

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 24.04.2023 11:15:38

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

### Введение в глубинное обучение

Закреплена за подразделением

Кафедра АСУ

Направление подготовки

09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Интеллектуальные системы анализа данных

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 6

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 85

часов на контроль 27

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	85	85	85	85
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):  
*к.т.н., доц., Калитин Д.В.*

Рабочая программа

**Введение в глубинное обучение**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, 09.03.01-БИВТ-22-2.plx Интеллектуальные системы анализа данных, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.10.2021, протокол № 8-21

Утверждена в составе ОПОП ВО:

09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, Интеллектуальные системы анализа данных, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.10.2021, протокол № 8-21

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра АСУ**

Протокол от 07.07.2021 г., №11

Руководитель подразделения д.т.н., профессор Темкин Игорь Олегович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	основная цель дать студентам современные представления о искусственных нейронных сетях глубокого обучения, основах теории построения, обучения, оптимизации и применения такого инструмента.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Сложность вычислений	
2.1.2	Теория вероятности и математическая статистика	
2.1.3	Математическая логика	
2.1.4	Численные методы	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Инновационный практикум	
2.2.2	Математические основы computer science	
2.2.3	Математические основы естественных наук	
2.2.4	Непрерывная оптимизация	
2.2.5	Создание и разработка инновационных IT-проектов	
2.2.6	Курсовая научно-исследовательская работа	
2.2.7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-2: Способен применять современный математический аппарат в решении трудно-формализуемых задач</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-2-31 задачи в которых эффективно применяются нейронные сети глубокого обучения	
<b>ПК-1: Способен осуществлять полный цикл работы с данными с использованием существующих методов машинного обучения</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31 Основные модели машинного обучения	
<b>ПК-2: Способен применять современный математический аппарат в решении трудно-формализуемых задач</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-2-У1 выбрать методы подготовки данных для последующего обучения и тестирования сетей глубокого обучения	
<b>ПК-1: Способен осуществлять полный цикл работы с данными с использованием существующих методов машинного обучения</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1-У1 подготавливать данные для анализа с использованием сетей глубокого обучения	
<b>ПК-2: Способен применять современный математический аппарат в решении трудно-формализуемых задач</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-2-В1 методами построения, оптимизации и обучения нейронных сетей глубокого обучения	
<b>ПК-1: Способен осуществлять полный цикл работы с данными с использованием существующих методов машинного обучения</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-1-В1 современными библиотеками для построения сетей глубокого обучения	

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Нейронные сети и глубокое обучение</b>							

1.1	Что такое нейронная сеть? Контролируемое обучение с нейронными сетями Почему глубокое обучение набирает обороты? /Лек/	6	1	ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1	
1.2	Логистическая регрессия как нейронная сеть Бинарная классификация Логистическая регрессия Функция стоимости логистической регрессии Градиентный спуск Производные Граф вычислений Производные с вычислительным графиком Градиентный спуск логистической регрессии Градиентный спуск на m примерах /Лек/	6	3	ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1	
1.3	Python и векторизация Векторизация Дополнительные примеры векторизации Векторизация логистической регрессии Векторизация вывода градиента логистической регрессии Вещание в Python Примечание о векторах python/numpy Краткий обзор ноутбуков Jupyter/iPython /Лек/	6	3	ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1	
1.4	Мелкая нейронная сеть Представление нейронной сети Вычисление вывода нейронной сети Векторизация нескольких примеров Функции активации Зачем нужны нелинейные функции активации? Производные функций активации Градиентный спуск для нейронных сетей Интуиция обратного распространения Случайная инициализация /Лек/	6	3	ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1	

1.5	Глубокая нейронная сеть Глубокая нейронная сеть с L-слоями Прямое распространение в глубокой сети Получение правильных размеров матрицы Почему глубокие представления? Строительные блоки глубоких нейронных сетей Прямое и обратное распространение Параметры против гиперпараметров /Лек/	6	10	ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1	
1.6	Практическая работа на разработку нейронной сети глубокого обучения /Пр/	6	14	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			Р1
1.7	Проработка материалов лекций. Проработка дополнительного материала с платформы LMS Canvas. /Ср/	6	40	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
	<b>Раздел 2. Улучшение глубоких нейронных сетей: настройка гиперпараметров, регуляризация и оптимизация</b>							
2.1	Настройка приложения машинного обучения Тренировочные наборы данных / Наборы данных для разработки/Тестовые наборы данных Смещение / отклонение Базовый рецепт машинного обучения /Лек/	6	2	ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1	
2.2	Регуляризация вашей нейронной сети Регуляризация Почему регуляризация уменьшает переобучение? Регуляризация отсева Понимание отсева Другие методы регуляризации /Лек/	6	3	ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1	

2.3	Настройка задачи оптимизации Нормализация входных данных Исчезающие/взрывающиеся градиенты Инициализация веса для глубоких сетей Численная аппроксимация градиентов Проверка градиента /Лек/	6	2	ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1	
2.4	Алгоритмы оптимизации Мини-пакетный градиентный спуск Понимание мини-пакетного градиентного спуска Экспоненциально взвешенные средние Коррекция смещения в экспоненциально взвешенных средних Градиентный спуск с импульсом RMSprop Алгоритм оптимизации Адама Затухание скорости обучения Проблема локальных оптимумов /Лек/	6	3	ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1	
2.5	Настройка гиперпараметров Процесс настройки Использование подходящей шкалы для выбора гиперпараметров Настройка гиперпараметров на практике: Pandas vs. Caviar Пакетная нормализация Нормализация активаций в сети Подгонка пакетной нормы к нейронной сети Почему пакетная норма работает? Пакетная нормализация во время испытаний Мультиклассовая классификация Регрессия Softmax Обучение классификатора Softmax /Лек/	6	4	ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1	
2.6	Практическая работа на разработку методов оптимизации процесса обучения глубокой нейронной сети /Пр/	6	20	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			Р2

2.7	Проработка материалов лекций. Проработка дополнительного материала с платформы LMS Canvas. /Ср/	6	45	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
-----	---	---	----	---------------------------------	---	--	--	--

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Устные и письменные опросы для проведения текущей аттестации	ПК-1-31; ПК-2-31	<p>           Определение понятия нейронная сеть            Контролируемое обучение с нейронными сетями            Логистическая регрессия как нейронная сеть            Бинарная классификация            Логистическая регрессия            Функция стоимости логистической регрессии            Градиентный спуск            Производные            Граф вычислений            Производные с вычислительным графиком            Градиентный спуск логистической регрессии            Векторизация            Векторизация логистической регрессии            Векторизация вывода градиента логистической регрессии            Вещание в Python            Векторы в python/numpy            Ноутбук Jupyter/iPython            Мелкая нейронная сеть            Представление нейронной сети            Вычисление вывода нейронной сети            Векторизация нескольких примеров            Функции активации            Нелинейные функции активации            Производные функций активации            Градиентный спуск для нейронных сетей            Алгоритм обратного распространения ошибки            Инициализация случайными значениями            Глубокая нейронная сеть            Глубокая нейронная сеть с L- слоями            Прямое распространение в глубокой сети            Получение правильных размеров матрицы            Строительные блоки глубоких нейронных сетей            Прямое и обратное распространение            Параметры и гиперпараметра нейронных сетей            Настройка приложения машинного обучения            Тренировочные наборы данных            Наборы данных для разработки            Тестовые наборы данных            Смещение            Отклонение            Базовый рецепт машинного обучения            Регуляризация            Почему регуляризация уменьшает переобучение?            Регуляризация отсева            Понимание отсева            Другие методы регуляризации            Настройка задачи оптимизации            Нормализация входных данных            Исчезающие/взрывающиеся градиенты         </p>

			Инициализация веса для глубоких сетей Численная аппроксимация градиентов Проверка градиента Алгоритмы оптимизации Мини-пакетный градиентный спуск Понимание мини-пакетного градиентного спуска Экспоненциально взвешенные средние Коррекция смещения в экспоненциально взвешенных средних Градиентный спуск с импульсом RMSprop Алгоритм оптимизации Адама Затухание скорости обучения Проблема локальных оптимумов Настройка гиперпараметров Процесс настройки Использование подходящей шкалы для выбора гиперпараметров Настройка гиперпараметров на практике: Pandas vs. Caviar Пакетная нормализация Нормализация активаций в сети Подгонка пакетной нормы к нейронной сети Почему пакетная норма работает? Мультиклассовая классификация Регрессия Softmax Обучение классификатора Softmax
--	--	--	--

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Разработка нейронной сети прямого распространения для решения задачи классификации	ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	На практических занятиях студенты на любом языке программирования последовательно реализуют модель нейронной сети прямого распространения: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реализация одиночного нейрона.</li> <li>2. Реализация многослойной сети прямого распространения.</li> <li>3. Реализация функции вычисления ошибки сети.</li> <li>4. Реализация алгоритма обратного распространения.</li> <li>5. Векторизация модели нейронной сети.</li> </ol>
P2	Реализация различных методов оптимизации обучения нейронной сети глубокого обучения	ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	На практических работах студенты реализуют оптимизационные алгоритмы обучения для нейронных сетей реализованных на предыдущих практических занятиях. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реализация алгоритма разделения исходных данных на тренировочную выборку, тестовую и для разработки.</li> <li>2. Реализация регуляризации весов нейронной сети.</li> <li>3. Реализация метода dropout.</li> <li>4. Реализация алгоритма численной аппроксимации градиента.</li> <li>5. Проверка работы алгоритма обратного распространения ошибки.</li> <li>6. Реализация mini-batch обучения.</li> <li>7. Реализация алгоритма коррекции смещения в экспоненциально взвешенных средних.</li> <li>8. Реализация градиентного спуска с импульсом.</li> <li>9. Реализация алгоритма RMSprop.</li> <li>10. Реализация алгоритма оптимизации Адама.</li> <li>10. Реализация обучения с затуханием скорости обучения.</li> </ol>

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Вопросы для включения в экзаменационные билеты:

1. Определение понятия нейронная сеть
2. Контролируемое обучение с нейронными сетями
3. Логистическая регрессия как нейронная сеть
4. Бинарная классификация
5. Логистическая регрессия
6. Функция стоимости логистической регрессии
7. Градиентный спуск
8. Производные
9. Граф вычислений
10. Производные с вычислительным графиком
11. Градиентный спуск логистической регрессии
12. Векторизация



13. Векторизация логистической регрессии
14. Векторизация вывода градиента логистической регрессии
15. Вещание в Python
16. Векторы в python/numpy
17. Ноутбукм Jupyter/iPython
18. Мелкая нейронная сеть
19. Представление нейронной сети
20. Вычисление вывода нейронной сети
21. Векторизация нескольких примеров
22. Функции активации
23. Нелинейные функции активации
24. Производные функций активации
25. Градиентный спуск для нейронных сетей
26. Алгоритм обратного распространения ошибки
27. Инициализация случайными значениями
28. Глубокая нейронная сеть
29. Глубокая нейронная сеть с L- слоями
30. Прямое распространение в глубокой сети
31. Получение правильных размеров матрицы
32. Строительные блоки глубоких нейронных сетей
33. Прямое и обратное распространение
34. Параметры и гиперпараметра нейронных сетей
35. Настройка приложения машинного обучения
36. Тренировочные наборы данных
37. Наборы данных для разработки
38. Тестовые наборы данных
39. Смещение
40. Отклонение
41. Базовый рецепт машинного обучения
42. Регуляризация
43. Почему регуляризация уменьшает переобучение?
44. Регуляризация отсева
45. Понимание отсева
46. Другие методы регуляризации
47. Настройка задачи оптимизации
48. Нормализация входных данных
49. Исчезающие/взрывающиеся градиенты
50. Инициализация веса для глубоких сетей
51. Численная аппроксимация градиентов
52. Проверка градиента
53. Алгоритмы оптимизации
54. Мини-пакетный градиентный спуск
55. Понимание мини-пакетного градиентного спуска
56. Экспоненциально взвешенные средние
57. Коррекция смещения в экспоненциально взвешенных средних
58. Градиентный спуск с импульсом
59. RMSprop
60. Алгоритм оптимизации Адама
61. Затухание скорости обучения
62. Проблема локальных оптимумов
63. Настройка гиперпараметров
64. Процесс настройки
65. Использование подходящей шкалы для выбора гиперпараметров
66. Настройка гиперпараметров на практике: Pandas vs. Caviar
67. Пакетная нормализация
68. Нормализация активаций в сети
69. Подгонка пакетной нормы к нейронной сети
70. Почему пакетная норма работает?
71. Мультиклассовая классификация
72. Регрессия Softmax
73. Обучение классификатора Softmax

Экзаменационный билет состоит из 3х вопросов:

1. Функция стоимости логистической регрессии
2. Инициализация случайными значениями
3. Алгоритм оптимизации Адама

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Защита выполненных заданий обучающимися происходят в виде беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, которая рассчитана на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, с демонстрацией разработанной компьютерной программы.

Оценивание выполнения практических заданий

Показатели:

- Полнота выполнения практической работы;
- своевременность выполнения задания;
- последовательность и рациональность выполнения задания;
- самостоятельность решения.

100-балльная шкала

85-100 (повышенный уровень)

Задание решено студентом самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм решения задачи, в логических рассуждениях и в выборе алгоритма решения нет ошибок, получен верный ответ.

70-84 (базовый уровень)

Задание решено с подсказкой преподавателя. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; задание решено нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.

50-69 Удовлетворительно (пороговый уровень)

Студентом задание решено с подсказками преподавателя. При этом задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе алгоритма или в математических расчетах; задание решено не полностью или в общем виде.

0-49 Неудовлетворительно (уровень не сформирован)

Задание не решено.

Промежуточный контроль успеваемости по дисциплине осуществляется при защите практических работ и путем проведения письменных и устных опросов, входящих в состав курса.

Итоговый контроль осуществляется в виде письменного экзамена.

Оценивание ответа на экзамене

Показатели:

- Полнота изложения теоретического материала;
- правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий);
- самостоятельность ответа;
- культура речи.

100-балльная шкала

85-100 (повышенный уровень)

Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы.

70-84 (базовый уровень)

Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе.

50-69 (пороговый уровень)

Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточная логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

0-49 (уровень не сформирован)

Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Павлов С. И.	Системы искусственного интеллекта: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011
Л1.2	Сотник С. Л.	Проектирование систем искусственного интеллекта: курс: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2007
Л1.3	Яхьяева Г. Э.	Основы теории нейронных сетей	Электронная библиотека	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016
Л1.4	Петровичев Е. И.	Введение в искусственные нейронные сети: учеб. пособие по дисц. "Нейротехнологии в управлении"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГТУ, 2008
Л1.5	Алпайдин Э.	Машинное обучение: новый искусственный интеллект: пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Альпина Паблицер, 2017
Л1.6	Галушкин А. И.	Нейронные сети: основы теории: монография	Библиотека МИСиС	М.: Горячая линия - Телеком, 2010
Л1.7	Калитин Д. В.	Artificial neural networks (N 3052): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018
Л1.8	Белозерова Г. И., Скуднев Д. М., Кононова З. А.	Нечеткая логика и нейронные сети: учебное пособие	Электронная библиотека	Липецк: Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2017
Л1.9	Барский А. Б.	Введение в нейронные сети: практическое пособие	Электронная библиотека	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2011
Л1.10	Пигамов С. М.	Разработка программного средства распознавания объектов на изображениях с помощью свёрточных нейронных сетей: студенческая научная работа	Электронная библиотека	Москва: б.и., 2020
Л1.11	Кралин В. А.	Возможности использования сверточных нейронных сетей с глубоким обучением для ускорения процессов сегментации криогенных электронных томограмм: студенческая научная работа	Электронная библиотека	Москва: б.и., 2020

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Глебов В. И., Криволапов С. Я.	Практикум по математической статистике: проверка гипотез с использованием Excel, MatCalc, R и Python: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Прометей, 2019

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.2	Волкова В. М., Семенова М. А., Четвертакова Е. С., Вожов С. С.	Программные системы статистического анализа: обнаружение закономерностей в данных с использованием системы R и языка Python: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017
Л2.3		Применение искусственных нейронных сетей и системы остаточных классов в криптографии: монография	Электронная библиотека	Москва: Физматлит, 2012
Л2.4	Воронов Е. А.	Алгоритмы обучения радиальных искусственных нейронных сетей: студенческая научная работа	Электронная библиотека	Кемерово: б.и., б.г.

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Харахан О. Г.	Системы искусственного интеллекта: Практикум для проведения лабораторных работ: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Московский государственный горный университет, 2006
Л3.2	Харахан О. Г.	Системы искусственного интеллекта. Практикум для проведения лабораторных работ. Ч. 1: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 552800, 654600 "Информатика и вычислит. техника"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГТУ, 2006
Л3.3	Хахаев И. А.	Практикум по алгоритмизации и программированию на Python: курс: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Курс в системе LMS Canvas	lms.misis.ru
----	---------------------------	--------------

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	Microsoft Visio 2016
П.3	Microsoft Visual Studio 2015
П.4	Microsoft Office
П.5	LMS Canvas
П.6	MS Teams
П.7	R Studio
П.8	Python
П.9	ОС Linux (Ubuntu) / Windows
П.10	Hadoop
П.11	Hive
П.12	MATLAB
П.13	MATCAD
П.14	Statistica Neural Networks
П.15	NetBeans IDE
П.16	Anaconda

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Университетская информационная система "РОССИЯ" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="https://uisrussia.msu.ru/">https://uisrussia.msu.ru/</a>
И.2	Открытое образование [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="http://openedu.ru">http://openedu.ru</a>

И.3	Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="http://edu.ru">http://edu.ru</a>
И.4	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.5	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.6	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
И.7	— Российская Государственная библиотека <a href="https://www.rsl.ru">https://www.rsl.ru</a>
И.8	— Единое окно доступа к информационным ресурсам <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
И.9	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.10	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.11	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.12	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.13	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>
И.14	— доступ к полным версиям книг издательства Springer на английском языке <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Компьютерный класс	Учебная аудитория для проведения практических занятий:	экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Организация занятий по дисциплине строится по обычной технологии по видам работ (лекции, практические занятия, текущий контроль) в соответствии с расписанием. Освоение дисциплины происходит по отдельным разделам. По каждому разделу дисциплины предусматривается аудиторная и внеаудиторная учебная работа, проводится балльно-рейтинговая (текущая и промежуточная за семестр) аттестация студентов в соответствии с календарным учебным графиком. При изложении теоретического материала (на 100% лекций) используются мультимедийные иллюстративные материалы, при проведении практических занятий – многовариантные упражнения и задания, выполняемые на компьютерах с использованием пакетов универсальных математических программ и систем компьютерного имитационного моделирования. По дисциплине предусмотрен большой объем самостоятельной работы студентов с использованием средств современных информационных технологий.