериментам. Это снизит риск срывов к моменту зачёта.

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	Зачет проходит в форме защиты кейса. Пакет к сдаче: SRS/контекстная модель, спецификации данных/модели/API, план эксперимента, отчёт о валидации с метриками и доверительными интервалами, паспорт модели с границами применимости и планом мониторинга. На защите чётко аргументируйте выбор методов, демонстрируйте трассируемость "требование → решение → проверка" и готовность к эксплуатации (SLA, метрики мониторинга, сценарии отката). Репетицию защиты проведите заранее по таймингу 7-10 минут презентации + ответы на вопросы. Убедитесь, что все ссылки доступны, а результаты воспроизводимы на предоставленной конфигурации.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 09.03.04 "Программная инженерия" и профилю подготовки "Цифровая аналитика и инженерия данных".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.01.02 Прикладные задачи интеллектуального анализа данных

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия
Профиль подготовки: Цифровая аналитика и инженерия данных
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Татарникова, Т. М. Интеллектуальный анализ данных : учебное пособие / Т. М. Татарникова. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. - 172 с. - ISBN 978-5-9729-1772-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2169704> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
2. Замятин, А. В. Интеллектуальный анализ данных : учебное пособие / А. В. Замятин. - Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2020. - 196 с. - ISBN 978-5-94621-898-6. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785946218986.html> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа : по подписке.
3. Борисова, Л. Р. Математика и анализ данных с поддержкой MS Excel и языка R : учебное пособие / Л. Р. Борисова, Н. И. Светлова, И. Ю. Седых. - Москва : Прометей, 2023. - 728 с. - ISBN 978-5-00172-445-2. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001724452.html> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа : по подписке.

Дополнительная литература:

1. Назаров, Д. М. Информационные технологии в профессиональной деятельности: интеллектуальный анализ данных и бизнес-аналитика : учебное пособие / Д. М. Назаров, А. А. Копнин. - Москва : ИНФРА-М, 2025. - 326 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-019356-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2110964> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
2. Горяинова, Е. Р. Прикладные методы анализа статистических данных: учебное пособие / Горяинова Е. Р. , Панков А. Р. , Платонов Е. Н. - Москва : ИД Высшей школы экономики, 2012. - 1000 с. - ISBN 978-5-7598-0866-4. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785759808664.html> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа : по подписке.
3. Барсегян А. А. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2004. - 336 с. - ISBN 5-94157-522-X. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/386498> (дата обращения: 10.12.2024). - Текст: электронный.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.01.02 Прикладные задачи интеллектуального анализа
данных

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Цифровая аналитика и инженерия данных

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows