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
_____ Турилова Е.А.
"___"_____20___ г.

# Программа дисциплины

Основы машинного обучения

Направление подготовки: 09.04.04 - Программная инженерия
Профиль подготовки: Искусственный интеллект в разработке цифровых продуктов
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2022

**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): заведующий кафедрой, к.н. Агафонов А.А. (кафедра высшей математики и математического моделирования, отделение педагогического образования), AlAAgafonov@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:

Должен знать:

Терминологию, формулировки и границы применения основных методов машинного обучения.

Должен уметь:

Должен уметь:

Обоснованно применять на практике основные методы машинного обучения.

Должен владеть:

Должен владеть:

Приемами использования стандартных алгоритмов машинного обучения.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.01.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.04.04 "Программная инженерия (Искусственный интеллект в разработке цифровых продуктов)" и относится к дисциплинам по выбору 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 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 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) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет 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 | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | | | | Самостоятельная работа |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Лекции, всего | Лекции в эл. форме | Практические занятия, всего | Практические в эл. форме | Лабораторные работы, всего | Лабораторные в эл. форме | |
| 1. | Тема 1. Тема 1. Общие принципы машинного | | | | | | | | |

обучения

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |



ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Тема 1. Общие принципы машинного обучения**

Что такое интеллект. 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 технологий искусственного интеллекта и машинного обучения в частности.

**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**

МНК & ЛК: 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. Оптимизации: cross-entropy cost function, softmax, dropout. Переобучение, overfitting.

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

Обучение с учителем и без учителя, их сравнительные характеристики (Supervised vs Unsupervised). Задача кластеризации. Semi-supervised алгоритмы. Кластеризация k-средних (k-means). Кластеризация DBSCAN. Проклятие размерностей. Метод главных компонент (PCA): Собственные векторы, матрица ковариантности, принципиальные компоненты. Manifold Learning.

**Тема 7. Тема 7. Работа с текстовыми данными.**

Проблема текстовых данных. Вектор One-hot как представление текста. Мера TF-IDF, ее составные компоненты (TF и IDF). Понятие стоп-слов. Стемминг и лемматизация. Дистрибутивная гипотеза. CBOW & Skip-gram. Модель Word2Vec. FastText. Теорема Байеса. Наивный байесовский классификатор для классификации текста.

**Тема 8. Тема 8. Рекомендательные системы.**

Постановка задачи рекомендации. Схема коллаборативной фильтрации. Меры сходства, используемые в коллаборативной фильтрации. Подходы user-based и item-based в коллаборативной фильтрации. Подходы Memory-based vs model based. Content-based filtering. Гибридные подходы. Методы принятия решения о рекомендации на основе пользовательских данных.

**Тема 9. Тема 9. Глубокое обучение. Сверточные сети.**

Понятие глубокого обучения и его проблематика. Ключевые характеристики глубинного обучения. Затухание градиента (vanishing gradient) и взрывной рост градиента. Методы увеличения объема обучающих выборок в машинном обучении. ReLu и другие оптимизации. Softmax. Свёрточная нейронная сеть. Max-pooling. Embeddings.

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

Dense NN, DNN Convolution NN, CNN. Sequence to sequence, примеры, машинный перевод, аннотация изображений, распознавание и синтез речи. Подход к проблеме. Рекуррентная нейронная сеть. The Problem of Long-Term Dependencies. GRU (Gated recurrent unit). Encoder & decoder. Attention mechanism. Звук как входные данные. Fast Fourier Transform (FFT). Реальная архитектура: DeepSpeech.

**Тема 11. Тема 11. Полный цикл решения практической задачи машинного обучения.**

Схема цикла решения задач машинного обучения. Схема CRISP (Cross-industry Standard Process for data mining). Анализ проблемы. Анализ данных. Выбор между классификацией и регрессией. Outliers. Решение проблемы переобучения. Обучение/валидация/тестирование модели. Предобученные модели. Параметры и гиперпараметры. Grid search.

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

Типы слоев нейронной сети. Residual Networks, ResNet. Batch Normalization. Проблема узости специализации. Adversarial problems. Generative Adversarial Networks (GANs). Competitive coevolution, Система "хищник - жертва". GAN, процесс тренировки, дискриминатор, генератор, целевая функция. Conditional GANs. Cycle GANs. Progressive GANs. Виды задач: Image 2 Image, Text 2 Image, Deblurring images.

## 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)

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 занятия осваиваются согласно темам, определенным учебным планом. Кроме непосредственного решения, в процессе лабораторной 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 |
|---|---|
| самостоя-тельная работа | Самостоятельная работа включает в себя работу с теоретическим материалом, подготовку к лабораторным работам и выполнение лабораторных работ вне аудитории, если это предлагается преподавателем, подготовку отчета, а также изучение нового материала по сети.<br>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 | Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий. |

## 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".

*Приложение 2*
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*
*Б1.В.ДВ.01.01 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

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

**Основная литература:**

1.Флах П., Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных: учебное пособие / Флах П. - Москва: ДМК Пресс, 2015. - 400 с. - ISBN 978-5-97060-273-7 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970602737.html (дата обращения: 21.02.2022). - Режим доступа : по подписке.

2. 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: 21.02.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

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: 21.02.2022). - Режим доступа : по подписке.

**Дополнительная литература:**

1.Хайяши Ф., Эконометрика: учебник / Фумио Хайяши; пер. с англ. под науч. ред. В.П. Носко. - Москва: Дело, 2017. - 728 с. (Академический учебник) - ISBN 978-5-7749-1197-4 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785774911974.html (дата обращения: 21.02.2022). - 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: 21.02.2022). - 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: 21.02.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3*
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*
*Б1.В.ДВ.01.01 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

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

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 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.