

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

### Дополнительные главы технологий искусственного интеллекта

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): старший преподаватель, б/с Лукьяничева Е.О. (Кафедра программной инженерии, Институт информационных технологий и интеллектуальных систем), EOLukyanicheva@kpfu.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-8	Владение навыками использования различных технологий разработки программного обеспечения

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

должен знать

современные направления развития технологий искусственного интеллекта и актуальные научные тренды (глубокие нейронные сети, трансформеры, диффузионные модели, графовые нейросети);

принципы объяснимого ИИ (XAI), интерпретации и визуализации работы сложных моделей;

методы обработки мультимодальных данных (текст, изображение, видео, звук) и принципы построения объединённых моделей;

подходы к разработке энергоэффективных и встроенных ИИ-систем (TinyML, Edge AI, квантование, pruning, distillation);

методы обучения с ограниченными данными (few-shot, zero-shot, self-supervised learning, генерация синтетических данных);

ключевые этические и правовые аспекты использования ИИ (вопросы доверия, прозрачности, безопасности, справедливости, регулирование на основе GDPR, AI Act, 152-ФЗ и др.);

современные программные инструменты и фреймворки для разработки и экспериментирования (PyTorch, TensorFlow, HuggingFace, ONNX, MLflow).

Должен уметь:

Должен уметь:

анализировать современные публикации и технологические решения в области ИИ, выявлять их преимущества и ограничения;

разрабатывать и обучать продвинутые архитектуры нейронных сетей (трансформеры, диффузионные модели, GNN) для решения исследовательских и прикладных задач;

применять методы интерпретации и объяснения моделей (LIME, SHAP, Grad-CAM и др.) для повышения доверия и прозрачности решений ИИ;

проектировать и реализовывать мультимодальные модели для анализа и генерации данных разных типов;

оптимизировать ИИ-модели для использования на ограниченных вычислительных ресурсах (edge-устройства, мобильные платформы);

применять стратегии обучения с ограниченными данными, включая few-shot и self-supervised подходы, а также использование синтетических наборов данных;

оценивать эффективность и риски применения ИИ-систем, в том числе в социально значимых и регулируемых областях.

Должен владеть:

Должен владеть:

практическими навыками разработки и отладки ИИ-систем в средах Python, Jupyter Notebook, с использованием библиотек PyTorch, TensorFlow, HuggingFace;

методами интерпретации результатов работы нейросетевых моделей и представления их в виде отчётов и визуализаций;

инструментами оптимизации вычислительной производительности и энергоэффективности нейронных сетей (quantization, pruning, distillation, TensorRT);

технологиями интеграции ИИ-решений в программные комплексы и прототипы цифровых продуктов;

навыками подготовки научных и проектных презентаций, обоснования применимости и экономической целесообразности использования ИИ;  
принципами этичного и ответственного применения ИИ, включая соблюдение стандартов безопасности данных и требований нормативно-правовой базы.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.07.02 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 4 курсе в 8 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 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

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

Самостоятельная работа - 108 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 8 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- сто- тель- ная 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. Современные тенденции и вызовы ИИ (state of the art, трансформеры, диффузионные модели, GNN)	8	0	0	0	0	6	0	18
2.	Тема 2. Объяснимый искусственный интеллект (XAI, интерпретируемые модели, SHAP, LIME)	8	0	0	0	0	6	0	18
3.	Тема 3. Обработка мультимодальных данных (текст+изображение, видео, звук; CLIP, LLM+CV)	8	0	0	0	0	6	0	18
4.	Тема 4. Энергоэффективный и встроенный ИИ (TinyML, Edge AI, оптимизация вычислений)	8	0	0	0	0	6	0	18
5.	Тема 5. Методы обучения с ограниченными данными (few-shot, self-supervised learning, synthetic data)	8	0	0	0	0	6	0	18
6.	Тема 6. Этические аспекты и регулирование ИИ (безопасность, 152-ФЗ, GDPR, AI Act)	8	0	0	0	0	6	0	18
	Итого		0	0	0	0	36	0	108

### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1. Современные тенденции и вызовы ИИ (state of the art, трансформеры, диффузионные модели, GNN)**

В теме рассматриваются ключевые направления развития искусственного интеллекта в 2020-е годы: архитектуры трансформеров и их модификации (BERT, GPT, T5), диффузионные модели для генерации изображений и видео (DDPM, Stable Diffusion), графовые нейронные сети (Graph Neural Networks) и их роль в анализе сложных структурированных данных. Отдельное внимание уделяется трендам: рост масштабов моделей (foundation models), использование распределённых и облачных вычислений, появление специализированных чипов (TPU, GPU, нейропроцессоры). Анализируются вызовы: высокая вычислительная стоимость, энергопотребление, экологический след ИИ, вопросы безопасности и доверия. На лабораторных работах студенты реализуют небольшие проекты на базе готовых архитектур (например, обучение предобученной модели для классификации текста или изображений).

### **Тема 2. Объяснимый искусственный интеллект (XAI, интерпретируемые модели, SHAP, LIME)**

Тема посвящена методам повышения прозрачности и интерпретируемости ИИ-систем. Рассматриваются различия между "чёрным ящиком" (black box models) и интерпретируемыми моделями. Анализируются локальные и глобальные методы объяснения: LIME, SHAP, Grad-CAM, Layer-wise Relevance Propagation. Даётся обзор практических кейсов применения XAI в медицине, финансах и государственном управлении. Обсуждаются проблемы: корректность интерпретации, устойчивость объяснений, использование XAI для выявления смещений в данных и проверок справедливости алгоритмов. В лабораторной работе студенты применяют библиотеку SHAP для анализа решений нейросети на примере классификации изображений или табличных данных.

### **Тема 3. Обработка мультимодальных данных (текст+изображение, видео, звук; CLIP, LLM+CV)**

В теме разбираются методы объединения различных типов данных (текст, изображения, видео, звук) в единые модели. Рассматриваются подходы к мультимодальному обучению: ранняя и поздняя фьюзия, совместное представление признаков. Подробно изучаются модели CLIP (текст-изображение), мультимодальные LLM (GPT-4V, LLaVA), а также подходы к обработке видео и аудио (Whisper, AudioLM). Обсуждаются перспективы мультимодальных агентов и интеграция в прикладные сервисы (поиск, медицина, AR/VR). В рамках лабораторной работы студенты обучаются простую модель для сопоставления изображений и текстовых описаний с использованием готовых предобученных эмбеддингов (CLIP, Sentence Transformers).

### **Тема 4. Энергоэффективный и встроенный ИИ (TinyML, Edge AI, оптимизация вычислений)**

Изучаются методы оптимизации нейросетевых моделей для применения на устройствах с ограниченными ресурсами (смартфоны, IoT, edge-сервера). Рассматриваются техники снижения размера и сложности моделей: pruning (обрезка весов), quantization (квантование параметров), knowledge distillation (передача знаний от большой модели к малой). Анализируется использование аппаратных ускорителей (Jetson, Coral TPU, NPU). Обсуждается понятие TinyML и перспективы его применения в промышленности и "умных" устройствах. В лабораторной работе студенты сравнивают производительность и точность модели до и после применения квантования и обрезки весов, используя фреймворки PyTorch и TensorRT.

### **Тема 5. Методы обучения с ограниченными данными (few-shot, self-supervised learning, synthetic data)**

В теме изучаются современные методы решения задач при недостатке размеченных данных. Рассматриваются few-shot и zero-shot обучение, подходы transfer learning и meta-learning. Отдельное внимание уделяется self-supervised learning (SimCLR, BYOL, MAE) и генерации синтетических данных (data augmentation, GAN, diffusion-based генерация). Обсуждаются практические кейсы: медицинские изображения, распознавание речи, промышленная диагностика. В лабораторной работе студенты реализуют fine-tuning предобученной модели на малом датасете и оценивают влияние различных техник аугментации и transfer learning на точность модели.

### **Тема 6. Этические аспекты и регулирование ИИ (безопасность, 152-ФЗ, GDPR, AI Act)**

Тема охватывает вопросы доверия, прозрачности, безопасности и справедливости при использовании искусственного интеллекта. Рассматриваются ключевые международные и национальные регуляторные документы: GDPR (EC), AI Act (EC), закон 152-ФЗ о персональных данных (РФ). Анализируются этические проблемы: предвзятость данных, дискриминация, deepfake и манипуляции, защита персональной информации. Поднимаются вопросы ответственности разработчиков и пользователей ИИ, а также требования к сертификации и аудитам систем ИИ. В лабораторной работе студенты проводят аудит датасета и модели на предмет смещений и готовят отчёт с рекомендациями по их снижению.

## **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 №14-55-996ин/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)**

Information Retrieval Wiki - <http://ir.dcs.gla.ac.uk/wiki/>

Introduction to Information Retrieval - <http://nlp.stanford.edu/IR-book/>

Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данны - <http://www.machinelearning.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Практические занятия выполняются по темам, определенным учебным планом. Легенды для конкретной работы предлагаются преподавателем. Каждая работа завершается отчетом. В отчете должны быть четко определены постановка задачи, используемый инструментарий, пути решения задачи, подробный ход решения задачи, выводы. Приветствуется обсуждение и возможные альтернативные варианты решения. Инструментарий зависит от имеющегося программного обеспечения.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Самостоятельная работа включает в себя работу с лекционным материалом, подготовку к практическим занятиям и выполнение практических заданий вне аудитории, если это предлагается преподавателем, подготовку отчета, а также изучение нового материала по сети. Изучение нового материала по теме должно обязательно сопровождаться ознакомлением с новейшими достижениями, так как данная сфера относится к быстро развивающимся областям. Поэтому приветствуется включение его в отчеты по практическим занятиям, а также вопросы во время лекций по новейшим достижениям по изучаемой теме, это может поощряться преподавателем дополнительными баллами.
экзамен	Для текущего контроля успеваемости (по отдельным разделам дисциплины) и промежуточной аттестации (экзамен) рекомендуется использовать компьютерное тестирование, а для итогового контроля - письменный экзамен. Студент допускается к экзамену только после выполнения и защиты отчетов по практическим занятиям. При подготовке к экзамену рекомендуется повторить материал лекций. При недостаточном понимании теоретических вопросов или затруднениях при решении задач следует посещать консультации преподавателя.

## **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.

## **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 зачётке 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.07.02 Дополнительные главы технологий искусственного интеллекта*

**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. Лакшманан В. Машинное обучение. Паттерны проектирования: Пер. с англ. / В. Лакшманан, С. Робинсон, М. Мунн. / В. Лакшманан. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2022. - 448 с. - ISBN 978-5-9775-6797-8. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/385740> (дата обращения: 22.12.2023). - Текст: электронный.
2. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах; пер. с англ. А. А. Слинкина. - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 401 с. Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10'. - ISBN 978-5-89818-300-4. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785898183004.html> (дата обращения: 22.12.2023). - Режим доступа : по подписке.
3. Выгин, В. В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования : учебное пособие / В. В. Выгин. - Москва : Московский центр непрерывного математического образования, 2014. - 304 с. - ISBN 978-5-4439-2014-6. - Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/56397> (дата обращения: 22.12.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Рашка С., Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения: практическое пособие / Рашка С. - Москва: ДМК Пресс, 2017. - 418 с. - ISBN 978-5-97060-409-0 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970604090.html> (дата обращения: 22.12.2023). - Режим доступа : по подписке.
5. Постолит А. В. Основы искусственного интеллекта в примерах на Python / А.В. Постолит. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2021. - 448 с. - ISBN 978-5-9775-6765-7. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/380050> (дата обращения: 22.12.2023). - Текст: электронный.

**Дополнительная литература:**

1. Агаларов, З. С. Эконометрика : учебник / З. С. Агаларов, А. И. Орлов. - 2-е изд. - Москва : Дашков и К, 2023. - 380 с. - ISBN 978-5-394-05196-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znamium.com/catalog/product/2085950> (дата обращения: 22.12.2023). - Режим доступа : по подписке.
2. Элбон Крис. Машинное обучение с использованием Python. Сборник рецептов: Пер. с англ. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2019. - 384 с. - ISBN 978-5-9775-4056-8. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/366635> (дата обращения: 22.12.2023). - Текст: электронный.
3. Лизунова, Н.А. Матрицы и системы линейных уравнений: учебное пособие / Лизунова Н.А., Шкроба С.П. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 352 с. - ISBN 978-5-9221-0852-2 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108522.html> (дата обращения: 22.12.2023). - Режим доступа : по подписке.

*Приложение 3*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.07.02 Дополнительные главы технологий искусственного  
интеллекта

**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

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.