

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
_____ Турилова Е.А.
"___" _____ 20__ г.

Программа дисциплины
Машинное обучение и машинное зрение на Python

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия
Профиль подготовки: Архитектор интеллектуально-транспортных систем и беспилотных платформ
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): заместитель директора центра Кокунин П.А. (Научно-исследовательский центр Центр превосходства Специальная робототехника и искусственный интеллект, Институт вычислительной математики и информационных технологий), PAKokunin@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-5	Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем;
ОПК-7	Способен применять в практической деятельности основные концепции, принципы, теории и факты, связанные с информатикой;
ПК-2	Способен использовать различные технологии разработки программного обеспечения

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные концепции моделей машинного обучения;
- основные концепции алгоритмов машинного зрения;
- основные концепции нейронных сетей;
- архитектуры классических нейронных сетей.

Должен уметь:

- применять на практике различные алгоритмы машинного обучения;
- применять на практике различные алгоритмы машинного зрения;
- устанавливать программное обеспечение;
- применять основные концепции и теории машинного обучения и машинного зрения в практической деятельности.

Должен владеть:

- навыками построения и анализа моделей машинного обучения;
- навыками проектирования, конструирования и тестирования программных продуктов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Применять полученные знания и навыки в практической деятельности

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.08 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.03.04 "Программная инженерия (Архитектор интеллектуально-транспортных систем и беспилотных платформ)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 7, 8 семестрах.

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 8 зачетных(ые) единиц(ы) на 288 часа(ов).

Контактная работа - 216 часа(ов), в том числе лекции - 72 часа(ов), практические занятия - 144 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 63 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 9 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре; экзамен в 8 семестре.

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

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

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-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.	7	4	0	8	0	0	0	4
2.	Тема 2. Тема 2. Бинарная и многоклассовая классификация.	7	4	0	8	0	0	0	4
3.	Тема 3. Тема 3. Линейные модели. Метод наименьших квадратов. Линейная регрессия.	7	4	0	8	0	0	0	4
4.	Тема 4. Тема 4. Линейные классификация. Логистическая регрессия. Метод опорных векторов.	7	4	0	8	0	0	0	4
5.	Тема 5. Тема 5. Логистическая регрессия и метод опорных векторов.	7	4	0	8	0	0	0	4
6.	Тема 6. Тема 6. Решающие деревья.	7	4	0	8	0	0	0	4
7.	Тема 7. Тема 7. Метрические модели. Метод ближайших соседей. Метрики расстояний	7	4	0	8	0	0	0	4
8.	Тема 8. Тема 8. Вероятностные модели.	7	4	0	8	0	0	0	4
9.	Тема 9. Тема 9. Ансамбли и градиентный бустинг.	7	4	0	8	0	0	0	4
10.	Тема 10. Тема 10. Введение в машинное зрение.	8	4	0	8	0	0	0	3
11.	Тема 11. Тема 11. Простой анализ изображений.	8	4	0	8	0	0	0	3
12.	Тема 12. Тема 12. Представление изображений. Локальные особенности.	8	4	0	8	0	0	0	3
13.	Тема 13. Тема 13. Сопоставление изображений. Склеивка изображений.	8	4	0	8	0	0	0	3
14.	Тема 14. Тема 14. Классификация изображений.	8	4	0	8	0	0	0	3
15.	Тема 15. Тема 15. Комбинация методов.	8	4	0	8	0	0	0	3
16.	Тема 16. Тема 16. Лазерная, ультразвуковая и оптическая локация.	8	4	0	8	0	0	0	3
17.	Тема 17. Тема 17. Нейронные сети.	8	4	0	8	0	0	0	3
18.	Тема 18. Тема 18. Архитектуры нейронных сетей.	8	4	0	8	0	0	0	3
	Итого		72	0	144	0	0	0	63

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Тема 1. Введение в машинное обучение.

Тема 1. Введение в машинное обучение.

Определение дисциплины, ее цели и задачи. Модель, обучающая выборка, объект, предсказание. Обучение без учителя, обучение с учителем. Модели. Метрическая модель, вероятностная модель, логическая модель. Признаки, вектора признаков. Проблемы, связанные с данными: ошибки разметки, выбросы, пропуски, дрейф данных.

Тема 2. Тема 2. Бинарная и многоклассовая классификация.

Тема 2. Бинарная и многоклассовая классификация.

Гипотеза компактности. Классификатор. Метки классов. Бинарный классификатор. Метод ближайшего соседа. Оценка качества классификации. Многоклассовый классификатор. Один против одного. Один против всех. Все против всех.

Тема 3. Тема 3. Линейные модели. Метод наименьших квадратов. Линейная регрессия.

Тема 3. Линейные модели. Метод наименьших квадратов. Линейная регрессия.

Линейные модели. Метод наименьших квадратов. Измерение ошибки в задачах регрессии. Задача оптимизации. Градиент. Градиентный спуск. Не градиентные методы. Проблема переобучения. Оценка качества моделей. Регуляризация. Гиперпараметры. Разреженные модели.

Тема 4. Тема 4. Линейные классификация. Логистическая регрессия. Метод опорных векторов.

Тема 4. Линейная классификация. Логистическая регрессия. Метод опорных векторов.

Линейный классификатор. Метод стохастического градиента. Метод стохастического среднего градиента. Инициализация весов. Логистическая регрессия. Метод опорных векторов. Линейно разделяемая выборка. Линейно неразделимая выборка. Метод опорных векторов с мягким зором.

Тема 5. Тема 5. Логистическая регрессия и метод опорных векторов.

Тема 5. Логистическая регрессия и метод опорных векторов.

Метод стохастического градиента для логарифмической функции потерь. Многоклассовая логистическая регрессия. Многоклассовый метод опорных векторов. Регуляризованная логистическая регрессия.

Тема 6. Тема 6. Решающие деревья.

Тема 6. Решающие деревья.

Решающее дерево. Стратегия "разделяй и властвуй". Критерии ветвления. Критерий Джини. Деревья регрессии. ID3, C4.5, CART. Решающие деревья и линейные модели.

Тема 7. Тема 7. Метрические модели. Метод ближайших соседей. Метрики расстояний

Тема 7. Метрические модели. Метод ближайших соседей. Метрики расстояний.

Обобщенный метрический классификатор. Метод ближайших соседей. Евклидова метрика. Манхэттенское расстояние. Метрика Чебышева. Расстояние Махаланобиса. Косинусное расстояние. Расстояние Жаккара. Взвешенный метод ближайших соседей. Поиск ближайших соседей.

Тема 8. Тема 8. Вероятностные модели.

Тема 8. Вероятностные модели.

Дискриминантные вероятностные модели. Порождающие модели. Байесовская теория классификации. Оптимальный байесовский классификатор. Наивный байесовский классификатор.

Тема 9. Тема 9. Ансамбли и градиентный бустинг.

Тема 9. Ансамбли и градиентный бустинг.

Понятие ансамбля моделей. Смещение и разброс. Бэггинг. Усиливающие выборки. Случайный лес. Бустинг. Стекинг. Градиентный бустинг. Стохастический градиентный бустинг. Бустинг в задаче регрессии. Алгоритм AnyBoost. Алгоритм XGBoost.

Тема 10. Тема 10. Введение в машинное зрение.

Тема 10. Введение в машинное зрение.

Зрительное восприятие человека и машинное зрение. Восприятие 2-х и 3-х мерных изображений. Виды датчиков. Цифровое изображение. Гистограмма. Линейная и нелинейная коррекция. Цветокоррекция. Шумоподавление. Виды шума. Свертка. Вох-фильтр. Фильтр Гаусса. Медианный фильтр. Повышение резкости. Метрики качества.

Тема 11. Тема 11. Простой анализ изображений.

Тема 11. Простой анализ изображения.

Сопоставление. Pattern matching. Поиск краев. Градиент изображения. Влияние шума. Предобработка изображения. Детектор Canny. Пороговая фильтрация. Distance transform. Схема алгоритма компьютерного зрения. Бинаризация изображения. Адаптивная бинаризация. Морфологические преобразования. Геометрические признаки. Фотометрические признаки.

Тема 12. Тема 12. Представление изображений. Локальные особенности.

Тема 12. Представление изображений. Локальные особенности.

Преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Прямоугольный сигнал. Спектр частот. Сжатие с потерями. Спектральный анализ. Пирамиды изображений. Вейвлеты. Локальные особенности. Детектор Харриса. Детекторы углов. Блобы. Детектор Harris-Laplacian. Дескрипторы. SIFT.

Тема 13. Тема 13. Сопоставление изображений. Склейка изображений.

Тема 13. Сопоставление изображений. Склейка изображений. Классификация.

Сопоставление изображений. Метод наименьших квадратов. RANSAC. Гомография. Ректификация изображения. Склейка изображений. Преобразование Хафа. Преобразование Радона.

Тема 14. Тема 14. Классификация изображений.

Тема 14. Классификация изображений.

Классификация изображений. Классификация текстов. Извлечение особенностей. Применение методов машинного обучения.

Тема 15. Тема 15. Комбинация методов.

Тема 15. Комбинация методов.

Основы видеонаблюдения. Методы вычитания фона. Методы отслеживания объектов. Комбинация методов. Комплексирование изображений. Различные датчики.

Тема 16. Тема 16. Лазерная, ультразвуковая и оптическая локация.

Тема 16. Лазерная, ультразвуковая и оптическая локация.

Принцип действия лазерного импульсного дальномера. Погрешность измерения дальности ЛИД. Методы определения расстояния. Пассивная и активная оптическая локация. Расчет дальности и точности оптической локации. Методы и алгоритмы уменьшения влияния шумов на точность оптической локации. Основные методы ультразвуковой локации. Пассивная и активная ультразвуковая локация. Методы и алгоритмы уменьшения влияния шумов на точность ультразвуковой локации.

Тема 17. Тема 17. Нейронные сети.

Тема 17. Нейронные сети.

Нейронные сети. Глубинное обучение. Линейный слой. Функция активации. Алгоритм обратного распространения ошибки. Различные функции активации. Инициализация весов. Регуляризация нейронных сетей. Сверточные нейронные сети. Области применения. Понятие свертки. Сверточный слой нейронной сети. Пулинг.

Тема 18. Тема 18. Архитектуры нейронных сетей.

Тема 18. Архитектуры нейронных сетей.

Рекуррентные нейронные сети. Генеративно-состязательные нейронные сети. Нейронные сети типа трансформер. Фреймворки и библиотеки для работы с нейросетями.

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)

Журнал - http://www.creativeconomy.ru/mag_rp/

Журнал - http://www.basw-ngo.by/page.php?issue_id=2855

Правительство РФ - <http://government.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекционные занятия проходят в интерактивной форме, предполагающей вовлечение обучающихся в обсуждение всех предложенных тем. Применяются такие формы лекционных занятий как лекция-презентация, лекция-дискуссия, проблемная лекция, видео-лекция. Студенты активно участвуют в конструировании знаний во время круглых столов, дискуссионных площадок.
практические занятия	Практические занятия, семинары являются одной из основных форм образовательного процесса, ориентированной на усвоение студентами теоретического материала и выработку практических компетенций. Основной целью практических занятий является комплексный контроль усвоения пройденного материала, хода выполнения студентами самостоятельной работы и рассмотрение наиболее сложных и спорных вопросов в рамках темы занятия. Подготовка к семинарам предполагает самостоятельную работу студентов по изучению материала по конкретной теме.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа преследует цель закрепить, углубить и расширить знания, полученные студентами в ходе аудиторных занятий, а также сформировать навыки работы с научной, учебной и учебно-методической литературой, развивать творческое, продуктивное мышление обучаемых, их креативные качества, формирование общекультурных и профессиональных компетенций.

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	Зачет проводится в письменной форме. В билет включаются вопросы и задачи. Студенту дается 90 минут для выполнения своего варианта задания.
экзамен	Экзамен проводится в письменной форме. В билет включаются вопросы и задачи. Студенту дается 90 минут для выполнения своего варианта экзаменационного задания.

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 09.03.04 "Программная инженерия" и профилю подготовки "Архитектор интеллектуально-транспортных систем и беспилотных платформ".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.08 Машинное обучение и машинное зрение на Python

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Архитектор интеллектуально-транспортных систем и беспилотных платформ

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1. Бурков, А. Инженерия машинного обучения : практическое руководство / А. Бурков ; пер. с англ. А. А. Слинкина. - Москва : ДМК Пресс, 2022. - 306 с. - ISBN 978-5-93700-125-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2109491> (дата обращения: 14.09.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных : учебник / П. Флах. - 2-е изд. - Москва.:ДМК Пресс, 2023. - 401 с. - ISBN 978-5-89818-300-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2085038> (дата обращения: 14.09.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Шапиро, Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман ; пер. с англ. - 4-е изд., электрон. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 763 с. - (Лучший зарубежный учебник). - ISBN 978-5-00101-696-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1094363> (дата обращения: 16.10.2023). - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Коэлью, Л. Построение систем машинного обучения на языке Python : практическое руководство / Л. Коэлью, В. Ричарт ; пер. с англ. А. А. Слинкина. - 3-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 304 с. - ISBN 978-5-89818-331-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2102618> (дата обращения: 14.09.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Рамальо, Л. Python. К вершинам мастерства / Лучано Рамальо ; пер. с англ. А.А. Слинкина. - Москва : ДМК Пресс, 2016. - 768 с. - ISBN 978-5-97060-384-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1028052> (дата обращения: 14.09.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Клетте, Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы : практическое руководство / Р. Клетте ; пер. с англ. А. А. Слинкина. - Москва : ДМК Пресс, 2019. - 506 с. - ISBN 978-5-97060-702-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2083417> (дата обращения: 16.10.2023). - Режим доступа: по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.08 Машинное обучение и машинное зрение на Python

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: Архитектор интеллектуально-транспортных систем и беспилотных платформ

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