

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 14.05.2024 15:50:17
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7480d1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УМР
ИСОУ

_____ Г.А.Харитонова
« _____ » _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины: **Нейронные сети**

Специальность: 21.05.02 Прикладная геология

специализация: Геология месторождений нефти и газа

форма обучения: очная, заочная

Рабочая программа разработана для специальности 21.05.02 Прикладная геология
специализация Геология месторождений нефти и газа

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры бизнес-информатики и математики

Заведующий кафедрой

О.М. Барбаков

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего кафедрой ГНГ

М.Д.Заватский

Рабочую программу разработал:

И.С. Спирин, 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 «Нейронные сети» 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 программирование 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 критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию (задачу) и выделяет ее базовые составляющие.	Знать (З1): классические математические модели, применяемые в различных областях человеческой деятельности
	Уметь (У1): модифицировать классические математические модели для решения конкретных задач профессиональной деятельности	Владеть (В1): навыком анализа решения классических математических моделей для решения конкретных задач профессиональной деятельности
	УК-1.2. Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации (задачи), разрабатывает алгоритмы их реализации	Знать (З2): методы математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности
		Уметь (У2): применять методы математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности
		Владеть (В2):навыком разработки алгоритмов реализации конкретных задач профессиональной деятельности
	УК-1.3. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.	Знать (З3): способы применения моделей нейронных сетей для обработки информации и распознавания образов
		Уметь (У3): оценивать качество обучения моделей машинного обучения
		Владеть (В3):технологиями анализа и интерпретации полученных данных в области интеллектуальных систем.
	УК-1.4. Осуществляет систематизацию информации различных типов для анализа проблемных ситуаций.	Знать (З4): математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности
Уметь (У4): 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 (В4):навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте		
УК-1.5 Вырабатывает стратегию действий для построения алгоритмов решения поставленных задач.	Знать (З5): современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	
	Уметь (У5): использовать современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	

		Владеть (B5):навыками работы с алгоритмами математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования
	УК-1.6 Программирует разработанные алгоритмы и критически анализирует полученные результаты.	Знать (З6): программировать разработанные алгоритмы математических моделей Уметь (У6): разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования. Владеть (B6):навыком анализа полученных результатов математических моделей
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.	Знать (З7): 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 (У7): проводить анализ задачи для выбора наилучшего метода вычислительного интеллекта или гибридного метода, подходящего для конкретной задачи;
		Владеть (B7):инструментами проектирования и оценка качества моделей нейронных сетей
	УК-2.2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	Знать (З8): основные архитектуры ИНС и области их применения; основные способы и правила обучения ИНС. Уметь (У8): оценивать качество обучения различных моделей ИНС; моделировать ИНС средствами нейропакетов Matlab NNTool. Владеть (B8):навыками решения задач аппроксимации, прогнозирования, классификации данных, распознавания образов
УК-2.3. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время		Знать (З9): виды, структуру, принципы и методы системной организации нейронных сетей
		Уметь (У9): использовать основные нейронные сети для обработки информации
		Владеть (B9):методами анализа и синтеза при создании, исследовании и эксплуатации нейронных сетей
ПКС-2. Способен использовать современные методы обработки, анализа и интерпретации комплексной геологической, геофизической, промысловой, геохимической информации для решения производственных задач	ПКС-2. 3Владеет методикой построения геологических разрезов, схем корреляции разрезов скважин, карт и других геологических чертежей, характеризующих строение недр.	Уметь (У10): 3.1 разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.
		Владеть (B10): навыками применения алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.

4.Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачётные 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/ зимняя сессия	6	10		88/4	зачёт

5.Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		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	2	-	5	8	УК-1.1. УК-1.2. УК-1.3. УК-1.4. УК-1.5. УК-1.6. УК-2.1. УК-2.2. УК-2.3. ПКС-2.3	Задание на лабораторную работу № 1, вопросы для защиты, вопросы теста
2	2	Пакеты программ для работы с нейронными сетями	2	4	-	5	11		Задание на лабораторную работу № 2, вопросы для защиты, вопросы теста
3	3	Обучение нейронной сети. Наборы данных	1	-	-	5	6		Задание на лабораторную работу № 3, вопросы для защиты, вопросы теста
4	4	Полносвязная нейронная сеть прямого распространения (FNN)	2	4	-	5	11		Задание на лабораторную работу № 4, вопросы для защиты, вопросы

									теста
5	5	Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение	2	2	-	5	9		Задание на лабораторную работу № 5, вопросы для защиты, вопросы теста
6	6	Работа с TensorFlow и Kaggle	2	2	-	5	9		Задание на лабораторную работу № 6, вопросы для защиты, вопросы теста
7	7	Анализ качества обучения нейронной сети	1	2	-	5	8		Задание на лабораторную работу № 7, вопросы для защиты, вопросы теста
8	8	Применение нейронных сетей для решения задачи регрессии	1	4	-	5	10		Задание на лабораторную работу № 8, вопросы для защиты, вопросы теста
9	9	Свёрточные нейронные сети	1	2	-	5	8		Задание на лабораторную работу № 9, вопросы для защиты, вопросы теста
10	10	Предварительно обученные нейронные сети	1	2	-	5	8		Задание на лабораторную работу № 10, вопросы для защиты, вопросы теста
11	11	Нейронные сети для задач обработки естественного языка	2	4	-	5	11		Задание на лабораторную работу № 11, вопросы для защиты
12	12	Рекуррентные	2	4	-	13	19		Задание на
УК-1.1. УК-1.2. УК-1.3. УК-1.4. УК-1.5. УК-1.6. УК-2.1. УК-2.2. УК-2.3. ПКС-3.3									

		нейронные сети							лабораторную работу № 12, вопросы для защиты, вопросы теста
13	Зачёт		-	-	34	-	-		Вопросы для зачёта (в форме теста)
Итого:			18	34			108		

заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.2

№ п/п	Структура дисциплины		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	0,5	-	7	8	УК-1.1. УК-1.2. УК-1.3. УК-1.4. УК-1.5. УК-1.6. УК-2.1. УК-2.2. УК-2.3. ПКС-2.3	Задание на лабораторную работу № 1, вопросы для защиты, вопросы теста
2	2	Пакеты программ для работы с нейронными сетями	0,5		-	7	7,5		Задание на лабораторную работу № 2, вопросы для защиты, вопросы теста
3	3	Обучение нейронной сети. Наборы данных	0,5	-	-	7	7,5		Задание на лабораторную работу № 3, вопросы для защиты, вопросы теста
4	4	Полносвязная нейронная сеть прямого распространения (FNN)	0,5	2	-	7	9,5		Задание на лабораторную работу № 4, вопросы для защиты, вопросы теста
5	5	Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение	0,5	0,5	-	7	8		Задание на лабораторную работу № 5, вопросы

									для защиты, вопросы теста
6	6	Работа с TensorFlow и Kaggle	0,5	1	-	7	8,5		Задание на лабораторную работу № 6, вопросы для защиты, вопросы теста
7	7	Анализ качества обучения нейронной сети	0,5	1	-	7	8,5		Задание на лабораторную работу № 7, вопросы для защиты, вопросы теста
8	8	Применение нейронных сетей для решения задачи регрессии	0,5	2	-	7	9,5		Задание на лабораторную работу № 8, вопросы для защиты, вопросы теста
9	9	Свёрточные нейронные сети	0,5	0,5	-	7	8	УК-1.1. УК-1.2. УК-1.3. УК-1.4. УК-1.5. УК-1.6. УК-2.1. УК-2.2. УК-2.3. ПКС-2.3	Задание на лабораторную работу № 9, вопросы для защиты, вопросы теста
10	10	Предварительнообученные нейронные сети	0,5	0,5	-	7	8		Задание на лабораторную работу № 10, вопросы для защиты, вопросы теста
11	11	Нейронные сети для задач обработки естественного языка	0,5	1	-	7	8,5		Задание на лабораторную работу № 11, вопросы для защиты
12	12	Рекуррентные нейронные сети	0,5	1	-	11	12,5		Задание на лабораторную работу № 12, вопросы для защиты,

									вопросы теста
13	Зачёт	-	-		4	4			Вопросы для зачёта (в форме теста)
Итого:		6	10		92	108			

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 по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
7 семестр					
1	1	1	2	-	Введение в тематику искусственных нейронных сетей
2	2	1		-	Пакеты программ для работы с нейронными сетями
3	3	1		-	Обучение нейронной сети. Наборы данных
4	4	1		-	Полносвязная нейронная сеть прямого распространения (FNN)
5	5	1	1,5	-	Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение
6	6	1		-	Работа с TensorFlow и Kaggle
7	7	1		-	Анализ качества обучения нейронной сети
8	8	1	1	-	Применение нейронных сетей для решения задачи регрессии
9	9	1		-	Свёрточные нейронные сети
10	10	1	1,5	-	Предварительно обученные нейронные сети
11	11	1		-	Нейронные сети для задач обработки естественного языка
12	12	3		-	Рекуррентные нейронные сети
Итого:		14	6	-	

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	
2 семестр					
1	1	2	2,5	-	Программирование простейшей нейросети на Python
2	2	4		-	Работа с пакетами языка Python: NumPy, Pandas
3	3			-	Работа с наборами данных
4	4	4	2,5	-	Построение полносвязной нейронной сети прямого распространения (FNN)
5	5	2		-	Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение
6	6	2		-	Работа с Kaggle
7	7	2		-	Анализ качества обучения нейронной сети. Борьба с переобучением
8	8	4	2,5	-	Построение нейронной сети для решения задачи регрессии
9	9	2		-	Построение свёрточной нейронной сети
10	10	2	2,5	-	Работа с предварительно обученными нейронными сетями
11	11	4		-	Изучение нейронных сетей для задач обработки естественного языка
12	12	4		-	Построение рекуррентной нейронной сети
Итого:		34	10	-	

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОФО		
7 семестр						
1	1	2	28	-	Введение в тематику искусственных нейронных сетей	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам
2	2	4		-	Пакеты программ для работы с нейронными сетями	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам
3	3	4		-	Обучение нейронной сети. Наборы данных	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам
4	4	4		-	Полносвязная нейронная сеть прямого распространения (FNN)	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам
5	5	4	21	-	Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам
6	6	4		-	Работа с TensorFlow и Kaggle	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам
7	7	4		-	Анализ качества обучения нейронной сети	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам
8	8	4	14	-	Применение нейронных сетей для решения задачи регрессии	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам
9	9	5		-	Свёрточные нейронные сети	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам
10	10	5	25	-	Предварительно обученные нейронные сети	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам
11	11	5		-	Нейронные сети для задач обработки естественного языка	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам
12	12	11		-	Рекуррентные нейронные сети	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам
15	1-12	-		-	1-12	Подготовка к зачету
Итого:		56	88	-		

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
2 семестр		
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
	ВСЕГО	0-100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>
- Цифровой образовательный ресурс – библиотечная система IPR SMART — <https://www.iprbookshop.ru/>
- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» www.studentlibrary.ru
- Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>

- Образовательная платформа ЮРАЙТ www.urait.ru
- Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU <http://www.elibrary.ru>
- Национальная электронная библиотека (НЭБ)
- Библиотеки нефтяных вузов России :
- Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина <http://elib.gubkin.ru/>,
- Электронная библиотека Уфимского государственного нефтяного технического университета <http://bibl.rusoil.net/> ,
- Библиотечно-информационный комплекс Ухтинского государственного технического университета УГТУ <http://lib.ugtu.net/books>
- Электронная справочная система нормативно-технической документации «Технорматив»
- ЭКБСОН- информационная система доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки

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

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

Таблица 10.1

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3	4
1	Математика и Python для	Лекционные занятия:	

анализа данных	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья. Моноблок - 1 шт., проектор - 1 шт., проекционный экран - 1 шт., акустическая система (колонки) - 4 шт., микрофон - 1 шт., документ-камера - 1 шт., телевизор - 2 шт.	625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Луначарского, д.2, корп.1, (аудитория определяется в соответствии с расписанием)
	Лабораторные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья. Моноблоки, проектор - 1 шт., акустическая система (колонки) - 2 шт., проекционный экран - 1 шт.	625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Луначарского, д.2, корп.1, (аудитория определяется в соответствии с расписанием)
	Самостоятельная работа: Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду. Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 5 шт., проектор – 1 шт., проекционный экран – 1 шт.	625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Луначарского, д.2 корп.1

11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

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

На 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

Специальность 21.05.02 Прикладная геология

специализация Геология месторождений нефти и газа

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 критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию (задачу) и выделяет ее базовые составляющие.	Знать (З1): 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): навыком анализа решения классических математических моделей для решения конкретных задач профессиональной деятельности	Не владеет навыком анализа решения классических математических моделей для решения конкретных задач профессиональной деятельности	Владеет на низком уровне навыком анализа решения классических математических моделей для решения конкретных задач профессиональной деятельности	Владеет на среднем уровне навыком анализа решения классических математических моделей для решения конкретных задач профессиональной деятельности	Владеет в совершенстве навыком анализа решения классических математических моделей для решения конкретных задач профессиональной деятельности

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-1.2. Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации (задачи), разрабатывает алгоритмы их реализации	Знать (З2): методы математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности	Не знает методы математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности	Знает на низком уровне методы математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности	Знает на среднем уровне методы математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности	Знает в совершенстве методы математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности
		Уметь (У2): применять методы 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.
		Владеть (В2):навыком разработки алгоритмов реализации конкретных задач профессиональной деятельности	Не владеет навыком разработки алгоритмов реализации конкретных задач профессиональной деятельности	Владеет на низком уровне навыком разработки алгоритмов реализации конкретных задач профессиональной деятельности	Владеет на среднем уровне навыком разработки алгоритмов реализации конкретных задач профессиональной деятельности	Владеет в совершенстве навыком разработки алгоритмов реализации конкретных задач профессиональной деятельности
	УК-1.3. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.	Знать (З3): 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
		Уметь (У3): 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 (В3): 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.
		УК-1.4. Осуществляет систематизацию информации различных типов для анализа проблемных ситуаций. поставленных задач.	Знать (З4): 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

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
		Уметь (У4): 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 (В4): навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Не владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Владеет на низком уровне навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Владеет на среднем уровне навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Владеет в совершенстве навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте

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-1.5 Вырабатывает стратегию действий для построения алгоритмов решения поставленных задач.	Знать (З5): 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 (У5): использовать современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Не умеет использовать современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Умеет на низком уровне использовать современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Умеет на среднем уровне использовать современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Умеет в совершенстве использовать современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования
		Владеть (В5): навыками работы с алгоритмами математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Не владеет навыками работы с алгоритмами математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Владеет на низком уровне навыками работы с алгоритмами математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Владеет на среднем уровне навыками работы с алгоритмами математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Владеет в совершенстве навыками работы с алгоритмами математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования

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-1.6 Программирует разработанные алгоритмы и критически анализирует полученные результаты.	Знать (З6): как программировать разработанные алгоритмы математических моделей	Не знает как программировать разработанные алгоритмы математических моделей	Знает на низком уровне как программировать разработанные алгоритмы математических моделей	Знает на среднем уровне как программировать разработанные алгоритмы математических моделей	Знает в совершенстве как программировать разработанные алгоритмы математических моделей
		Уметь (У6): 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 (В6):навыком анализа полученных результатов математических моделей	Не владеет навыком анализа полученных результатов математических моделей	Владеет на низком уровне навыком анализа полученных результатов математических моделей	Владеет на среднем уровне навыком анализа полученных результатов математических моделей	Владеет в совершенстве навыком анализа полученных результатов математических моделей

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. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.	Знать (З7): 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 (У7): 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
		Владеть (В7): 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

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. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	Знать (З8): 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 (У8): 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 (В8): 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
	УК-2.3. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время	Знать (З9): 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

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
ПКС-3	ПКС-2. 3 Владеет методикой построения геологических разрезов, схем корреляции разрезов скважин, карт и других геологических чертежей, характеризующих строение недр.	Уметь (У9): 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
		Владеть (В9): 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
		Уметь (У10): разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	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
		Владеть (В10): навыками применения алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Не владеет навыками применения алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Владеет на низком уровне навыками применения алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Владеет на среднем уровне навыками применения алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Владеет в совершенстве навыками применения алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.

КАРТА
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: Нейронные сети
Специальность 21.05.02 Прикладная геология
специализация Геология месторождений нефти и газа

№ 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	Нейронные сети: основы теории / А. И. Галушкин. - [Б. м.] : Горячая линия-Телеком, 2017. - 496 с. - ЭБС Лань. : [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/111043	ЭР	59	100	+
2	Нейронные сети : Учебное пособие / Е. И. Горожанина. - Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. - 84 с. - ЭБС "IPR BOOKS" – URL: http://www.iprbookshop.ru/75391.html	ЭР	59	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: http://www.iprbookshop.ru/102447.html	ЭР	59	100	+

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

