

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



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Основы машинного обучения

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Прикладная математика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

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): Першин И.А. ; заместитель директора по научной деятельности Тумаков Д.Н. (Директорат Института ВМ и ИТ, Институт вычислительной математики и информационных технологий), Dmitri.Tumakov@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
ОПК-3	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Линейную алгебру и аналитическую геометрию. Математическую статистику. Математический анализ. Методы оптимизации. Язык программирования Python.

Должен уметь:

- формализовать задачи в различных прикладных областях на основе математических моделей.
- формализовать задачи в различных прикладных областях на основе математических методов машинного обучения и программировать алгоритмы реализации этих методов при решении прикладных задач анализа данных, а так же понимать и объяснять возможные результаты решений.

Должен владеть:

- навыками постановки научно-исследовательских задач в различных прикладных областях на основе математических методов машинного обучения.
- навыками постановки научно-исследовательских задач, решаемых с помощью методов машинного обучения, их реализацией и интерпретацией полученных результатов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Формировать математическую постановку решаемой задачи.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.04 "Прикладная математика (Прикладная математика)" 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 - 54 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 18 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре.

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

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

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Тема 1. Введение в машинное обучение и нейронные сети. Обучение нейронной сети. Реализация градиентного спуска	6	4	0	0	0	6	0	4
2.	Тема 2. Тема 2. Задача линейной регрессии	6	0	0	0	0	6	0	2
3.	Тема 3. Тема 3. Задачи классификации.	6	2	0	0	0	6	0	4
4.	Тема 4. Тема 4. Градиентный спуск - методы оптимизаций.Классификация рукописных чисел полносвязанной сетью.	6	4	0	0	0	6	0	2
5.	Тема 5. Тема 5. Сверточные нейронные сети	6	4	0	0	0	6	0	4
6.	Тема 6. Тема 6. Регулиризация и нормализация	6	4	0	0	0	6	0	2
	Итого		18	0	0	0	36	0	18

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Тема 1. Введение в машинное обучение и нейронные сети. Обучение нейронной сети. Реализация градиентного спуска

Задачи и модели машинного обучения. Виды машинного обучения: с учителем, без учителя, глубокое обучение. Нейрон биологический и математическая модель нейрона. Булевы операции в виде нейронов. Нейронная сеть. Восстановление зависимости нейронной сетью. Функция потерь. Градиентный спуск (выбираем метод оптимизации). Алгоритм настройки нейронной сети. Алгоритмом обратного распространения ошибки. Базовая работа в PyTorch. Реализация метода стохастического градиентного спуска.

Тема 2. Тема 2. Задача линейной регрессии

Функции активации. Виды функции активации (сигмоидальная, гиперболическая, пороговая). Функция потерь (loss-функция). Выборка (датасет): тренировочная (train) и тестовая (validation). Полносвязные нейронные сети. Обучение нейронной сети. Реализация задачи восстановления скрытой зависимости или задачи регрессии

Тема 3. Тема 3. Задачи классификации.

Задача бинарной классификации. Проблема: паралич сигмоидной нейронной сети. Задача многоклассовой классификации. Функции потерь: бинарная кросс-энтропия и кросс-энтропия. Функция активации Softmax. Задача локализации. Задача сегментации. Задача сжатия размерности. Задача super resolution. Реализация задачи классификации

Тема 4. Тема 4. Градиентный спуск - методы оптимизаций.Классификация рукописных чисел полносвязанной сетью.

Градиентный спуск. Методы оптимизации (оптимизаторы). Стохастический градиентный спуск. По-батчевый градиентный спуск. Модификации градиентного спуска: алгоритм стохастического градиентного спуска с импульсом, алгоритм стохастического градиентного спуска с заглядыванием вперед, алгоритм RProp, алгоритм RMSProp, алгоритм Adam. Реализация задачи классификации рукописных чисел полносвязанной сетью.

Тема 5. Тема 5. Сверточные нейронные сети

Что такое свёртка. Зачем нужна свертка в свёрточных нейронных сетях. Ядро свертки. Паддинги. Пуллингги. Архитектура LeNet и ее реализация. Функции активации: ReLU, ELU, leaky ReLU, SeLU. Архитектуры сверточных нейронных сетей: AlexNet, VGG, GoogLeNet, ResNet. Реализация задачи классификации изображений с помощью сверточной нейронной сети LeNet на датасете MNIST

Тема 6. Тема 6. Регулиризация и нормализация

Проблема переобучения нейронной сети. Способы борьбы с переобучением: early stopping, регуляризация Тихонова (L2-регуляризация), Лассо-регуляризация, dropout. Нормализация нейронной сети. Батч-нормализация. Реализация задачи классификации изображений на датасете CIFAR: архитектура LeNet и архитектура CIFARNet .

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)

CS221: Искусственный интеллект: принципы и методы - <https://stanford-cs221.github.io/summer2023/>

Введение в машинное обучение - <https://mlcourse.ai/book/index.html>

Машинное_обучение_(курс_лекций_К.В.Воронцова) - <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title>

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
лабораторные работы	Перед началом работы необходимо ознакомиться с теоретическим материалом, связанным с темой лабораторной работы. Следует внимательно изучить постановку задачи и определить последовательность действий для ее выполнения. В процессе работы следует аккуратно фиксировать полученные результаты и делать соответствующие записи в лабораторном журнале. По окончании работы необходимо провести анализ полученных результатов, сделать выводы и подготовить отчет о выполненной лабораторной работе.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа включает в себя работу с лекционным материалом, подготовку к практическим занятиям и выполнение лабораторных работ вне аудитории, если это предлагается преподавателем, подготовку отчета и изучение нового материала. Изучение нового материала по теме должно обязательно сопровождаться ознакомлением с новейшими достижениями, так как данная сфера относится к быстро развивающимся областям.
экзамен	Проверка теоретических знаний производится в виде опроса по любым вопросам, входящим в программу и теоретический минимум. Обычно задается от одного до двух вопросов. Студент должен продемонстрировать полное понимание терминологии, которую использует в своем ответе. У студента будет время для подготовки.

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

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

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

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

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

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

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

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

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

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.04 "Прикладная математика" и профилю подготовки "Прикладная математика".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Прикладная математика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

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: 18.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Лимановская, О. В. Основы машинного обучения : учебное пособие / О. В. Лимановская, Т. И. Алферьева. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА : Издательство Уральского университета, 2022. - 88 с. - ISBN 978-5-9765-5006-3 (ФЛИНТА) ; ISBN 978-5-7996-3015-7 (Издательство Уральского университета). - Текст : электронный. - URL : <https://znanium.com/catalog/product/1891377> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Масленникова, О.Е. Основы искусственного интеллекта : учебное пособие / О.Е. Масленникова, И.В. Гаврилова. - 3-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2019. - 283 с. - ISBN 978-5-9765-1602-1. - Текст : электронный. - URL : <https://znanium.com/catalog/product/1034902> (дата обращения: 18.01.2024). - 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: 18.01.2024). - Режим доступа : по подписке.

Дополнительная литература:

1. Бовырин А.В., Введение в разработку мультимедийных приложений с использованием библиотек OpenCV и IPP: учебное пособие / А.В. Бовырин и др. - Москва: Национальный Открытый Университет 'ИНТУИТ', 2016. - 382 с. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/intuit_079.html (дата обращения: 18.01.2024). - 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 : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108522.html> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа : по подписке.
3. Кук Д., Машинное обучение с использованием библиотеки H2O: практическое руководство / Кук Д. - Москва : ДМК Пресс, 2018. - 250 с. - ISBN 978-5-97060-508-0 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970605080.html> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа : по подписке.
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 : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970604090.html> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа : по подписке.
5. Лесковец Ю., Анализ больших наборов данных: практическое руководство / Лесковец Ю., Раджараман А., Джеффри Д. Ульман - Москва: ДМК Пресс, 2016. - 498 с. - ISBN 978-5-97060-190-7 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970601907.html> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа : по подписке.
6. Теофили Т., Глубокое обучение для поисковых систем: монография / Теофили Т., пер. с англ. Д.А. Беликова. - Москва : ДМК Пресс, 2020. - 318 с. - ISBN 978-5-97060-776-3 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970607763.html> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа : по подписке.

7. Осипов Г.С., Методы искусственного интеллекта: монография / Осипов Г.С. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 296 с. - ISBN 978-5-9221-1323-6 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113236.html> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
8. Коэльо, Л. П. Построение систем машинного обучения на языке Python: монография / Л. П. Коэльо, В. Ричарт; пер. с англ. А. А. Слинкина. - 3-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 304 с. Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10'. - ISBN 978-5-89818-331-8. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785898183318.html> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа : по подписке.
9. Одинцов, Б. Е. Модели и проблемы интеллектуальных систем : монография / Б.Е. Одинцов. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 219 с. - (Научная мысль). - DOI 10.12737/1060845. - ISBN 978-5-16-015839-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1060845> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
10. Демидова Л.А., Методы кластеризации в задачах оценки технического состояния зданий и сооружений в условиях неопределенности: монография / Демидова Л.А., Коняева Е.И. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2012. - 156 с. - ISBN 978-5-9912-0222-0 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202220.html> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа : по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.02 Основы машинного обучения

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

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Прикладная математика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

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