


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 10.04.2024 14:21:48  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d840091

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Председатель КСН  
 Н.С. Захаров  
« 31 » 08 20 24 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплины: **Нейронные сети**

Направление подготовки: 23.03.01 – Технология транспортных процессов

Профиль: Логистика и управление цепями поставок

Форма обучения: очная, заочная

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от «30». «08».2021 г, и требованиями ОПОП ВО по направлению подготовки/специальности 23.03.01 «Технология транспортных процессов «Логистика и управление цепями поставок» к результатам освоения дисциплины «Нейронные сети».

Рабочая программа рассмотрена

на заседании кафедры бизнес-информатики и математики

Протокол № 1 от «31» 08 2021 г.

Заведующий кафедрой  О.М. Барбаев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы  Д.А. Чайников

«31» 08 2021 г.

Рабочую программу разработал:

И.С. Спиринов, доцент, к.п.н.



## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Цель дисциплины заключается в овладении фундаментальными знаниями в области нейронных сетей и их использовании при решении научных и прикладных задач.

Задачи дисциплины:

- изучение базовых теоретических основ методологии нейронных сетей, математических моделей и методов, лежащих в основе нейронных сетей;
- формирование умений выбора архитектуры нейронной сети с учётом особенности решаемых задач;
- формирование умений реализовать нейронную сеть с использованием пакетов программ;
- формирование навыков работы с наборами данных, используемыми для обучения нейронной сети;
- формирование умений анализа результатов работы нейросети и корректировки построенных моделей.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина относится к дисциплинам элективного модуля «Digital & IT. Машинное обучение и анализ данных» части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

- знание основных понятий дискретной математики, прикладной алгебры, вычислительной математики;
- знание основ языка программирования Python, умение разрабатывать алгоритмы решения задач и записывать их на языке программирования;
- владение навыками использования компьютерных технологий и средств обработки информации.

Содержание дисциплины служит основой для освоения дисциплин «Прикладные задачи анализа данных», для прохождения практики, научно-исследовательской работы.

## **3. Результаты обучения по дисциплине**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)   | Код и наименование результата обучения по дисциплине  |  |
|--|--|---|--|
| УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1. Осуществляет выбор актуальных российских и зарубежных источников, а так же поиск, сбор и обработку информации, необходимой для решения поставленной задачи.              | <p>Знать: 31 классические математические модели, применяемые в различных областях человеческой деятельности</p> <p>Уметь: У1 модифицировать классические математические модели для решения конкретных задач профессиональной деятельности</p> <p>Владеть: В1 Имеет опыт применения методов математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности.</p>  |  |
|  | УК-1.2. Систематизирует и критически анализирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи                                   | <p>Знать: 32 способы применения моделей нейронных сетей для обработки информации и распознавания образов</p> <p>Уметь: У2 оценивать качество обучения моделей машинного обучения;</p> <p>Владеть: В2 технологиями анализа и интерпретации полученных данных в области интеллектуальных систем.</p>  |  |
|  | УК-1.3. Использует методики системного подхода при решении поставленных задач  | <p>Знать: 33 математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности</p> <p>Уметь: У3 решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний</p> <p>Владеть: В3 навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p> |  |
|  | УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | УК-2.1. Проводит анализ поставленной цели и формулирует совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения.  | <p>Знать: 35 постановку основных задач машинного обучения, основные понятия и базовый математический аппарат нечеткой логики; способы гибридизации методов вычислительного интеллекта с использованием традиционных методов оптимизации и распознавания образов</p> <p>Уметь: У5 проводить анализ задачи для выбора наилучшего метода вычислительного интеллекта или гибридного метода, подходящего для конкретной задачи;</p> <p>Владеть: В5 инструментами проектирования и оценка качества моделей нейронных сетей</p> |
|  |  | УК-2.2. Выбирает оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений   | <p>Знать: 36 основные архитектуры ИНС и области их применения; основные способы и правила обучения ИНС.</p> <p>Уметь: У6 оценивать качество обучения различных моделей ИНС; моделировать ИНС средствами нейропакетов Matlab NNTool.</p>  |



|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | Владеть: В6 навыками решения задач аппроксимации, прогнозирования, классификации данных, распознавания образов  |
|   | УК-2.3 Анализирует действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие область профессиональной деятельности              | Знать: 37 виды, структуру, принципы и методы системной организации нейронных сетей;<br>Уметь: У7 использовать основные нейронные сети для обработки информации; |
|   |   | Владеть: В7 методами анализа и синтеза при создании, исследовании и эксплуатации нейронных сетей  |
| ПКС-8 способность к планированию и организации логистической деятельности в цепях поставок с использованием современных информационных технологий | ПКС-8.2 Планирует и организует логистическую деятельность в цепях поставок с использованием современных информационных технологий | Знать: 34 современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.              |
|   |   | Уметь: У4 разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.                            |
|   |   | Владеть: В4 Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.                              |

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

| Форма обучения | Курс/ семестр | Аудиторные занятия/контактная работа, час. |                      |                      | Самостоятельная работа, час. | Форма промежуточной аттестации |
|----------------|---------------|--|----------------------|----------------------|------------------------------|--------------------------------|
|                |               | Лекции                                     | Практические занятия | Лабораторные занятия |                              |                                |
| очная          | 4/7           | 18   | 34                   | -                    | 56                           | зачёт                          |
| заочная        | 4/8           | 4  | 8                    | -                    | 96                           | зачет                          |

#### 5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины/модуля.

**очная форма обучения (ОФО)**

Таблица 5.1.1

| № п/п | Структура дисциплины/модуля |   | Аудиторные занятия, час. |     |      | СРС, час. | Всего, час. | Код ИДК   | Оценочные средства  |
|-------|-----------------------------|---|--------------------------|-----|------|-----------|-------------|---|---|
|       | Номер раздела               | Наименование раздела                              | Л.                       | Пр. | Лаб. |           |             |   |   |
| 1     | 1                           | Введение в тематику искусственных нейронных сетей | 1                        | 3   | -    | 5         | 9           | УК-1.1.<br>УК-1.2.<br>УК-1.3.<br>УК-2.1.<br>УК-2.2.<br>УК-2.3.<br>ПКС-8.2 | Задание на лабораторную работу № 1, вопросы для защиты, вопросы теста |
| 2     | 2                           | Пакеты программ                                   | 1                        | 3   | -    | 5         | 9           |   | Задание на  |

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   | для работы с нейронными сетями                            |   |   |   |   |   |   | лабораторную работу № 2, вопросы для защиты, вопросы теста            |
| 3 | 3 | Обучение нейронной сети. Наборы данных                    | 1 | 3 | - | 5 | 9 |   | Задание на лабораторную работу № 3, вопросы для защиты, вопросы теста |
| 4 | 4 | Полносвязная нейронная сеть прямого распространения (FNN) | 1 | 3 | - | 5 | 9 |   | Задание на лабораторную работу № 4, вопросы для защиты, вопросы теста |
| 5 | 5 | Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение       | 1 | 3 | - | 5 | 9 |   | Задание на лабораторную работу № 5, вопросы для защиты, вопросы теста |
| 6 | 6 | Работа с TensorFlow и Kaggle                              | 1 | 3 | - | 5 | 9 |   | Задание на лабораторную работу № 6, вопросы для защиты, вопросы теста |
| 7 | 7 | Анализ качества обучения нейронной сети                   | 1 | 3 | - | 5 | 9 |   | Задание на лабораторную работу № 7, вопросы для защиты, вопросы теста |
| 8 | 8 | Применение нейронных сетей для решения задачи регрессии   | 1 | 3 | - | 5 | 9 | УК-1.1.<br>УК-1.2.<br>УК-1.3.<br>УК-2.1.<br>УК-2.2.<br>УК-2.3.<br>ПКС-8.2 | Задание на лабораторную работу № 8, вопросы для защиты, вопросы теста |

|        |       |  |    |    |   |    |     |   |  |
|--------|-------|--|----|----|---|----|-----|---|--|
| 9      | 9     | Свёрточные нейронные сети                              | 1  | 3  | - | 5  | 9   |   | Задание на лабораторную работу № 9, вопросы для защиты, вопросы теста  |
| 10     | 10    | Предварительно обученные нейронные сети                | 3  | 3  | - | 5  | 11  |   | Задание на лабораторную работу № 10, вопросы для защиты, вопросы теста |
| 11     | 11    | Нейронные сети для задач обработки естественного языка | 3  | 2  | - | 3  | 8   |   | Задание на лабораторную работу № 11, вопросы для защиты                |
| 12     | 12    | Рекуррентные нейронные сети                            | 3  | 2  | - | 3  | 8   |   | Задание на лабораторную работу № 12, вопросы для защиты, вопросы теста |
| 13     | Зачёт |  | -  | -  | - | -  | -   | УК-1.1.<br>УК-1.2.<br>УК-1.3.<br>УК-2.1.<br>УК-2.2.<br>УК-2.3.<br>ПКС-8.2 | Вопросы для зачёта (в форме теста)                                     |
| Итого: |       |  | 18 | 34 | - | 56 | 108 |   |  |

**- заочная форма обучения (ЗФО)**

Таблица 5.1.2

| № п/п | Структура дисциплины/модуля |   | Аудиторные занятия, час. |     |      | СРС, час. | Всего, час. | Код ИДК   | Оценочные средства  |
|-------|-----------------------------|---|--------------------------|-----|------|-----------|-------------|---|---|
|       | Номер раздела               | Наименование раздела                              | Л.                       | Пр. | Лаб. |           |             |   |   |
| 1     | 1                           | Введение в тематику искусственных нейронных сетей | 0,5                      | 1   | -    | 8         | 9,5         | УК-1.1.<br>УК-1.2.<br>УК-1.3.<br>УК-2.1.<br>УК-2.2.<br>УК-2.3.<br>ПКС-8.2 | Задание на лабораторную работу № 1, вопросы для защиты, вопросы теста |
| 2     | 2                           | Пакеты программ для работы с нейронными сетями    | 0,5                      | 1   | -    | 8         | 9,5         |   | Задание на лабораторную работу № 2,                                   |

|   |   |   |      |     |   |   |      |   |   |
|---|---|---|------|-----|---|---|------|---|---|
|   |   |   |      |     |   |   |      |   | вопросы для защиты, вопросы теста                                     |
| 3 | 3 | Обучение нейронной сети. Наборы данных                    | 0,5  | 1   | - | 8 | 9,5  |   | Задание на лабораторную работу № 3, вопросы для защиты, вопросы теста |
| 4 | 4 | Полносвязная нейронная сеть прямого распространения (FNN) | 0,5  | 1   | - | 8 | 9,5  |   | Задание на лабораторную работу № 4, вопросы для защиты, вопросы теста |
| 5 | 5 | Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение       | 0,25 | 0,5 | - | 8 | 8,75 |   | Задание на лабораторную работу № 5, вопросы для защиты, вопросы теста |
| 6 | 6 | Работа с TensorFlow и Kaggle                              | 0,25 | 0,5 | - | 8 | 8,75 |   | Задание на лабораторную работу № 6, вопросы для защиты, вопросы теста |
| 7 | 7 | Анализ качества обучения нейронной сети                   | 0,25 | 0,5 | - | 8 | 8,75 |   | Задание на лабораторную работу № 7, вопросы для защиты, вопросы теста |
| 8 | 8 | Применение нейронных сетей для решения задачи регрессии   | 0,25 | 0,5 | - | 8 | 8,75 | УК-1.1.<br>УК-1.2.<br>УК-1.3.<br>УК-2.1.<br>УК-2.2.<br>УК-2.3.<br>ПКС-8.2 | Задание на лабораторную работу № 8, вопросы для защиты, вопросы теста |
| 9 | 9 | Свёрточные нейронные сети                                 | 0,25 | 0,5 | - | 8 | 8,75 |   | Задание на лабораторную работу  |



|        |       |  |          |     |   |    |      |   |  |
|--------|-------|--|----------|-----|---|----|------|---|--|
|        |       |  |          |     |   |    |      |   | № 9, вопросы для защиты, вопросы теста                                 |
| 10     | 10    | Предварительно обученные нейронные сети                | 0,2<br>5 | 0,5 | - | 8  | 8,75 |   | Задание на лабораторную работу № 10, вопросы для защиты, вопросы теста |
| 11     | 11    | Нейронные сети для задач обработки естественного языка | 0,2<br>5 | 0,5 | - | 8  | 8,75 |   | Задание на лабораторную работу № 11, вопросы для защиты                |
| 12     | 12    | Рекуррентные нейронные сети                            | 0,2<br>5 | 0,5 | - | 8  | 8,75 |   | Задание на лабораторную работу № 12, вопросы для защиты, вопросы теста |
| 13     | Зачёт |  | -        | -   | - | -  | -    | УК-1.1.<br>УК-1.2.<br>УК-1.3.<br>УК-2.1.<br>УК-2.2.<br>УК-2.3.<br>ПКС-8.2 | Вопросы для зачёта (в форме теста)                                     |
| Итого: |       |  | 4        | 8   | - | 96 | 108  |   |  |

- очно-заочная форма обучения (ОЗФО) не реализуется

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. «Введение в тематику искусственных нейронных сетей». Хронологические этапы развития нейронных сетей. Модель искусственного нейрона Мак-Каллока и Питса, Персептрон Розенблатта. Однослойные и многослойные нейронные сети. Сети прямого распространения и сети с обратными связями. Понятие «глубокие нейронные сети» и их преимущества. Классификация нейронных сетей в разрезе распространения сигнала и глубины нейронной сети. Задачи, решаемые глубокими нейронными сетями. Функции активации. Оборудование, применяемое для нейронных сетей. CUDA – программный интерфейс для GPU от компании NVIDIA.

Раздел 2. «Пакеты программ для работы с нейронными сетями». Обзор пакетов программ. Пакеты для работы с данными. Пакеты NumPy и Pandas. Пакеты для машинного обучения. Дистрибутив Anaconda, пакеты JupyterLab, Jupyter Notebook. Библиотеки Python для моделирования и обучения нейронной сети. Пакеты TensorFlow, Theano, Keras. Работа с сервисом Google Colaboratory.

Раздел 3. «Обучение нейронной сети. Наборы данных». Обучение с учителем, обучение без учителя, обучение с подкреплением. Алгоритм обратного распространения ошибки. Типы задач, эффективно решаемых с помощью глубоких нейронных сетей (задачи распознавания, задачи классификации, задачи регрессии, задачи кластеризации). Наборы данных для обучения нейронной сети. Тренировочные, тестовые и проверочные данные. Возможности пакетов по работе с наборами данных. Понятие эпохи обучения. Поиск наборов данных из различных источников (Github и других).

Раздел 4. «Полносвязная нейронная сеть прямого распространения (FNN)». Анализ набора данных с точки зрения дальнейшего построения нейронной сети. Количество скрытых слоев и количество нейронов. Базовые объекты и параметры объектов глубоких нейронных сетей в TensorFlow.

Раздел 5. «Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение». Метрики качества. Метрики MSE, MAE, accuracy, precision, recall, Cross Entropy. Функции потерь и оптимизаторы обучения. Функции потерь и оптимизаторы обучения. Функции SGD, RMSprop, Adam. Распознавание предметов одежды – набор данных MNIST. Предсказание обученной нейросети.

Раздел 6. «Работа с TensorFlow и Kaggle». Объекты, функции и параметры объектов глубоких нейронных сетей в TensorFlow. Работа с платформой Kaggle. Возможности сервиса. Основной функционал платформы Kaggle. Соревнования на Kaggle.

Раздел 7. «Анализ качества обучения нейронной сети». Оценка реального качества модели нейронной сети и наборы данных. Понятие «переобучение» нейронной сети. Определение переобучения и методы борьбы с ним.

Раздел 8. «Применение нейронных сетей для решения задачи регрессии». Шкалирование и нормализация входных данных. Выбор метрик качества, функций ошибок и активации в зависимости от решаемой задачи.

Раздел 9. «Свёрточные нейронные сети». Сравнение полносвязной и сверточной нейронных сетей при решении задач распознавания изображений. Ядро свёртки. Матрица изображений. Слои свёртки и слои подвыборки. Инструменты Keras и TensorFlow, которые позволяют построить свёрточную нейронную сеть. Связь между наборами



данных и архитектурой нейронной сети. Набор данных CIFAR-10. Архитектура свёрточной сети LeNet 5.

Раздел 10. «Предварительно обученные нейронные сети». Преимущества использования предварительно обученных нейронных сетей. Нейросети, обученные на наборе данных ImageNet. Обзор современных предварительно обученных архитектур нейронных сетей для решения задачи распознавания изображений. Предварительно обученные нейросети VGG, ResNet, Inception, DenseNet, Exception. Перенос обучения в нейронных сетях. Перенос обучения на примере предварительно обученной нейронной сети VGG16.

Раздел 11. «Нейронные сети для задач обработки естественного языка». Введение в обработку естественного языка. Алгоритм подготовки текста (приведение текста к единому регистру, очистку текста от лишних символов, токенизация текста, разметку слов по частям речи, приведение слов текста к нормальной форме, векторизация). Задачи обработки естественного языка. Архитектуры нейронных сетей, применяемых при решении задач обработки естественного языка - сверточные одномерные нейронные сети (CNN 1D) и рекуррентные нейронные сети (RNN).

Раздел 12. «Рекуррентные нейронные сети». Архитектуры рекуррентных нейронных сетей, применяемых для решения практических задач: LSTM (Long short-term memory), GRU (Gated Recurrent Units), ELMO, Transformer, BERT. Методы цифровых представлений текста: частотный подход, тематическое моделирование, дистрибутивная семантика. Инструментарий Keras и TensorFlow для построения модели рекуррентной нейронной сети, решающей задачу классификации текстов. Построение нейросетей с архитектурами LSTM и GRU на основе пакетов Keras и TensorFlow.

### 5.2.2. Содержание дисциплины/модуля по видам учебных занятий.

#### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. |      |      | Тема лекции   |
|-------|--------------------------|-------------|------|------|---|
|       |                          | ОФО         | ЗФО  | ОЗФО |   |
| 1     | 1                        | 1           | 0,5  | -    | Введение в тематику искусственных нейронных сетей         |
| 2     | 2                        | 1           | 0,5  | -    | Пакеты программ для работы с нейронными сетями            |
| 3     | 3                        | 1           | 0,5  | -    | Обучение нейронной сети. Наборы данных                    |
| 4     | 4                        | 1           | 0,5  | -    | Полносвязная нейронная сеть прямого распространения (FNN) |
| 5     | 5                        | 1           | 0,25 | -    | Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение       |
| 6     | 6                        | 1           | 0,25 | -    | Работа с TensorFlow и Kaggle                              |
| 7     | 7                        | 1           | 0,25 | -    | Анализ качества обучения нейронной сети                   |
| 8     | 8                        | 1           | 0,25 | -    | Применение нейронных сетей для решения задачи регрессии   |
| 9     | 9                        | 1           | 0,25 | -    | Свёрточные нейронные сети                                 |

|        |    |    |      |   |  |
|--------|----|----|------|---|--|
| 10     | 10 | 3  | 0,25 | - | Предварительно обученные нейронные сети                |
| 11     | 11 | 3  | 0,25 | - | Нейронные сети для задач обработки естественного языка |
| 12     | 12 | 3  | 0,25 | - | Рекуррентные нейронные сети                            |
| Итого: |    | 18 | 4    | - |  |

### Лабораторные работы

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

### Практические занятия

Таблица 5.2.2

| № п/п  | Номер раздела дисциплины | Объем, час. |     |      | Тема лабораторной работы   |
|--------|--------------------------|-------------|-----|------|--|
|        |                          | ОФО         | ЗФО | ОЗФО |  |
| 1      | 1                        | 3           | 1   | -    | Программирование простейшей нейросети на Python                      |
| 2      | 2                        | 3           | 1   | -    | Работа с пакетами языка Python: NumPy, Pandas                        |
| 3      | 3                        | 3           | 1   | -    | Работа с наборами данных   |
| 4      | 4                        | 3           | 1   | -    | Построение полносвязной нейронной сети прямого распространения (FNN) |
| 5      | 5                        | 3           | 0,5 | -    | Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение                  |
| 6      | 6                        | 3           | 0,5 | -    | Работа с Kaggle  |
| 7      | 7                        | 3           | 0,5 | -    | Анализ качества обучения нейронной сети. Борьба с переобучением      |
| 8      | 8                        | 3           | 0,5 | -    | Построение нейронной сети для решения задачи регрессии               |
| 9      | 9                        | 3           | 0,5 | -    | Построение свёрточной нейронной сети                                 |
| 10     | 10                       | 3           | 0,5 | -    | Работа с предварительно обученными нейронными сетями                 |
| 11     | 11                       | 2           | 0,5 | -    | Изучение нейронных сетей для задач обработки естественного языка     |
| 12     | 12                       | 2           | 0,5 | -    | Построение рекуррентной нейронной сети                               |
| Итого: |                          | 34          | 8   | -    |  |

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. |     |     | Тема  | Вид СРС   |
|-------|--------------------------|-------------|-----|-----|---|---|
|       |                          | ОФО         | ЗФО | ОФО |   |   |
| 1     | 1                        | 5           | 8   | -   | Введение в тематику искусственных нейронных сетей         | Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам |
| 2     | 2                        | 5           | 8   | -   | Пакеты программ для работы с нейронными сетями            | Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам |
| 3     | 3                        | 5           | 8   | -   | Обучение нейронной сети. Наборы данных                    | Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам |
| 4     | 4                        | 5           | 8   | -   | Полносвязная нейронная сеть прямого распространения (FNN) | Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам |
| 5     | 5                        | 5           | 8   | -   | Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение       | Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам |
| 6     | 6                        | 5           | 8   | -   | Работа с TensorFlow и Kaggle                              | Подготовка к  |



|        |      |    |    |   |   |   |
|--------|------|----|----|---|---|---|
|        |      |    |    |   |   | лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам              |
| 7      | 7    | 5  | 8  | - | Анализ качества обучения нейронной сети                 | Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам |
| 8      | 8    | 5  | 8  | - | Применение нейронных сетей для решения задачи регрессии | Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам |
| 9      | 9    | 5  | 8  | - | Свёрточные нейронные сети                               | Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам |
| 10     | 10   | 5  | 8  | - | Предварительно обученные нейронные сети                 | Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам |
| 11     | 11   | 3  | 8  | - | Нейронные сети для задач обработки естественного языка  | Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам |
| 12     | 12   | 3  | 8  | - | Рекуррентные нейронные сети                             | Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам |
| 15     | 1-12 | -  | -  | - | 1-12  | Подготовка к зачету   |
| Итого: |      | 56 | 96 | - |   |   |

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в офисном пакете в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- работа в малых группах (лабораторные работы);
- индивидуальные задания (лабораторные работы).

## 6. Тематика курсовых проектов

Курсовые проекты учебным планом не предусмотрены.

## 7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

| № п/п                | Виды мероприятий в рамках текущего контроля | Количество баллов |
|----------------------|---|-------------------|
| <b>2 семестр</b>     |   |                   |
| 1 текущая аттестация |   |                   |
| 1                    | Лабораторная работа №1-4                    | 0-20              |
| 2                    | Контрольный тест №1                         | 0-10              |
|                      | ИТОГО за первую текущую аттестацию          | 0-30              |
| 2 текущая аттестация |   |                   |
| 3                    | Лабораторная работа №5-8                    | 0-20              |
| 4                    | Контрольный тест №2                         | 0-10              |
|                      | ИТОГО за вторую текущую аттестацию          | 0-30              |
| 3 текущая аттестация |   |                   |
| 5                    | Лабораторная работа №9-12                   | 0-20              |
| 6                    | Контрольный тест №3                         | 0-20              |
|                      | ИТОГО за третью текущую аттестацию          | 0-40              |
|                      | <b>ВСЕГО</b>                                | <b>0-100</b>      |

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины/модуля

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ <http://elib.tyuiu.ru/>
- Научно-техническая библиотека ФГАОУ ВО РГУ Нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина и ФГБОУ ВО «ТИУ» <http://elib.gubkin.ru/>
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ <http://bibl.rusoil.net>
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет» <http://lib.ugtu.net/books>
- База данных Консультант студента «Электронная библиотека технического вуза» <http://www.studentlibrary.ru>
- Электронно-библиотечная система IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>
- ООО «Издательство ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com>
- ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
- ООО «РУНЭБ» <http://elibrary.ru/>
- Электронно-библиотечная система BOOK.ru <https://www.book.ru>
- Национальная электронная библиотека

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства.

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office Professional Plus;
- Python;
- Anaconda;

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

| № п/п | Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины | Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины<br>(демонстрационное оборудование)                                  |
|-------|---|--|
| 1     | -   | Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, колонки, интерактивная доска, персональные компьютеры. Локальная и корпоративная сеть. |

## 11. Методические указания по организации СРС

### 11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

Лабораторные занятия способствуют углублённому изучению дисциплины и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы студентов. Основная цель лабораторных занятий заключается не только углубить и закрепить теоретические знания, но и сформировать практические компетенции, необходимые будущим специалистам.

На лабораторных занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий.

Магистранту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию:

1. Проработать конспект лекций;
2. Изучить рекомендованную литературу;
3. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю
4. После выполнения лабораторной работы оформит отчет и подготовиться к защите.

### 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа является одной из важнейших форм изучения любой дисциплины. Она позволяет систематизировать и углубить теоретические знания, закрепить умения и навыки, способствует развитию умений пользоваться научной и учебно-методической литературой. Познавательная деятельность в процессе самостоятельной работы требует от магистранта высокого уровня активности и самоорганизованности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.



Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа магистрантов представляет собой логическое продолжение аудиторных занятий. Затраты времени на выполнение этой работы регламентируются рабочим учебным планом. Режим работы выбирает сам обучающийся в зависимости от своих способностей и конкретных условий.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами магистрантов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений магистрантов.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций, изучение и конспектирование рекомендуемой литературы, подготовка мультимедиа-сообщений/докладов, подготовка реферата, тестирование, решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, научно-исследовательскую работу и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы магистрантов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу магистрантов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.



## Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

### Дисциплина: Нейронные сети

Код, направление подготовки : 23.03.01 Технология транспортных процессов

Направленности: Логистика и управление цепями поставок

| Код компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)  | Код и наименование результата обучения по дисциплине  | Критерии оценивания результатов обучения   |  |   |  |
|--|---|---|--|--|---|--|
|  |   |   | 1-2  | 3  | 4   | 5  |
| УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1. Осуществляет выбор актуальных российских и зарубежных источников, а так же поиск, сбор и обработку информации, необходимой для решения поставленной задачи. | Знать: 31 классические математические модели, применяемые в различных областях человеческой деятельности                            | Не знает классические математические модели, применяемые в различных областях человеческой деятельности                      | Знает на низком уровне классические математические модели, применяемые в различных областях человеческой деятельности                      | Знает на среднем уровне классические математические модели, применяемые в различных областях человеческой деятельности                      | Знает в совершенстве классические математические модели, применяемые в различных областях человеческой деятельности                        |
|  |   | Уметь: У1 модифицировать классические математические модели для решения конкретных задач профессиональной деятельности              | Не умеет модифицировать классические математические модели для решения конкретных задач профессиональной деятельности        | Умеет на низком уровне модифицировать классические математические модели для решения конкретных задач профессиональной деятельности        | Умеет на среднем уровне модифицировать классические математические модели для решения конкретных задач профессиональной деятельности        | Умеет в совершенстве выбирать модифицировать классические математические модели для решения конкретных задач профессиональной деятельности |
|  |   | Владеть: В1 Имеет опыт применения методов математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности. | Не владеет опыт применения методов математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности. | Владеет на низком уровне опыт применения методов математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности. | Владеет на среднем уровне опыт применения методов математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности. | Владеет в совершенстве опыт применения методов математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности.   |
|  | УК-1.2. Систематизирует и критически анализирует информацию, полученную из разных   | Знать: 32 способы применения моделей нейронных сетей для обработки информации и распознавания образов                               | Не знает способы применения моделей нейронных сетей для обработки информации и распознавания образов                         | Знает на низком уровне способы применения моделей нейронных сетей для обработки информации и распознавания образов                         | Знает на среднем уровне способы применения моделей нейронных сетей для обработки информации и распознавания образов                         | Знает в совершенстве способы применения моделей нейронных сетей для обработки информации и распознавания образов                           |

| Код компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)   | Код и наименование результата обучения по дисциплине  | Критерии оценивания результатов обучения   |  |   |   |
|---|--|---|--|--|---|---|
|   |  |   | 1-2  | 3  | 4   | 5   |
|   | источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи | Уметь: У2 оценивать качество обучения моделей машинного обучения;   | Не умеет оценивать качество обучения моделей машинного обучения;   | Умеет на низком уровне оценивать качество обучения моделей машинного обучения;   | Умеет на среднем уровне оценивать качество обучения моделей машинного обучения;   | Умеет в совершенстве выбирать оценивать качество обучения моделей машинного обучения;   |
|   |  | Владеть: В2 технологиями анализа и интерпретации полученных данных в области интеллектуальных систем.   | Не владеет технологиями анализа и интерпретации полученных данных в области интеллектуальных систем.   | Владеет на низком уровне технологиями анализа и интерпретации полученных данных в области интеллектуальных систем.   | Владеет на среднем уровне технологиями анализа и интерпретации полученных данных в области интеллектуальных систем.   | Владеет в совершенстве технологиями анализа и интерпретации полученных данных в области интеллектуальных систем.  |
|   |  | Знать: З3 математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности   | Не знает математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности   | Знает на низком уровне математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности   | Знает на среднем уровне математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности   | Знает в совершенстве математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности  |
| УК-1.3. Использует методики системного подхода при решении поставленных задач поставленных задач. |  | Уметь: У3 решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний | Не умеет решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний | Умеет на низком уровне решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний | Умеет на среднем уровне решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний | Умеет в совершенстве выбирать решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний |
|   |  | Владеть: В3 навыками  | Не владеет навыками  | Владеет на низком  | Владеет на среднем  | Владеет в   |



| Код компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)   | Код и наименование результата обучения по дисциплине   | Критерии оценивания результатов обучения  |   |  |   |
|--|--|--|---|---|--|---|
|  |  |  | 1-2   | 3   | 4  | 5   |
|  |  | теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте  | теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте   | уровне навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте   | уровне навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте  | совершенстве навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте   |
| УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | УК-2.1. Проводит анализ поставленной цели и формулирует совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения. | Знать: 35 постановку основных задач машинного обучения, основные понятия и базовый математический аппарат нечеткой логики; способы гибридизации методов вычислительного интеллекта с использованием традиционных методов оптимизации и распознавания образов | Не знает постановку основных задач машинного обучения, основные понятия и базовый математический аппарат нечеткой логики; способы гибридизации методов вычислительного интеллекта с использованием традиционных методов оптимизации и распознавания образов | Знает на низком уровне постановку основных задач машинного обучения, основные понятия и базовый математический аппарат нечеткой логики; способы гибридизации методов вычислительного интеллекта с использованием традиционных методов оптимизации и распознавания образов | Знает на среднем уровне постановку основных задач машинного обучения, основные понятия и базовый математический аппарат нечеткой логики; способы гибридизации методов вычислительного интеллекта с использованием традиционных методов оптимизации и распознавания образов | Знает в совершенстве постановку основных задач машинного обучения, основные понятия и базовый математический аппарат нечеткой логики; способы гибридизации методов вычислительного интеллекта с использованием традиционных методов оптимизации и распознавания образов |
|  |  | Уметь: У5 проводить анализ задачи для выбора наилучшего метода вычислительного интеллекта или гибридного метода, подходящего для конкретной задачи;  | Не умеет проводить анализ задачи для выбора наилучшего метода вычислительного интеллекта или гибридного метода, подходящего для конкретной задачи   | Умеет на низком уровне проводить анализ задачи для выбора наилучшего метода вычислительного интеллекта или гибридного метода, подходящего для конкретной задачи   | Умеет на среднем уровне проводить анализ задачи для выбора наилучшего метода вычислительного интеллекта или гибридного метода, подходящего для конкретной задачи   | Умеет в совершенстве выбирать проводить анализ задачи для выбора наилучшего метода вычислительного интеллекта или гибридного метода, подходящего для конкретной задачи  |

| Код компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) | Код и наименование результата обучения по дисциплине   | Критерии оценивания результатов обучения  |   |  |  |
|--|--|--|---|---|--|--|
|  |  |  | 1-2   | 3   | 4  | 5  |
| УК-2.2. Выбирает оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений                        |  | Владеть: В5 инструментами проектирования и оценка качества моделей нейронных сетей                                   | Не владеет инструментами проектирования и оценка качества моделей нейронных сетей                                   | Владеет на низком уровне инструментами проектирования и оценка качества моделей нейронных сетей                                   | Владеет на среднем уровне инструментами проектирования и оценка качества моделей нейронных сетей                                   | Владеет в совершенстве инструментами проектирования и оценка качества моделей нейронных сетей  |
|  |  | Знать: З6 основные архитектуры ИНС и области их применения; основные способы и правила обучения ИНС.                 | Не знает основные архитектуры ИНС и области их применения; основные способы и правила обучения ИНС.                 | Знает на низком уровне основные архитектуры ИНС и области их применения; основные способы и правила обучения ИНС.                 | Знает на среднем уровне основные архитектуры ИНС и области их применения; основные способы и правила обучения ИНС.                 | Знает в совершенстве основные архитектуры ИНС и области их применения; основные способы и правила обучения ИНС.                          |
|  |  | Уметь: У6 оценивать качество обучения различных моделей ИНС; моделировать ИНС средствами нейропакетов Matlab NNTool. | Не умеет оценивать качество обучения различных моделей ИНС; моделировать ИНС средствами нейропакетов Matlab NNTool. | Умеет на низком уровне оценивать качество обучения различных моделей ИНС; моделировать ИНС средствами нейропакетов Matlab NNTool. | Умеет на среднем уровне оценивать качество обучения различных моделей ИНС; моделировать ИНС средствами нейропакетов Matlab NNTool. | Умеет в совершенстве выбирать оценивать качество обучения различных моделей ИНС; моделировать ИНС средствами нейропакетов Matlab NNTool. |
|  |  | Владеть: В6 навыками решения задач аппроксимации, прогнозирования, классификации данных, распознавания образов       | Не владеет навыками решения задач аппроксимации, прогнозирования, классификации данных, распознавания образов       | Владеет на низком уровне навыками решения задач аппроксимации, прогнозирования, классификации данных, распознавания образов       | Владеет на среднем уровне навыками решения задач аппроксимации, прогнозирования, классификации данных, распознавания образов       | Владеет в совершенстве навыками решения задач аппроксимации, прогнозирования, классификации данных, распознавания образов                |
|  |  | Знать: З7 виды, структуру, принципы и методы системной организации нейронных сетей;                                  | Не знает виды, структуру, принципы и методы системной организации нейронных сетей                                   | Знает на низком уровне виды, структуру, принципы и методы системной организации нейронных сетей                                   | Знает на среднем уровне виды, структуру, принципы и методы системной организации нейронных сетей                                   | Знает в совершенстве виды, структуру, принципы и методы системной организации нейронных сетей  |
| УК-2.3 Анализирует действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие область профессиональной деятельности |  | Уметь: У7 использовать основные нейронные сети для обработки информации;   | Не умеет использовать основные нейронные сети для обработки информации  | Умеет на низком уровне использовать основные нейронные сети для обработки информации  | Умеет на среднем уровне использовать основные нейронные сети для обработки информации  | Умеет в совершенстве выбирать использовать основные нейронные сети для обработки информации  |



| Код компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)  | Код и наименование результата обучения по дисциплине   | Критерии оценивания результатов обучения  |   |  |   |
|--|---|--|---|---|--|---|
|  |   |  | 1-2   | 3   | 4  | 5   |
|  |   | Владеть: В7 методами анализа и синтеза при создании, исследовании и эксплуатации нейронных сетей   | Не владеет методами анализа и синтеза при создании, исследовании и эксплуатации нейронных сетей   | Владеет на низком уровне методами анализа и синтеза при создании, исследовании и эксплуатации нейронных сетей   | Владеет на среднем уровне методами анализа и синтеза при создании, исследовании и эксплуатации нейронных сетей   | Владеет в совершенстве методами анализа и синтеза при создании, исследовании и эксплуатации нейронных сетей   |
| ПКС-8<br>способность к планированию и организации логистической деятельности в цепях поставок с использованием современных информационных технологий | ПКС-8.2 Планирует и организует логистическую деятельность в цепях поставок с использованием современных информационных технологий | Знать: З4 современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования. | Не знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования. | Знает на низком уровне современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования. | Знает на среднем уровне современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования. | Знает в совершенстве современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования. |
|  |   | Уметь: У4 разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.               | Не умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.               | Умеет на низком уровне разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.               | Умеет на среднем уровне разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.               | Умеет в совершенстве выбирать разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.      |
|  |   | Владеть: В4 Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.                 | Не владеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.                       | Владеет на низком уровне практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.                       | Владеет на среднем уровне практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.                       | Владеет в совершенстве практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.                       |

**КАРТА**  
**обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

**Дисциплина:** Нейронные сети

Код, направление подготовки : 23.03.01 Технология транспортных процессов

Профиль: Логистика и управление цепями поставок

| № п/п | Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания   | Количество экземпляров в БИК | Контингент обучающихся, использующих указанную литературу | Обеспеченность обучающихся литературой, % | Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-) |
|-------|--|------------------------------|---|---|---|
| 1     | <b>Галушкин, А. И.</b><br><b>Нейронные сети: основы теории</b> / А. И. Галушкин. - [Б. м.] : Горячая линия-Телеком, 2017. - 496 с. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/111043">https://e.lanbook.com/book/111043</a> . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС Лань.                         | ЭР*                          | 30  | 100                                       | +   |
| 2     | Нейронные сети : Учебное пособие / Е. И. Горожанина. - Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. - 84 с. - ЭБС "IPR BOOKS" – URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/75391.html">http://www.iprbookshop.ru/75391.html</a>  | ЭР*                          | 30  | 100                                       | +   |
| 3     | Нейронные сети : учебное пособие / С. А. Вакуленко, А. А. Жихарева. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. - 110 с. - ЭБС "IPR BOOKS" – URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/102447.html">http://www.iprbookshop.ru/102447.html</a> | ЭР*                          | 30  | 100                                       | +   |

ЭР – электронный ресурс для автор. пользователей доступен через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>

Руководитель образовательной программы \_\_\_\_\_ Д.А. Чайников  
« 31 » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Директор БИК \_\_\_\_\_ Д.Х. Каюкова  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.  
М.П.



Проверила Ситницкая Л. И.