

**Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»  
Факультет математики, информационных и авиационных технологий**

**Кафедра телекоммуникационных технологий и сетей**

**Смагина А.А.**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
для семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума  
и самостоятельной работы по дисциплине

**«Нейросетевые и эволюционные вычисления в  
телекоммуникациях»**

*Направление 11.04.02 - инфокоммуникационные технологии и системы связи  
Профиль интеллектуальные телекоммуникационные системы и сети*



Ульяновск  
2023

Методические рекомендации по направлению 11.04.02 **инфокоммуникационные технологии и системы связи** предназначены для проведения семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума и самостоятельной работы по дисциплине **«Нейросетевые и эволюционные вычисления в телекоммуникациях»**.

В методических рекомендациях приведены литература по дисциплине, темы дисциплины и вопросы в рамках каждой темы. Даны рекомендации по изучению теоретического материала, контрольные вопросы для самоконтроля, задания для самостоятельной работы, задачи и упражнения для самостоятельной подготовки к семинарам или полностью самостоятельного освоения практических навыков, задания для лабораторного практикума и рекомендации по их выполнению.

Студентам всех форм обучения рекомендуется использовать данные методические рекомендации при подготовке к семинарам, самостоятельной подготовке, а также промежуточной аттестации по дисциплине «Нейросетевые и эволюционные вычисления в телекоммуникациях».

Рекомендованы к введению в образовательный процесс

Учёным советом факультета математики, информационных и авиационных технологий  
УлГУ

протокол № 3/23 от «18» апреля 2023 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Результатом изучения дисциплины «**Нейросетевые и эволюционные вычисления в телекоммуникациях**» является подготовка квалифицированных специалистов, владеющих фундаментальными знаниями и практическими навыками в области нейросетевых и эволюционных вычислениях в телекоммуникациях

### Задачи освоения дисциплины:

- изучение принципов построения современных информационных систем и методов машинного обучения для выбора эффективного способа решения прикладных задач
- принципов построения систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, в том числе глубоких нейронных сетей
- приобретение в рамках освоения предусмотренного курсом занятий следующих знаний, умений и навыков, характеризующих определённый уровень сформированности компетенций:
  - умение проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей для решения задач машинного обучения навыки
  - владеть навыками применения современных инструментальных средств и средств обучения, в моделях искусственных нейронных сетей.

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ТЕМАМ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Нейросетевые технологии. Основные понятия и принципы работы нейронных сетей и генетических алгоритмов. Основные задачи и области применения нейросетевых и эволюционных вычислений в телекоммуникациях. Основные типы нейронных сетей и их архитектуры (основные топологии межнейронных связей)	ПК-2(ПК-4и)	4.1. Тесты	1,13-15	Текущий контроль (проверка теста)
2	Модель многослойной нейросети. Построение	ПК -9	4.1. Тесты	2, 10, 23	Текущий контроль

	нейросетевого классификатора. Структура и принцип работы полносвязных нейронных сетей. Back propagation - алгоритм обучения по методу обратного распространения. Ускорение обучения, начальные веса, стандартизация, подготовка выборки. Градиентные методы оптимизации нейронных сетей. Переобучение модели. Применение нейронных сетей для задач классификации и регрессии в телекоммуникациях.				(проверка теста)
3	Прикладные модели машинного обучения. Глубокие нейронные сети. Архитектуры глубоких нейронных сетей, такие как GAN, VAE и т.д. Основные принципы работы и архитектура сверточных нейронных сетей, такие как ResNet, Inception и т.д. Применение свёрточных нейронных сетей для обработки видео и изображений в телекоммуникациях.	ПК -9	4.1. Тесты	8,4, 5	Текущий контроль (проверка теста)
4	Основные принципы работы и архитектура рекуррентных нейронных сетей и обработка последовательностей. Применение рекуррентных нейронных сетей для задач обработки естественного языка (Natural Language Processing – NLP) в телекоммуникациях. Основные принципы работы трансформеров (Transformers). Применение трансформеров в телекоммуникационных системах для задач обработки естественного языка, распознавания речи.	ПК-2(ПК-4и)	4.1. Тесты	3,6, 16, 17, 18, 19,20,	Текущий контроль (проверка теста)
5	Обучение с подкреплением. Основные принципы обучения с подкреплением: задачи и подходы к решению. Методы обучения с подкреплением в нейросетевых вычислениях (Deep Q-Networks (DQN), Policy Gradient (PG) Methods). Эволюционные методы обучения с подкреплением. Применение обучения с подкреплением в телекоммуникациях: задачи и примеры решений. Обучение с подкреплением в управлении сетями связи: оптимизация	ПК -9	4.1. Тесты	9, 21,22, 24	Текущий контроль (проверка теста)

	маршрутизации, управление качеством обслуживания, управление ресурсами. Обучение с подкреплением в сетях 5G: автономное управление сетью, управление многопользовательской средой, управление ресурсами и т.д. 5				
6	Применение обучения с подкреплением в безопасности телекоммуникаций: обнаружение атак, защита от DDoS-атак, управление сетевой безопасностью. Требования к нейросетевым и эволюционным вычислениям для обучения с подкреплением в телекоммуникациях: высокая производительность, масштабируемость, надежность и т.д.	ПК -9	4.3 Вопросы по лаб. работам	47-53	Текущий контроль (проверка лабораторных работ)

## ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

**Лабораторная работа 1.** Изучение среды проектирования и базовых библиотек

**Лабораторная работа 2.** Проект нейронной сети на Python: класс нейронной сети, инициализация сети, весовые коэффициенты, опрос сети, тренировка сети XOR.

**Лабораторная работа 3.** Моделирование нейрона и нейросети

**Лабораторная работа 4.** Реализация нейронной сети на Python с использованием библиотеки TensorFlow/Keras.

Задания для самостоятельной работы.

Подготовка к лабораторным работам: - классы и объекты, атрибуты классов и объектов в Python; - методы классов; - математические функции и работа с модулем numpy; - массивы, графическое представление массивов, работа с модулем matplotlib; - библиотеки TensorFlow и Keras.

**Лабораторная работа 5.** Создание свёрточной нейронной сети (CNN) с использованием библиотеки Keras.

**Лабораторная работа 6.** Принципы работы рекуррентных нейронных сетей (RNN). Глубокие RNN.

Задания для самостоятельной работы.

Изучение теоретического материала: - свёртки и свёрточные сети; - современные свёрточные архитектуры, автокодировщик; - архитектуры рекуррентных нейронных сетей LSTM, GRU, SCRNN; - разреженные трансформеры (Sparse Transformers), Longformers, маршрутизирующие трансформеры (Routing Transformers); - методы обучения с подкреплением: Actor-Critic Methods, Proximal Policy Optimization, Trust Region Policy Optimization Подготовка к лабораторным работам: - библиотеки TensorFlow и Keras, модели CNN и RNN. Тесты контроля усвоения теории.

**Лабораторная работа 7.** Создание свёрточной нейронной сети (CNN) с использованием библиотеки Keras.

**Лабораторная работа 8.** Принципы работы рекуррентных нейронных сетей (RNN). Глубокие RNN.

Задания для самостоятельной работы. Изучение теоретического материала: - свёртки и свёрточные сети; - современные свёрточные архитектуры, автокодировщик; - архитектуры рекуррентных нейронных сетей LSTM, GRU, SCRN; - разреженные трансформеры (Sparse Transformers), Longformers, маршрутизирующие трансформеры (Routing Transformers); - методы обучения с подкреплением: Actor-Critic Methods, Proximal Policy Optimization, Trust Region Policy Optimization Подготовка к лабораторным работам: - библиотеки TensorFlow и Keras, модели CNN и RNN. Тесты контроля усвоения теории

**Лабораторная работа.8** Реализация генетического алгоритма на Python для решения задачи оптимизации.

Задания для самостоятельной работы. Изучение теоретического материала: - Генетическое программирование (GP), Differential Evolution (DE), Coevolution, Улучшенные алгоритмы Q-Learning Подготовка к лабораторным работам: - библиотека Dear.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. Курс состоит из трёх модулей. Каждый модуль включает в себя несколько тем. Освоение каждой темы состоит из следующих работ:

- работа с лекциями, дополнительным теоретическим материалом;
- закрепление нового материала с использованием теста темы;
- выполнение лабораторных работ.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации.

Подготовка к занятиям семинарского типа включает ознакомление с планом лабораторного занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание самостоятельной работы определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя

Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах.

Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен.

Лабораторные занятия рекомендуется проводить с использованием ПО - интерпретатора Python-3 и использовать открытые датасеты и библиотеки Numpy, Matplotlib, Pandas, SciPy, TensorFlow, Keras, PyTorch, Dear. В качестве среды разработки рекомендуется использовать локальную установку Python и Visual Studio Code, а также онлайн платформы Google Colab, Jupyter Notebook, Kaggle.

По всем разделам курса, указанных в представленной выше таблице необходимо выполнять следующие действия: чтение основной и дополнительной литературы, самостоятельное изучение материала по литературным источникам, указанных в приложении с обязательным тестированием, по тестам приведенным ниже

## Примеры типовых контрольных заданий

1. Отметьте утверждения, которые верны для ГА оптимизации: Выберите один или несколько ответов:

- a). При переходе к следующему поколению усреднённое по популяции значение функции приспособленности может снизиться
- b). На каждой итерации случайным образом генерируется множество точек
- в). Заданной области поиска решений, выбирается наилучшая, с точки зрения максимизации функции приспособленности точка и корректируется область поиска решений для проведения следующей итерации
- с). Существенный рост размера популяции в среднем приводит к ухудшению результата оптимизации.
- d). Мутация в среднем ухудшает приспособленность популяции
- e). «Слабые» особи не используются при формировании следующего поколения

2. Укажите какие из утверждений соответствуют методу селекции «Рулетка». Выберите один или несколько ответов:

- a). Все индивиды ранжируются по функции приспособленности. Отбираются  $n$  лучших индивидов из популяции и из них методом рулетки формируются требуемое количество родительских пар
- b). Для селекции используют нормировку функции приспособленности так, чтобы она принимала только положительные значения
- с). Выбор в родительский пул осуществляется случайным образом с вероятностью, пропорциональной значению нормированной функции приспособленности
- d). Все индивиды ранжируются по функции приспособленности (чем лучше индивид – тем больше ранг). Каждому из них присваивается вероятность выбора, пропорциональная рангу. И случайным образом с помощью рулетки с учетом вероятностей из них выбираются требуемое количество индивидов для образования родительских пар.

3. Две особи образуют родительскую пару: Генотип\_1 = (0 0 1 1 0 0 1) Генотип\_2 = (1 0 1 0 1 0 1) Укажите, какие из генотипов могут получиться в результате универсального кроссинговера Выберите один или несколько ответов:

- a). генотип = (1 0 1 0 1 0 1)
- b). генотип = (0 0 1 0 0 0 1)
- с). генотип = (0 0 1 0 1 1 0)
- d). генотип = (0 0 1 1 1 0 1)

4. Определите - какие задачи из перечисленных относятся к типу задач обучения с учителем. Выберите один или несколько ответов:

a). Вы создали онлайн-курс и запустили его в этом семестре. Однако результаты обучения студентов на курсе слишком различаются. Хотелось бы понять - в чем причины таких разных результатов? Кто такие отстающие? И как с ними построить работу?

b). Последнее время операторы вашей организации не справляются с потоком электронных писем с вопросами от клиентов. Нужно попробовать построить систему автоматизированных ответов на типовые запросы граждан. Вы получили задание выявить типы запросов граждан

c). Последнее время на ваш почтовый ящик стало приходить слишком много спамных писем (корпоративный фильтр не справляется), вы устали их читать и складывать в папку "Спам". Решили, что вы сами сделаете программу, которая будет отфильтровывать спам, все, что не смог отфильтровать корпоративный фильтр.

d). Вы апробировали свой онлайн-курс более чем на 1000 студентах, проанализировали закономерности обучения и задумались над тем, чтобы создать программу, которая сможет дать обратную связь студенту, чтобы он видел - на какую оценку он выходит при завершении данного курса, если так будет продолжать работать.

**5.** Сформулируйте задачу из вашей предметной области как задачу машинного обучения с учителем. Определите источник данных, критерий успешности решения задачи.

**6.** Предположим, что на входе нейрона мы имеем только 0 или 1:  $x_1, x_2 \in \{0,1\}$  и выход  $h\Theta(x)$ . Укажите какие должны быть веса  $W_0, W_1, W_2$ , чтобы данный нейрон моделировал бы логическую операцию Не X1 ИЛИ Не X2? Выберите один ответ:

- a).  $W_0= 30; W_1= -10; W_2= -10$
- b).  $W_0= -30; W_1= -10; W_2= -10$
- c).  $W_0= 10; W_1= -20; W_2= -20$
- d).  $W_0= 30; W_1= -20; W_2= -20$
- e).  $W_0= -30; W_1= 20; W_2= 20$

**7.** Дана двухслойная классифицирующая нейросеть, с логистической (сигмоидной) функцией активации у нейронов выходного слоя.

Требуется определить класс объекта для заданного входа (0,7, -0,2) и весов нейросети, заданных в виде матрицы:  $W = \text{np.array}([[-1.5, 1, 1], [-0.5, 1, -1], [5, -10, 0]])$ .

В ответе укажите произведение номера класса объекта (число 1, 2 или 3), умноженное на выход соответствующего нейрона нейросети с абсолютной точностью не менее 0,01.

**8.** Даны исходные данные. Требуется подобрать параметры нейросети и параметры обучения нейросети, чтобы обеспечить определенную точность на контрольных данных так, чтобы ошибка восстановления изображения (потери - loss) и точность восстановления (accuracy) отличались бы от базовых значений (определяемых эталонной нейросетью) меньше, чем на заданную точность.

**9.** Выполнить загрузку dataset. Разделить его на обучающую, проверочную и тренировочную выборку. Подобрать гиперпараметры модели по метрике качества.

**10.** Выполнить загрузку dataset. Создать обучающую и тренировочную выборки. Построить многослойную сеть прямого распространения, как стек полносвязных (Dense) слоёв. Выбрать количество слоёв и число нейронов в каждом слое. Выбрать оптимизатор, функцию потерь и метрики, рассчитываемые в ходе обучения.

**11.** Что такое нейронная сеть?

- a) математическая модель, имитирующая работу нейронов в головном мозге
- b) специальный вид компьютерной программы
- c) устройство, которое используется для обработки изображений
- d) термин, который относится к любому виду искусственного интеллекта

**12.** Что такое генетический алгоритм?

- a) алгоритм, использующий генетические данные для обработки информации
- b) специальный вид программирования на генетическом уровне



с) алгоритм, использующий эволюционный подход для решения задач

д) алгоритм, использующий нейронные сети для обработки информации

**13.** Какие области телекоммуникаций могут использовать нейросетевые вычисления?

а) распознавание речи

б) маршрутизация трафика

с) управление сетью

д) все вышеперечисленное

**14.** Какие типы нейронных сетей существуют?

а) прямое распространение

б) сверточные

с) рекуррентные

д) все вышеперечисленное

Какова архитектура сверточной нейронной сети?

а) полносвязная

б) многослойная персептрон

с) сверточный слой, субдискретизация и полносвязный слой

д) рекуррентный слой, субдискретизация и полносвязный слой

**15.** Какова архитектура сверточной нейронной сети?

а) полносвязная

б) многослойная персептрон

с) сверточный слой, субдискретизация и полносвязный слой

д) рекуррентный слой, субдискретизация и полносвязный слой

**16.** Что такое Back propagation и для чего он используется в нейронных сетях?

а) Алгоритм обучения, используемый для обучения нейронных сетей методом случайного поиска

б) Алгоритм обучения, используемый для обучения нейронных сетей методом обратного распространения ошибки

с) Алгоритм обучения, используемый для обучения нейронных сетей методом градиентного спуска

д) Алгоритм обучения, используемый для обучения нейронных сетей методом мультиагентного обучения

**17.** Какие параметры могут использоваться для ускорения обучения нейронной сети?

а) увеличение количества эпох обучения

б) изменение параметров оптимизации

с) изменение начальных весов

д) использование более сложных моделей

**18.** Что такое переобучение модели?

а) Ситуация, когда модель недообучена и не способна решать задачу

б) Ситуация, когда модель правильно обучена, но не может решать новые задачи

с) Ситуация, когда модель слишком сложная и "запоминает" тренировочные данные, что снижает ее обобщающую способность

д) Ситуация, когда модель слишком простая и не может решать сложные задачи

**19.** Какие задачи можно решать с помощью нейронных сетей в телекоммуникациях?

а) Классификация сигналов, определение источника помех, распознавание речи и изображений

б) Определение местоположения абонента по номеру телефона

с) Разработка аппаратного обеспечения для сетей связи

д) Планирование сетей связи

- 20.** Как называется сверточная нейронная сеть, которая предлагает метод добавления сверточных блоков со скип-коннектами для решения проблемы затухания градиента?
- ResNet
  - Inception
  - VGG
  - AlexNet
- 21.** Какой алгоритм используется для обучения глубоких нейронных сетей?
- Метод опорных векторов (SVM)
  - Алгоритм k-ближайших соседей (k-NN)
  - Back propagation
  - Random Forest
- 22.** Какие задачи обработки изображений могут решаться с помощью сверточных нейронных сетей в телекоммуникациях?
- Распознавание лиц, классификация объектов на изображении, обнаружение объектов на изображении
  - Классификация звуковых сигналов, предсказание временных рядов, распознавание рукописных символов
  - Кластеризация данных, определение взаимосвязей в данных, предсказание оттока клиентов
  - Все перечисленные варианты
- 23.** Какой принцип лежит в основе работы трансформеров?
- Принцип обработки последовательностей
  - Принцип вычисления градиентов
  - Принцип преобразования данных в новое пространство признаков
  - Принцип объединения нескольких моделей в единую архитектуру
- 24.** Как называется алгоритм, используемый в трансформерах для обработки последовательностей?
- LSTM b) GRU
  - Attention
  - ReLU
- 25.** Какие подходы используются при обучении с подкреплением ?
- Supervised Learning и Unsupervised Learning
  - Unsupervised Learning и Semi-Supervised Learning
  - Reinforcement Learning и Semi-Supervised Learning
  - Supervised Learning и Reinforcement Learning
- 26.** Какие методы обучения с подкреплением используются в нейросетевых вычислениях?
- Deep Q-Networks (DQN) и Policy Gradient (PG) Methods
  - K-Means Clustering и Decision Trees
  - Random Forest и Naive Bayes
  - SVM и KNN
- 27.** Какие задачи можно решать при использовании обучения с подкреплением в управлении сетями связи?
- Оптимизация маршрутизации
  - Управление качеством обслуживания
  - Управление ресурсами
  - Все перечисленное
- 28.** Какие задачи можно решать с помощью обучения с подкреплением в сетях 5G?
- Автономное управление сетью
  - Управление многопользовательской средой
  - Управление ресурсами

d) Все перечисленное

29. Что такое NeuroEvolution of Augmenting Topologies (NEAT)?

a) Метод оптимизации на основе генетических алгоритмов

b) Алгоритм обучения нейронных сетей

c) Метод оптимизации архитектуры нейронных сетей

d) Метод оптимизации с учетом неизвестности модели

30. В чем состоит основное преимущество эволюционных стратегий перед другими методами оптимизации?

a) Способность к нахождению глобального оптимума

b) Высокая скорость обучения

c) Малое количество параметров для настройки

d) Легкость интерпретации результатов

## **Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации и экзамена**

1) *Модель МакКаллока-Питтса* (надо помнить формулу). Логистическая регрессия. Построение пороговой функции принятия решения. Модель нейрона с логистической функцией активации. Моделирование булевых операций.

2) Метод стохастического градиента. *Расписать* градиентный шаг для квадратичной функции потерь и сигмоидной функции активации.

3) *Что такое «сокращение весов»?*

4) *Приведите пример* выборки, которую невозможно классифицировать без ошибок с помощью линейного алгоритма классификации. Какова минимальная длина выборки, так, чтобы данная выборка стала линейно разделимой?

5) *Почему любая булева функция* представима в виде нейронной сети? Сколько в ней слоёв?

6) *Реализация* многослойных классификационных нейросетей. Модель нейросети, реализующей операцию XOR. Аппроксимация булевых функций. Нейросетевое моделирование предикатов.

7) Метод обратного распространения ошибок для оптимизации многослойных нейронных сетей. *Основная идея. Основные недостатки и способы их устранения.*

8) Пример реализации нейросетей с использованием библиотеки `numpy`.

9) Обучение нейрона. Правило Хебба. *Постановка задачи обучения* нейросети. Минимизация квадрата ошибки. Градиентный спуск. Применение градиентного спуска для обучения нейрона.

10) *Как можно* выбирать начальное приближение в градиентных методах настройки нейронных сетей?

11) *Как можно* ускорить сходимость в градиентных методах настройки нейронных сетей?

12) *Как выбирать* число нейронов скрытого слоя в градиентных методах настройки нейронных сетей? 13) Стохастический градиентный спуск (СГС). Подбор параметров СГС. Регуляризация.

14) *Виды используемых функций* потерь для оптимизации/обучения нейросети. Визуализация процесса обучения нейросетей.

15) *Пример обучения* нейросетей с использованием библиотеки `numpy`.

16) Построение и оптимизация многослойной классифицирующей нейросети. Виды слоев нейросети.

17) Dropout. Batch-нормализация. *Пример классификации изображений* рукописных цифр.

18) *Основные возможности* библиотеки `Keras` по построению и обучению нейросетей.

19) Основная идея отбора признаков.

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, КОНТРОЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

**Тесты (тестовые задания) для текущего контроля и контроля самостоятельной работы обучающихся**

- критерии оценивания – правильное решение задач;
- показатель оценивания – процент правильно решённых задач;
- шкала оценивания (оценка) – выделено 4 уровня оценивания компетенций:  
**высокий (отлично)** - более 80% правильно решённых задач;  
**достаточный (хорошо)** – от 60 до 80 % правильно решённых задач;  
**пороговый (удовлетворительно)** – от 50 до 60% правильно решённых задач;  
**критический (неудовлетворительно)** – менее 50% правильно решённых задач.

Оценка	Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Отлично	Высокий уровень	Обучающийся ясно изложил методику решения задач, обосновал выполненное решение точной ссылкой на формулы, правила и т.д.;
Хорошо	Повышенный уровень	Обучающийся ясно изложил методику решения задач, но в обосновании решения имеются сомнения в точности ссылки на формулы, правила и т.д.;
Удовлетворительно	Пороговый уровень	Обучающийся изложил условие задачи, решение обосновал общей ссылкой на формулы, правила и т.д.;
Неудовлетворительно	Минимальный уровень не достигнут	Обучающийся не выполнил задания для самостоятельной работы, не уяснил условие задачи, решение не обосновал ссылкой на формулы, правила и т.д.

### Критерии и шкала оценки:

- критерии оценивания – правильные ответы на поставленные вопросы;
- показатель оценивания – процент верных ответов на вопросы;
- шкала оценивания (оценка) – выделено 4 уровня оценивания компетенций:  
**высокий (отлично)** - более 80% правильных ответов;  
**достаточный (хорошо)** – от 60 до 80 % правильных ответов;  
**пороговый (удовлетворительно)** – от 50 до 60% правильных ответов;  
**критический (неудовлетворительно)** – менее 50% правильных ответов.

Оценка	Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Отлично	Высокий уровень	Обучающийся показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания программы дисциплины, а также умение свободно использовать справочную литературу, делать

		обоснованные выводы из результатов расчетов или экспериментов и т.д.;
Хорошо	Достаточный уровень	Обучающийся показал достаточные знания основных разделов программы дисциплины, но при этом допускает не критичные неточности в ответе на вопросы и т.д.;
Удовлетворительно	Пороговый уровень	Обучающийся показал фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно точные формулировки базовых понятий, нарушающие логическую последовательность в изложении программного материала, при этом обучающийся владеет знаниями основных разделов дисциплины, необходимыми для дальнейшего обучения, знаком с рекомендованной справочной литературой и т.д.;
Неудовлетворительно	Критический уровень	При ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях большей части основного содержания дисциплины, допускаются грубые ошибки в формулировке основных понятий, в ответах на вопросы и т.д.

#### Критерии и шкала оценки:

- критерии оценивания – правильное решение задач;
- показатель оценивания – процент правильно решенных задач;
- шкала оценивания (оценка) – выделено 4 уровня оценивания компетенций:  
**высокий (отлично)** - более 80% правильно решенных задач;  
**достаточный (хорошо)** – от 60 до 80 % правильно решенных задач;  
**пороговый (удовлетворительно)** – от 50 до 60% правильно решенных задач;  
**критический (неудовлетворительно)** – менее 50% правильно решенных задач.

Оценка	Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Отлично	Высокий уровень	Задача решена правильно, дано развёрнутое пояснение и обоснование сделанного заключения. Обучающийся демонстрирует методологические и теоретические знания, свободно владеет научной терминологией.
Хорошо	Достаточный уровень	Задача решена правильно, дано пояснение и обоснование сделанного заключения. Обучающийся демонстрирует методологические и теоретические знания, свободно владеет научной терминологией. Демонстрирует хорошие аналитические способности, однако допускает некоторые неточности в формулировках и при оперировании научной терминологией.
Удовлетворительно	Пороговый уровень	Задача решена правильно, пояснение и обоснование сделанного заключения было дано при активной помощи преподавателя. Обучающийся имеет ограниченные теоретические знания, допускает существенные ошибки при установлении логических взаимосвязей, допускает ошибки при использовании научной

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### основная

1. Макшанов, А. В. Большие данные. Big Data [Электронный ресурс] / Макшанов А. В., Журавлев А. Е., Тындыкарь Л. Н. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 188 с. ISBN 978-5-8114-6810-2. [https://e.lanbook.com/book/1\\_65835](https://e.lanbook.com/book/1_65835)
2. Сидоркина, Ирина Геннадьевна. Системы искусственного интеллекта [Текст] : [учеб. пособие для вузов по направлению 230100 "Информатика и вычисл. техника"] / И. Г. Сидоркина. М.: Кнорус, 2011. - 245 с. ISBN 978-5- 406-00449-4. Экземпляры: всего 92. 91
3. Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Ростовцев В. С. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 216 с. ISBN 978-5-8114-7462-2. [https://e.lanbook.com/book/1\\_60142](https://e.lanbook.com/book/1_60142)
4. Остроух, А. В. Системы искусственного интеллекта [Электронный ресурс] / Остроух А. В., Суркова Н. Е. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 228 с. ISBN 978-5-8114-8519-2. [https://e.lanbook.com/book/1\\_76662](https://e.lanbook.com/book/1_76662)
5. Хайкин, Саймон. Нейронные сети [Текст] : Полный курс / С. Хайкин ; [пер. с англ. Н. Н. Куссуль, А. Ю. Шелестова ; под ред. Н. Н. Куссуль]. 2-е изд. Москва [и др.]: Вильямс, 2006. - 1103 с. ISBN 5-8459-0890-6. 8 Электронные образовательные ресурсы

#### дополнительная литература:

1. Плас Дж. Вандер, Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. – СПб.: Питер, 2018. – 576 с.: ил.
2. Брюс, П., Б89 Практическая статистика для специалистов Data Science: Пер. с англ. /П. Брюс, Э. Брюс. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 304 с.: ил. –
3. Флах П., Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / пер. с англ. А. А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 400 с.: ил.
4. Рашид, Тарик, Создаем нейронную сеть. : Пер. с англ. – СПб. : ООО “Альфа-книга”, 2017. – 272 с. : ил. - Николенко С., Кадурын А., Архангельская Е., Глубокое обучение. – СПб.: Питер, 2018. – 480 с.: ил. – (Серия «Библиотека программиста»).
5. Ярослав Омеляненко, Эволюционные нейросети на языке Python / пер. с англ. В. С. Яценкова. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 310 с.: ил.;
6. Dasgupta, Konar, Chakraborty, Evolutionary Computation: Principles and Practice for Signal Processing and Intelligent Systems, 2020. - Linglong Dai, et al., Deep Learning for Communications: Applications, Standards and Challenges, 2019.

Согласовано:

Специалист ведущих НБ УлГУ  
Должность сотрудника научной библиотеки

Боброва Н.А.  
ФИО

  
подпись

2023

дата

### б) программное обеспечение

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, офисный пакет приложений Microsoft Office, языки программирования C++, Object Pascal (Delphi), прикладные программы, Matlab, Statistica Base for Windows v.6 Russian Education Сетевые версии, MathType Single User 5-9 Academic (Windows) и др.

## **в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:**

### **1. Электронно-библиотечные системы:**

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2023]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство «ЮРАЙТ». – Москва, [2023]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Политехресурс». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2023]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2023]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2023]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : Консультант Плюс, [2023].**

### **3. Базы данных периодических изданий:**

3.1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2023]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.2. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД «Гребенников». – Москва, [2023]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

**4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2023]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.**

**5. Российское образование** : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

**6. Электронная библиотечная система УлГУ** : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**г) Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).**

1. Мультимедиа-презентации на лекционных и практических занятиях.

## 2. Microsoft Office: WORD, Power Point, Exsel

Согласовано: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | 11.05.23г.  
Должность сотрудника УИТиТ | ФИО | подпись | дата

### МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащенности образовательного процесса, размещенными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

Разработчик \_\_\_\_\_ зав. кафедры ТТС \_\_\_\_\_ Смагин А.А.  
подпись \_\_\_\_\_ должность \_\_\_\_\_ ФИО