МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Е.А. Турилова
17 февраля 2023 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Нейронные сети

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки
Профиль подготовки: Наука о данных
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2023

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. Маклецов С.В. (Кафедра теории функций и приближений, отделение математики), serge.makletsov@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	Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники
ПК-5	Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- знать основные виды ИНС;
- знать базовые компоненты ИНС;
- знать классификацию ИНС.

Должен уметь:

- уметь создавать различные виды ИНС с применением одного из языков программирования, например, Python

Должен владеть:

- владеть практическими навыками создания ИНС для решения ряда практических задач (аппроксимации, классификации и т.п.)

Должен демонстрировать способность и готовность:

- проявлять способность конструировать и обучать нейронные сети различных видов, в том числе типа 'перцептрон', сетей Кохонена, Хопфилда и др. для решения трудно формализуемых прикладных задач.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.08 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 02.03.01 "Математика и компьютерные науки (Наука о данных)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 5 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 - 18 часа(ов), практические занятия - 18 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 5 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. Общие сведения об искусственных нейронных сетях (ИНС). Задачи, решаемые средствами ИНС.	5	2	0	0	0	0	0	2
2.	Тема 2. Типовая модель искусственного нейрона. Однослойный перцептрон. Методы обучения однослойного перцептрона.	5	1	0	1	0	0	0	2
3.	Тема 3. Многослойный перцептрон. Метод обратного распространения ошибки и его программная реализация.	5	2	0	4	0	0	0	5
4.	Тема 4. Нормализация данных.	5	2	0	2	0	0	0	2
5.	Тема 5. ИНС с ассоциативной памятью (сети Хопфилда, сети Коско).	5	2	0	2	0	0	0	5
6.	Тема 6. Нейронные сети Кохонена (карты Кохонена)	5	2	0	2	0	0	0	5
7.	Тема 7. Сверточные нейронные сети. Сети глубинного обучения. Применение специальных библиотек для разработки сверточных нейросетей.	5	2	0	2	0	0	0	6
8.	Тема 8. Применение специальных библиотек для разработки сверточных нейросетей на Python	5	2	0	2	0	0	0	4
9.	Тема 9. Использование сервиса Google Colab (бесплатной версии) для получения вычислительных мощностей для создания и обучения нейронных сетей.	5	2	0	2	0	0	0	3
10.	Тема 10. Применение биоинспирированных методов для повышение эффективности работы нейронных сетей.	5	1	0	1	0	0	0	2
	Итого		18	0	18	0	0	0	36

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Общие сведения об искусственных нейронных сетях (ИНС). Задачи, решаемые средствами ИНС.

Дается представление о том, что такое искусственные нейронные сети (ИНС). Описывается биологические принципы работы естественных нейронных сетей и их базовые принципы, легшие в основу сетей искусственных. Дается обзорное представление о функционировании нейронов человеческого мозга. Рассказывается об архитектурах ИНС (однослойные, многослойные сети прямого распространения; рекуррентные сети).

Тема 2. Типовая модель искусственного нейрона. Однослойный перцептрон. Методы обучения однослойного перцептрона.

Определяется модель искусственного нейрона (входы, веса, сумматор, функция активации). Рассматриваются различные типы функций активации и их особенности. Дается представление нейронных сетей с помощью направленных графов.

Понятие однослойного перцептрона, как простейшего вида нейронной сети. Автоматизация подбора весов в искусственной нейронной сети. Виды алгоритмов обучения искусственных нейронных сетей (обучение с учителем и без учителя). Задачи обучения (ассоциативная память, распознавание образов, аппроксимация функций и др.) Обучение, основанное на коррекции ошибок. Обучение на основе памяти. Обучение Хебба.

Тема 3. Многослойный перцептрон. Метод обратного распространения ошибки и его программная реализация.

Для чего нужен многослойный перцептрон. Задача XOR. Применение метода обратного распространения ошибки для обучения искусственных нейронных сетей типа многослойных перцептронов. Математическая модель алгоритма обратного распространения ошибки.

Решение задачи аппроксимации нелинейной функции с применением многослойного перцептрона.

Тема 4. Нормализация данных.

Работа искусственных нейронных сетей с данным различных порядков. Предварительная обработка данных. Применение нормализации данных к заданному диапазону для повышения качества ИНС (увеличение скорости сходимости, устранение возможных ошибок). Рассмотрение различных способов нормализации данных. Линейная и нелинейная нормализации.

Тема 5. ИНС с ассоциативной памятью (сети Хопфилда, сети Коско).

Рекуррентные искусственные нейронные сети. Модель искусственной нейронной сети Хопфилда. Решение с помощью искусственной нейронной сети Хопфилда задачи распознавания образа (печатного символа).

Искусственные нейронные сети с ассоциативной памятью, как продолжение развития искусственных нейронных сетей Хопфилда. ИНС Коско, как расширение ИНС Хопфилда.

Тема 6. Нейронные сети Кохонена (карты Кохонена)

Нейронные сети, обучающиеся без учителя. Карты самоорганизации как отдельный вид искусственных нейронных сетей. Общее представление модели самоорганизующихся карт. Процессы конкуренции, кооперации, адаптации. Применение алгоритма самоорганизующихся карт (Кохонена) для решения задачи кластеризации данных. Программное решение задач с помощью ИНС Кохонена.

Тема 7. Сверточные нейронные сети. Сети глубинного обучения. Применение специальных библиотек для разработки сверточных нейросетей.

Сверточный искусственные нейронные сети - искусственные нейронные сети, используемые для работы с изображениями. Архитектура сверточных нейронных сетей. Слои свертки, пулинга, полносвязный слой Обучение СНС. Применение сверточных нейронных сетей для решения прикладных задач, связанных с обработкой изображений. Возможности применения сверточных нейронных сетей для работы с одномерными данными.

Тема 8. Применение специальных библиотек для разработки сверточных нейросетей на Python

Применение популярных специализированных библиотек (таких как Keras, Tensor Flow) для создания модели сверточной нейросети. Установка библиотек в системе. Возможность использования библиотеки TensorFlow для выполнения обучения нейронных сетей на центральном процессоре и на процессоре видеокарты компьютера с поддержкой технологии CUDA.

Тема 9. Использование сервиса Google Colab (бесплатной версии) для получения вычислительных мощностей для создания и обучения нейронных сетей.

Использование внешних интернет-ресурсов для создания и обучения нейросетей. Google Colab как средство для построения нейронной сети. Ограничения бесплатной версии Google Colab. Использование встроенной среды для записи программного кода и ее особенности. Применение Google Colab для построения сверточной нейронной сети.

Тема 10. Применение биоинспирированных методов для повышение эффективности работы нейронных сетей.

Биоинспирированные методы - математические методы, идея которых заимствована из биологии. Генетические алгоритмы, как еще один пример биоинспирированных методов. Формирование кодирование решений задачи с помощью хромосом. Формирование начальной популяции. Итерационный процесс получения приближенного решения с помощью алгоритмов эволюционного типа. Применение операторов кроссинговера, мутации и селекции. Решение задачи подбора весов искусственной нейронной сети средствами генетических алгоритмов.

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)

Введение в нейронные сети - https://intuit.ru/studies/courses/607/463/info

Интерактивный учебник языка Python - http://pythontutor.ru/

Основы теории нейронных сетей - https://intuit.ru/studies/courses/88/88/info

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на детали синтаксиса программ, формулировки, раскрывающие суть тех или иных технологий и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля для пометок. Не следует стесняться задавать лектору вопросы, если какие-либо аспекты лекционного материала оказались непонятными. При наличии технической возможности рекомендуется осуществлять во время лекции набор текста примеров на ноутбуке/планшете и их тестирование в среде программирования. Это позволит легче разбираться в материале и оперативнее разрешать возникающие вопросы. При отсутствии технической

возможности, примеры следует набирать и разбирать в ходе самостоятельной работы.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	Работа на лабораторных занятиях предполагает систематическую и планомерную подготовку к занятию. После лекции следует познакомиться с планом лабораторных занятий и списком обязательной и дополнительной литературы, которую необходимо прочитать, изучить и законспектировать. В ходе лабораторных занятий студенты получают задания, решение которых оформляется в виде компьютерной программы. Также на занятиях у студентов есть возможность задать интересующие их вопросы по сложным, непонятым моментам и технологиям, применение которых необходимо для освоения материала курса.
самостоя-тельная работа	Самостоятельная работа требует, изучения рекомендуемых источников, их реферирования, подготовки на их основе компьютерных программ. Важным этапом в самостоятельной работе является повторение материала по конспекту лекции. Одна из главных составляющих внеаудиторной подготовки - работа с интернет-ресурсами по пройденной теме. Она предполагает: поиск контента, внимательное ознакомление, критическое осмысление содержания, применение полученной информации в решении поставленных перед студентом задач, постановки интересующих вопросов, которые могут стать предметом обсуждения на семинаре.
зачет	Для успешного прохождения зачета студенту необходимо предоставить решения всех заданных в течение семестра упражнений; разбираться в профессиональных терминах, изученных в рамках курса; уметь составлять алгоритмы программ и реализовывать их в какой-либо среде разработки приложений. Ответ на зачете предполагает демонстрацию способности и готовности применить полученные знания к предлагаемым практическим заданиям. Кроме того, студенту необходимо владеть терминологией и уметь излагать основные принципы изученных технологий.

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 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" и профилю подготовки "Наука о данных".

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.08 Нейронные сети

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки
Профиль подготовки: Наука о данных
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Основная литература:

1. Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 216 с. - ISBN 978-5-8114-7462-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/160142 (дата обращения: 28.03.2022).- Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. 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: 28.03.2022).- Режим доступа: по подписке.

3. Сергеев, Н. Е. Системы искусственного интеллекта. Часть 1: учебное пособие / Сергеев Н.Е. - Таганрог: Южный федеральный университет, 2016. - 118 с.: ISBN 978-5-9275-2113-5. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/991954 (дата обращения: 28.03.2022).- Режим доступа: по подписке.

4. Осипов, Г. С. Методы искусственного интеллекта : монография / Г. С. Осипов. - Москва : Физматлит, 2011. - 296 с. - ISBN 978-5-9221-1323-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/544787 (дата обращения: 28.03.2022).- Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1.Жуков, Р. А. Язык программирования Python: практикум : учебное пособие / Р.А. Жуков. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 216 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/textbook_5cb5ca35aaa7f5.89424805. - ISBN 978-5-16-016971-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1689648 (дата обращения: 28.03.2022).- Режим доступа: по подписке.

2. Применение искусственных нейронных сетей и системы остаточных классов в криптографии : монография / Н. И. Червяков, А. А. Евдокимов, А. И. Галушкин, И. Н. Лавриненко. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 280 с. - ISBN 978-5-9221-1386-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/5300 (дата обращения: 28.03.2022).- Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Александрова, Ю. Н. Анализ профессиональной пригодности кандидата на основе нейронных сетей / Ю. Н. Александрова. - Текст : электронный // Интернет-журнал 'Науковедение'. - 2014. - №1. - URL: https://znanium.com/catalog/product/471562 (дата обращения: 28.03.2022). - Режим доступа: по подписке.

4. Воловиков, Б. П. Стратегическое прогнозирование развития промышленного предприятия на основе метода нейронных сетей и аппарата нечеткой логики / Б. П. Воловиков. - Текст : электронный // Стратегический менеджмент. - 2011. - №4 (16). - С. 256-268. - URL: https://znanium.com/catalog/product/498008 (дата обращения: 28.03.2022).- Режим доступа: по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.08 Нейронные сети

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

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Наука о данных

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.