

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

Основы машинного обучения

Направление подготовки: 09.04.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Искусственный интеллект в разработке цифровых продуктов (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий) (Artificial Intelligence in Digital Product Development (with the use of e-learning and distance education technologies))

Квалификация выпускника: магистр

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. Агафонов А.А. (кафедра высшей математики и математического моделирования, отделение педагогического образования), AIAAgafonov@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-1	Способность осуществлять руководство проектированием и разработкой интеллектуальных информационных систем
ПК-2	Способность осуществлять проектирование и разработку интеллектуальных информационных систем

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

1. Основные концепции, алгоритмы и методы классического машинного обучения (обучение с учителем, без учителя, ансамбли моделей).
2. Принципы работы базовых архитектур нейронных сетей: перцептрон, сверточные (CNN), рекуррентные (RNN), LSTM, автокодировщики.
3. Теоретические основы обучения с подкреплением: марковские процессы принятия решений (MDP), методы Q-learning, SARSA, эволюционные алгоритмы.
4. Современные архитектуры нейронных сетей: генеративно-сопоставительные сети (GAN), трансформеры, диффузионные модели, импульсные нейронные сети (SNN).
5. Методы предобработки данных, оценки качества моделей, оптимизации гиперпараметров.
6. Особенности применения фреймворков TensorFlow и PyTorch для реализации алгоритмов машинного обучения.

Должен уметь:

1. Применять классические алгоритмы машинного обучения (линейная регрессия, SVM, деревья решений) для решения задач классификации и регрессии.
2. Реализовывать нейронные сети (CNN, RNN, LSTM) с использованием библиотек PyTorch/TensorFlow.
3. Разрабатывать и тестировать алгоритмы обучения с подкреплением (Q-learning, SARSA) для задач управления и игровых стратегий.
4. Создавать современные модели (GAN, трансформеры) для генерации изображений, обработки естественного языка (NLP) и других задач.
5. Проводить предобработку данных (нормализация, обработка пропусков, feature engineering).
6. Анализировать результаты экспериментов, интерпретировать метрики (точность, F1-score, loss).
7. Сравнивать эффективность разных архитектур и алгоритмов для конкретных задач.

Должен владеть:

1. Навыками программирования на Python, включая библиотеки NumPy, Pandas, Scikit-learn.
2. Практическим опытом работы с фреймворками PyTorch и TensorFlow для построения и обучения нейросетей.
3. Методами визуализации данных (Matplotlib, Seaborn) и анализа результатов.
4. Техниками работы с системами контроля версий (Git) для совместной разработки проектов.
5. Навыками настройки гиперпараметров моделей, использования методов регуляризации и оптимизации.

Должен демонстрировать способность и готовность:

1. Применять полученные знания для решения реальных задач в области разработки цифровых продуктов (например, рекомендательные системы, чат-боты, автоматизация анализа данных).
2. Адаптироваться к быстро изменяющимся технологиям в области ИИ, самостоятельно изучать новые методы и инструменты.
3. Работать в команде, участвовать в полном цикле ML-проектов: от формулировки задачи до внедрения модели.
4. Проводить исследовательскую работу: анализировать научные статьи, экспериментировать с инновационными подходами (например, диффузионные модели).

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.08 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.04.04 "Программная инженерия (Искусственный интеллект в разработке цифровых продуктов (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий) (Artificial Intelligence in Digital Product Development (with the use of e-learning and distance education technologies)))" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 2 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 - 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 - 36 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 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 занятия в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные работы в эл. форме	
1.	Тема 1. Классическое машинное обучение	2	0	0	0	0	9	4	9
2.	Тема 2. Базовые архитектуры нейронных сетей	2	0	0	0	0	9	5	9
3.	Тема 3. Обучение с подкреплением	2	0	0	0	0	9	4	9
4.	Тема 4. Современные архитектуры нейронных сетей	2	0	0	0	0	9	5	9
	Итого		0	0	0	0	36	18	36

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Классическое машинное обучение

Темы:

1. Введение в машинное обучение

- о Определение ML, типы задач (классификация, регрессия, кластеризация).
- о История развития: от перцептрона до ансамблевых методов.
- о Ключевые понятия: переобучение, недообучение, кросс-валидация.
- о Жизненный цикл ML-проекта: от сбора данных до эксплуатации модели.

2. Предобработка данных

- о Работа с пропусками: удаление, интерполяция, предсказание.
- о Нормализация (Min-Max, Z-score) и стандартизация.
- о Кодирование категориальных переменных (One-Hot, Label Encoding).
- о Feature engineering: создание новых признаков, PCA для снижения размерности.

3. Обучение без учителя

- о Кластеризация: K-means, иерархическая кластеризация, DBSCAN.
- о Методы снижения размерности: PCA, t-SNE, UMAP.
- о Аномалии: Isolation Forest, Local Outlier Factor.

о Практика: сегментация пользователей, визуализация многомерных данных.

4. Обучение с учителем

о Линейные модели: регрессия, логистическая регрессия.

о Деревья решений, случайные леса, градиентный бустинг (XGBoost, LightGBM).

о SVM: ядерные методы, разделяющие гиперплоскости.

о Оценка качества: метрики (Accuracy, ROC-AUC, MSE), confusion matrix.

Тема 2. Базовые архитектуры нейронных сетей

Темы:

1. Сети прямого распространения (Feedforward NN)

о Структура нейрона, функции активации (ReLU, Sigmoid, Tanh).

о Построение многослойного перцептрона (MLP) в PyTorch.

о Обучение: backpropagation, оптимизаторы (SGD, Adam).

2. Автокодировщики и машины Больцмана

о Принцип работы автокодировщиков (Encoder-Decoder).

о Применение для сжатия данных и шумоподавления.

о Ограниченные машины Больцмана (RBM) для рекомендательных систем.

3. Сверточные нейронные сети (CNN)

о Архитектура: ядра свертки, пулинг, полносвязные слои.

о Примеры: LeNet, AlexNet, ResNet.

о Transfer learning: использование предобученных моделей (VGG, Inception).

4. Рекуррентные сети (RNN, LSTM)

о Обработка последовательностей: скрытые состояния, временные зависимости.

о Архитектура LSTM: гейты (input, forget, output).

о Применение: прогнозирование временных рядов, NLP (токенизация).

Тема 3. Обучение с подкреплением

Темы:

1. Основы RL и марковские процессы

о Марковский процесс принятия решений (MDP): состояния, действия, награды.

о Политики (стратегии), value functions (Q-value, V-value).

о Примеры: игра в шахматы, управление роботом.

2. TD-методы, SARSA, Q-learning

о Temporal Difference (TD) обучение: обновление Q-значений.

о Алгоритмы SARSA (on-policy) и Q-learning (off-policy).

о Deep Q-Networks (DQN): интеграция нейросетей в RL.

3. Эволюционные алгоритмы

о Генетические алгоритмы: мутация, скрещивание, селекция.

о Применение: оптимизация гиперпараметров, игра в сложные игры.

4. Нейросетевые алгоритмы в RL

о Policy Gradient, Actor-Critic архитектуры.

о Примеры: AlphaGo, обучение роботов ходьбе.

Тема 4. Современные архитектуры нейронных сетей

Темы:

1. Генеративно-сопоставительные сети (GAN)

о Архитектура: генератор vs. дискриминатор.

о Модификации: DCGAN, CycleGAN (стиль-перенос).

о Этические вопросы: deepfakes, проверка подлинности.

2. Трансформеры

о Self-attention механизм, позиционное кодирование.

о BERT, GPT: предобучение на больших корпусах текста.

о Применение: перевод, суммаризация, чат-боты.

3. Диффузионные модели

о Принцип работы: шум → денизинг → генерация.

о Примеры: Stable Diffusion, DALL-E.

4. Импульсные нейронные сети (SNN)

о Нейроморфные вычисления: имитация биологических нейронов.

о Применение: энергоэффективные системы, робототехника.

5. Общий искусственный интеллект (AGI)

о Текущие исследования: мультимодальные модели (GPT-4, Gemini).

о Проблемы: интерпретируемость, этика, безопасность.

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)

Google Colab - <https://colab.research.google.com/>

Kaggle - <https://www.kaggle.com/>

scikit-learn - https://scikit-learn.org/stable/user_guide.html

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

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Лабораторные работы направлены на закрепление теоретических знаний через практическую реализацию алгоритмов. Перед выполнением каждой работы необходимо изучить соответствующий теоретический материал, включая принципы работы алгоритмов и особенности их применения. В ходе работы следует внимательно знакомиться с техническим заданием, использовать рекомендованные инструменты (например, Jupyter Notebook, Google Colab) и библиотеки (PyTorch, TensorFlow, Scikit-learn). Важно поэтапно выполнять эксперименты: от подготовки данных и настройки модели до анализа результатов. Документируйте все этапы, включая возникающие ошибки и способы их устранения. После завершения работы проанализируйте полученные метрики, сравните их с ожидаемыми результатами и сформулируйте выводы. Уделяйте внимание качеству кода: соблюдайте стиль PEP8, используйте комментарии и проводите рефакторинг.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа включает изучение лекционных материалов, выполнение домашних заданий и подготовку к проектам. Для эффективного освоения дисциплины регулярно выделяйте время на повторение теории: конспектируйте ключевые концепции, разбирайте примеры из учебников и научных статей. При выполнении домашних заданий старайтесь не ограничиваться шаблонными решениями - экспериментируйте с гиперпараметрами, пробуйте разные алгоритмы и сравнивайте их эффективность. Для углубленного понимания современных методов изучайте дополнительные ресурсы: онлайн-курсы (Coursera, Stepik), документацию библиотек и видеоуроки. Участвуйте в обсуждениях на форумах (Stack Overflow, GitHub Discussions), чтобы находить ответы на сложные вопросы. При работе над проектами разбивайте задачи на этапы, используйте системы контроля версий (Git) и инструменты управления.
экзамен	Экзамен проверяет комплексное понимание дисциплины: знание теории, умение применять алгоритмы и анализировать результаты. Для подготовки систематизируйте материал по модулям, уделяя внимание связям между темами (например, как методы предобработки данных влияют на качество нейросетей). Решайте типовые задачи: реализация классических алгоритмов ML, настройка нейросетей, интерпретация метрик. Тренируйтесь работать с ограниченным временем, выполняя задания на платформах вроде Kaggle или LeetCode. На экзамене важно четко формулировать мысли: объясняйте выбор методов, обосновывайте гиперпараметры и критически оценивайте результаты. Для устных вопросов готовьтесь аргументировать преимущества и недостатки архитектур (например, CNN vs. трансформеры) или алгоритмов (Q-learning vs. Policy Gradient). При решении практических кейсов соблюдайте структуру: постановка задачи → выбор подхода → реализация → выводы. Анализируйте типичные ошибки (переобучение, недочеты в предобработке) и предлагайте пути их устранения.

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 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 09.04.04 "Программная инженерия" и магистерской программе "Искусственный интеллект в разработке цифровых продуктов (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий) (Artificial Intelligence in Digital Product Development (with the use of e-learning and distance education technologies))".

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.08 Основы машинного обучения*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 09.04.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Искусственный интеллект в разработке цифровых продуктов (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий) (Artificial Intelligence in Digital Product Development (with the use of e-learning and distance education technologies))

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Вьюгин, В. В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования : учебное пособие / В. В. Вьюгин. - Москва: МЦНМО, 2014. - 304 с. - ISBN 978-5-4439-2014-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/56397> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Бринк Хенрик. Машинное обучение. - (Серия 'Библиотека программиста'). - Санкт-Петербург: Питер, 2018. - 336 с. - ISBN 978-5-496-02989-6. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/355472> (дата обращения: 10.12.2024). - Текст: электронный.
3. 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: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
4. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных: монография / 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: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.

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://znanium.com/catalog/product/2085950> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
2. 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: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Баранов, А.В. ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ЗАДАНИЙ / А. В. Баранов, Д. С. Николаев // Программные продукты и системы. - 2020. - № 2. - С. 218-228. - ISSN 2311-2735. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/314193> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.08 Основы машинного обучения*

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

Направление подготовки: 09.04.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Искусственный интеллект в разработке цифровых продуктов (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий) (Artificial Intelligence in Digital Product Development (with the use of e-learning and distance education technologies))

Квалификация выпускника: магистр

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.