

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

Машинное обучение

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Разработка цифровых продуктов (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий) (Digital Product Development (with the use of e-learning and distance education technologies))

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. Агафонов А.А. (кафедра высшей математики и математического моделирования, отделение педагогического образования), AlAAgafonov@kpfu.ru ; лаборант-исследователь Будревич А.Д. (Институт информационных технологий и интеллектуальных систем, КФУ), AnDBudrevich@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-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:

- терминологию, формулировки и границы применения основных методов машинного обучения

Должен уметь:

- обоснованно применять на практике основные методы машинного обучения

Должен владеть:

- приемами использования стандартных алгоритмов машинного обучения

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.16 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.03.04 "Программная инженерия (Разработка цифровых продуктов (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий) (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 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- мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме		
1.	Тема 1. Тема 1. Общие принципы машинного обучения	6	2	0	2	1	0	0	2	

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само- стя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме		
2.	Тема 2. Тема 2. Регрессия, градиентный спуск, метод наименьших квадратов	6	4	0	4	2	0	0	4	
3.	Тема 3. Тема 3. Классификация, логистическая регрессия	6	4	0	4	2	0	0	4	
4.	Тема 4. Тема 4. Зависимые предикторы, деревья принятия решений	6	2	0	2	1	0	0	2	
5.	Тема 5. Тема 5. Введение в нейронные сети	6	4	0	4	2	0	0	4	
6.	Тема 6. Тема 6. Уменьшение размерности. PCA. Manifold Learning	6	2	0	2	1	0	0	2	
7.	Тема 7. Тема 7. Работа с текстовыми данными	6	2	0	2	1	0	0	2	
8.	Тема 8. Тема 8. Рекомендательные системы	6	2	0	2	1	0	0	2	
9.	Тема 9. Тема 9. Глубокое обучение. Сверточные сети	6	4	0	4	2	0	0	4	
10.	Тема 10. Тема 10. Sequence to sequence. Рекуррентные сети. Работа со звуком	6	4	0	4	2	0	0	4	
11.	Тема 11. Тема 11. Полный цикл решения практической задачи машинного обучения	6	4	0	4	2	0	0	4	
12.	Тема 12. Тема 12. Архитектуры нейронных сетей, Generative adversarial networks, Image to image	6	2	0	2	1	0	0	2	
	Итого		36	0	36	18	0	0	36	

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Тема 1. Общие принципы машинного обучения

Что такое интеллект. Что такое слабый искусственный интеллект. Сильный искусственный интеллект. Разновидности проблем. Особенности данных. Как это работает. Конвенциональный алгоритм vs машинное обучение. Основные разновидности подходов. Обзор существующих алгоритмов и примеры практического применения.

Тема 2. Тема 2. Регрессия, градиентный спуск, метод наименьших квадратов

Искусственный интеллект и машинное обучение. Гипотезы и модели. Уровни абстракции. Регрессия, формулировка задачи. Примеры регрессионных задач. OLS, Аналитическое решение. Аналитическое решение, пример.

Корреляционный коэффициент Пирсона. Градиентный спуск. Множественная регрессия. Номинативные факторы. Binning. Полиномиальная регрессия. Нелинейная регрессия.

Тема 3. Тема 3. Классификация, логистическая регрессия

Задача с учителем, supervised learning. Категорийные переменные, one-hot encoding. Дискретизация. Бинарная классификация. Формулировка задачи. Примеры классификационных задач. Логистическая регрессия. Multiclass classification. Проблема критерия точности. Precision & recall (точность и полнота). Отказ от классификации.

Тема 4. Тема 4. Зависимые предикторы, деревья принятия решений

MHK & LK: плюсы и минусы. Независимость элементарных предикторов. Смена модели (деревья). Пример дерева принятия решений, decision tree. Бинарные деревья. Разбиение/Split point. Индекс Джини/Gini impurity. Gini impurity vs Entropy. Деревья и регрессия. Переобучение, overfitting. Переобучение в случае деревьев. Cross-validation. Регуляризация. Ансамбли принятия решений. Random Forest. Gradient Boosting.

Тема 5. Тема 5. Введение в нейронные сети

Недостатки линейной регрессии и логистической классификации. Недостатки деревьев принятия решений. Перцептрон. Sigmoid neuron. Архитектура сети. Функция стоимости и градиентный спуск. Обратное распространение. Стохастический градиентный спуск. Оптимизация: cross-entropy cost function, softmax, dropout. Переобучение, overfitting.

Тема 6. Тема 6. Уменьшение размерности. PCA. Manifold Learning

Supervised vs Un-supervised (Обучение с учителем и без учителя). Что такое кластеризация. Semi-supervised (полуконтролируемое обучение) алгоритмы. Кластеризация, K-means, C-means. Кластеризация, DBSCAN. Проклятие размерностей. PCA: Собственные векторы, матрица ковариантности, принципиальные компоненты. Manifold Learning.

Тема 7. Тема 7. Работа с текстовыми данными

Проблема текстовых данных. One-hot vector. TF-IDF векторизация. Стемминг (приведение слова к его базовой или корневой форме путем отбрасывания аффиксов), стоп-слова. Дистрибутивная гипотеза. Архитектуры нейронных сетей CBOW & Skip-gram. Word2Vec. FastText. Теорема Байеса. Naïve Bayes для классификации текста.

Тема 8. Тема 8. Рекомендательные системы

Формулировка проблемы рекомендательных систем и их практическая значимость. Collaborative filtering: пользовательские и предметные сходства. Memory-based подходы: вычисление сходств между пользователями и товарами. Model-based подходы: алгоритмические методы построения прогнозов. Content-based filtering: использование характеристик объектов для рекомендаций. Гибридные подходы: комбинирование различных методов для повышения точности.

Тема 9. Тема 9. Глубокое обучение. Сверточные сети

Глубокое обучение: многослойные нейронные сети и их преимущества. Проблема обучения глубоких сетей: вычислительная сложность и переобучение. Затухание градиента: причины возникновения и методы решения. Data augmentation: техники увеличения разнообразия тренировочных данных. Функции активации: ReLu и их модификации для улучшения обучения. Softmax: функция активации для задач многоклассовой классификации. Свёрточная нейронная сеть: архитектура для обработки изображений. Max-pooling: операция уменьшения размерности и выделения важных признаков. Embeddings: векторные представления слов и категориальных данных.

Тема 10. Тема 10. Sequence to sequence. Рекуррентные сети. Работа со звуком

Dense NN и CNN: сравнение архитектур и областей применения. Sequence to sequence: архитектура для задач преобразования последовательностей. Практические применения: машинный перевод, аннотация изображений, обработка речи. Подход к проблеме обработки последовательностей различной длины. Рекуррентная нейронная сеть: архитектура для работы с последовательными данными. Проблема долгосрочных зависимостей в традиционных RNN. GRU (Gated recurrent unit): усовершенствованная архитектура рекуррентных сетей. Encoder & decoder: двухкомпонентная архитектура для задач преобразования. Attention mechanism: механизм внимания для улучшения качества моделей. Звук как входные данные: особенности обработки аудиосигналов. Fast Fourier Transform (FFT): преобразование сигнала из временной в частотную область. Реальная архитектура DeepSpeech: пример промышленной системы распознавания речи.

Тема 11. Полный цикл решения практической задачи машинного обучения

Анализ проблемы: формулировка бизнес-требований и технических задач. Анализ данных: исследование и визуализация исходных данных. Classification vs Regression: выбор типа задачи в зависимости от целевой переменной. Outliers: методы обнаружения и обработки выбросов в данных. Overfitting: проблема переобучения и методы регуляризации. Train vs validation vs test: разделение данных и оценка качества модели. Pre-trained models: использование предобученных моделей для transfer learning. Hyperparameters: настройка гиперпараметров алгоритмов машинного обучения. Grid search: автоматический подбор оптимальных гиперпараметров.

Тема 12. Тема 12. Архитектуры нейронных сетей, Generative adversarial networks, Image to image

Типы слоев нейронной сети: полносвязные, сверточные, рекуррентные и другие. Residual Networks (ResNet): архитектура с пропускными соединениями. Batch Normalization: метод ускорения обучения и повышения стабильности. Проблема узости специализации моделей глубокого обучения. Adversarial problems: постановка задач с adversarial подходами. Generative Adversarial Networks (GANs): архитектура генеративно-состязательных сетей.

Competitive coevolution: аналогия с системой "хищник-жертва" в биологии. Процесс тренировки GAN: взаимодействие дискриминатора и генератора. Conditional GANs: условные генеративно-состязательные сети. Cycle GANs: архитектура для задач стилевого переноса без парных данных. Progressive GANs: метод постепенного наращивания сложности генерации. Виды задач: Image 2 Image, Text 2 Image, Deblurring images и другие применения.

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 №14-55-996бин/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
лекции	Работа по лекциям включает в себя работу до лекции, работу во время лекции и работу после лекции. Студенты знакомы с учебным планом и преподаватель заранее сообщает тему следующей лекции. Студент должен ознакомиться с темой по материалам в сети Интернет, в виртуальной аудитории. Вопросы во время лекции поощряются по оценке преподавателя. После лекции материал прорабатывается и используется в лабораторных работах
практические занятия	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.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа включает в себя работу с лекционным материалом, подготовку к лабораторным работам и выполнение лабораторных работ 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 в отчеты по лабораторным работам а также вопросы во время лекций по новейшим достижениям по изучаемой теме, это может поощряться преподавателем дополнительными баллами.
зачет	Зачет является формой итогового контроля, оценивающей степень освоения теоретического и практического материала дисциплины. Для успешной сдачи зачета необходимо владеть основными понятиями, методами и алгоритмами, рассмотренными в ходе лекций и практических занятий. Рекомендуется заранее повторить конспекты лекций, материалы семинаров и отчеты по лабораторным работам. Особое внимание следует уделить пониманию связей между различными темами курса. Преподаватель может оценивать не только фактические знания, но и способность студента применять их для решения типовых задач, анализировать полученные результаты и делать аргументированные выводы. Вопросы, вызывающие затруднения, следует выписать и уточнить у преподавателя на консультации перед зачетом.

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 "Разработка цифровых продуктов (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий) (Digital Product Development (with the use of e-learning and distance education technologies))".

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.16 Машинное обучение*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Разработка цифровых продуктов (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий) (Digital Product Development (with the use of e-learning and distance education technologies))

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: 10.12.2024). - 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: 10.12.2024). - Режим доступа : по подписке.

3. Выогин, В. В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования : учебное пособие / В. В. Выогин. - 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: 10.12.2024). - 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: 10.12.2024). - Режим доступа : по подписке.

Дополнительная литература:

1. 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: 10.12.2024). - Текст: электронный.

2. Масис С. Интерпретируемое машинное обучение на Python: пер. с англ. / С. Масис. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2023. - 640 с. - ISBN 978-5-9775-1735-5. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/389646> (дата обращения: 10.12.2024). - Текст: электронный.

3. 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.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
B1.B.16 Машинное обучение

**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: Разработка цифровых продуктов (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий) (Digital Product Development (with the use of e-learning and distance education technologies))

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.