



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Интеллектуальные системы и нейронные сети

направление подготовки/специальность 01.03.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Прикладная математика и информатика

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2021

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Программа дисциплины направлена на формирование знаний, умений и навыков в области использования современных информационных технологий искусственного интеллекта и программных средств, в том числе отечественных, при решении задач профессиональной деятельности производственно-технологического и организационно-управленческого характера. Современные методы интеллектуализации информационных систем базируются на применении современных математических методов, алгоритмов и программ компьютерного анализа, а также при исследовании реальных процессов и явлений. Поэтому бакалавру важно уметь разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения в области информационных систем и технологий. Планируемые результаты освоения дисциплины состоят в получении знаний о методах интеллектуального анализа данных, в том числе о методах классификации, основанных на классических и неклассических, современных нейросетевых подходах, методах регрессионного анализа данных, выполняемого нейронными сетями, методах моделирования динамических процессов с использованием рекуррентных нейронных сетей и методов извлечения полезных данных из смесей с другими данными и шумами.

### Цели освоения дисциплины:

Формирование знаний, умений и навыков разработки и использования в профессиональной деятельности технологий искусственного интеллекта и реализующих их программных средств, в том числе отечественных.

### Задачи освоения дисциплины:

- овладение методами теоретических и экспериментальных исследований в области интеллектуальных систем и технологий;
- иметь способность разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение, реализующее нейросетевые методы;
- владеть методами практического применения нейросетевых технологий при проектировании программного обеспечения информационных систем;
- понимать, разрабатывать и аргументировано применять методы тестирования и проводить тестирование и исследовать его результаты;
- разрабатывать математическое и программное обеспечение для задач получения, накопления и хранения данных в современных базах данных и хранилищах, оптимизировать запросы при извлечении данных в процессе обучения и тестирования результатов.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
--------------------------------	--	--

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1 Определяет перечень задач для достижения поставленной цели с применением информационных технологий	<b>знает</b> основные методы, предназначенные для создания интеллектуальных систем и технологий <b>умеет</b> выбирать метод искусственного интеллекта, адекватный решаемой практической профессиональной задачи и применять его для решения практических задач <b>владеет навыками</b> навыками совершенствования методов искусственного интеллекта, с целью решения практической профессиональной задачи
ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.3 Составляет алгоритм решения сформулированной задачи	<b>знает</b> основные алгоритмы, позволяющие решать задачи искусственного интеллекта <b>умеет</b> выбирать тип алгоритма искусственного интеллекта, адекватный решаемой практической профессиональной задачи <b>владеет навыками</b> навыками совершенствования алгоритмов искусственного интеллекта, с целью решения практической профессиональной задачи
ОПК-5 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-5.2 Разрабатывает алгоритм и (или) компьютерную программу в соответствии с заданием	<b>знает</b> методы и языки программирования алгоритмов искусственного интеллекта для их практического применения <b>умеет</b> разрабатывать компьютерные программы, пригодные для практического применения искусственного интеллекта <b>владеет навыками</b> навыками совершенствования компьютерных программ искусственного интеллекта, с целью решения практической профессиональной задачи

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.36 основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Компьютерное моделирование в среде MatLab	ОПК-2.3, ОПК-1.2
2	Численные методы	ОПК-2.1, ОПК-2.2
3	Программирование в математических пакетах	ПК-1.4
4	Линейное и нелинейное программирование	ОПК-4.3, ОПК-1.2

Компьютерное моделирование в среде MatLab

знать:

– основы работы в математическом пакете MATLAB;

уметь:

– визуализировать и интерпретировать результаты вычислительного эксперимента;

владеть:

– навыками составления алгоритмов и программирования на языке математического пакета

MATLAB.

Численные методы

уметь:

- выбирать конкретные численные методы, оптимальные для данного класса задач;

владеть:

- навыками применения численные методы для решения прикладных задач.

Программирование в математических пакетах

уметь:

- работать с М-файлами сценариев и функций в математическом пакете MATLAB;

- работать с управляющими структурами.

Линейное и нелинейное программирование

уметь:

- применять численные методы решения задач одномерной и многомерной оптимизации.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Вероятностное и имитационное моделирование	ПК-4.1, ПК-4.4

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			6
<b>Контактная работа</b>	48		48
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	32	0	32
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	0,5		0,5
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	1		1
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,25		0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
<b>Часы на контроль</b>	26,75		26,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	31,75		31,75
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>			
<b>часы:</b>	108		108
<b>зачетные единицы:</b>	3		3

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Интеллектуальные технологии и нейронные сети										
1.1.	Традиционные нейронные сети	6	1		3				1	5	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2
1.2.	Глубокие нейронные сети	6	2		1				1	4	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2
2.	2 раздел. Однослойный и многослойный персептрон										
2.1.	Персептрон Розенблатта	6	2		1				2	5	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2
2.2.	Многослойный персептрон	6	1		3					4	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2
3.	3 раздел. Методы обучения многослойного персептрона с прямым распространением сигнала										
3.1.	Модель многослойного персептрона	6	2		2				1	5	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2
4.	4 раздел. Нейронные сети, учитывающие время										
4.1.	ИНС с кратковременной памятью	6	2		4				2	8	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2
5.	5 раздел. Нейронные сети с радиальными базовыми функциями										
5.1.	Модель нейрона и модель нейронной сети с РБФ.	6	1		4				2	7	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2
5.2.	Краткие сведения из теории регуляризации Тихонова.	6	1		2				2	5	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2
6.	6 раздел. Самоорганизующиеся карты Кохонена										
6.1.	Самоорганизующиеся карты Кохонена.	6	2		4				2	8	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2

7.	7 раздел. Рекуррентные нейронные сети										
7.1.	Рекуррентные нейронные сети	6							3,55	3,55	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2
8.	8 раздел. Нейронные сети, основанные на информации										
8.1.	Нейронные сети, основанные на теории информации.	6	1		2				5,2	8,2	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2
8.2.	Слепое извлечение сигнала.	6	1		6				5	12	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2
8.3.	Нейронные сети, основанные на информации	6							5	5	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2
9.	9 раздел. Иная контактная работа										
9.1.	Иная контактная работа	6								1,25	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2
10.	10 раздел. Контроль										
10.1	Экзамен	6								27	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2

#### 5.1. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Традиционные нейронные сети	Новые научные направления: искусственный интеллект, машинное обучение и нейронные сети, история их развития и современное состояние. Обзор проблем, которые являются предметом изучения каждого из научных направлений и примеры успешного их решения. Бионический подход к решению задач искусственного интеллекта, биологические (естественные) и искусственные нейронные сети. Модель искусственного нейрона и искусственной нейронной сети. Многообразие архитектур нейронных сетей и решаемых с их помощью задач.
2	Глубокие нейронные сети	Глубокие нейронные сети Обзор новых подходов: сверточные нейронные сети, метод опорных векторов SVM, деревья решений и случайные леса, RSTM нейронные сети.
3	Перцептрон Розенблатта	Классификация с использованием перцептрона, предложенного Фрэнком Розенблаттом, - однослойной нелинейной сети с пороговыми активационными функциями. Алгоритм адаптации весовых коэффициентов перцептрона. Проблема «исключающее ИЛИ» и решение задач разделения данных, полученных с помощью логических выражений.
4	Многослойный перцептрон	Решение задач классификации данных с применением метода k- средних и его модификаций. Задача векторного квантования и пример получения диаграммы Вороного для конечного множества .

5	Модель многослойного персептрона	Модель нейрона многослойного персептрона: веса, смещения и активационные функции. Архитектура многослойного персептрона: входной слой, внутренние слои и выходной слой. Проблема обучения многослойного персептрона. Алгоритм обратного распространения ошибки.
6	ИНС с кратковременной памятью	Архитектура и методы обучения нейронных сетей с кратковременной памятью. Пример адаптивного фильтра. Многослойная ИНС с задержками по времени на входах нейронов. Адаптивный нейронный фильтр. Нейронная сеть с задержками по времени в слоях. Пространственно-временная модель ИНС.
7	Модель нейрона и модель нейронной сети с РБФ.	Архитектура и методы обучения рекуррентных нейронных сетей. Нейронные сети с радиальными базовыми функциями (РБФ). Модель нейрона с РБФ. Архитектура двухслойной нейронной сети с РБФ. Способность нейронной сети с РБФ решать задачу разделения образов. Проблема «исключающее ИЛИ» и ее решение с помощью РБФ сети.
8	Краткие сведения из теории регуляризации Тихонова.	Особенности применения нейронных сетей с РБФ для интерполирования данных. Обучение с учителем как плохо обусловленная задача. Краткие сведения из теории регуляризации Тихонова. Свойства нейронной сети с РБФ как сети регуляризации. Обобщенная РБФ сеть. Стратегии обучения РБФ сетей. Обоснование числа нейронов скрытого слоя. Методы выбора центров РБФ: случайный выбор, выбор по принципу самоорганизации, выбор с учителем.
9	Самоорганизующиеся карты Кохонена.	Самоорганизующиеся карты Кохонена (SOM). Физиологическая интерпретация SOM. Уравнение обучения SOM, процессы соревнования, кооперации и адаптации весов ИНС. Начальное позиционирование нейронов. Свойства карты признаков: аппроксимация входного пространства, топологическая упорядоченность и соответствие плотности распределения вероятностей.
11	Нейронные сети, основанные на теории информации.	Нейронные сети, основанные на теории информации. Архитектура нейронной сети, основанной на теории информации.
12	Слепое извлечение сигнала.	Проблема разделения и оценки исходных сигналов и шумов, представленных в виде смеси. Метод анализа независимых компонент для решения задачи слепого извлечения сигналов. Каскадная нейронная сеть для слепого извлечения сигналов. Адаптация активационной функции нейронов.

## 5.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Традиционные нейронные сети	Кластеризация методом k-средних. Студенты пишут, отлаживают и выполняют программы по теме занятия, указанной в разделе «Тема дисциплины».
2	Глубокие нейронные сети	Сверточные нейронные сети Студенты пишут, отлаживают и выполняют программы по теме занятия, указанной в разделе «Тема дисциплины».
3	Персептрон Розенблатта	Алгоритм адаптации весовых коэффициентов персептрона. Проблема «исключающее ИЛИ» и решение задач разделения данных, полученных с помощью логических выражений.

		Студенты пишут, отлаживают и выполняют программы по теме занятия, указанной в разделе «Тема дисциплины».
4	Многослойный персептрон	Решение логических выражений с использованием нейронных сетей - персептронов Студенты пишут, отлаживают и выполняют программы по теме занятия, указанной в разделе «Тема дисциплины».
5	Модель многослойного персептрона	Многослойный персептрон Студенты пишут, отлаживают и выполняют программы по теме занятия, указанной в разделе «Тема дисциплины».
6	ИНС с кратковременной памятью	Архитектура и методы обучения нейронных сетей с кратковременной памятью Студенты пишут, отлаживают и выполняют программы по теме занятия, указанной в разделе «Тема дисциплины».
7	Модель нейрона и модель нейронной сети с РБФ.	Архитектура и методы обучения рекуррентных нейронных сетей. Студенты пишут, отлаживают и выполняют программы по теме занятия, указанной в разделе «Тема дисциплины».
8	Краткие сведения из теории регуляризации Тихонова.	РБФ нейронные сети Студенты пишут, отлаживают и выполняют программы по теме занятия, указанной в разделе «Тема дисциплины».
9	Самоорганизующиеся карты Кохонена.	Самоорганизующиеся карты и их применение в задачах классификации и в задачах снижения размерности и упорядочения Студенты пишут, отлаживают и выполняют программы по теме занятия, указанной в разделе «Тема дисциплины».
11	Нейронные сети, основанные на теории информации.	Обработка сигналов Студенты пишут, отлаживают и выполняют программы по теме занятия, указанной в разделе «Тема дисциплины».
12	Слепое извлечение сигнала.	ИНС для слепого разделения сигналов и изображений Студенты пишут, отлаживают и выполняют программы по теме занятия, указанной в разделе «Тема дисциплины».

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Традиционные нейронные сети	Традиционные нейронные сети. Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе. Студенты изучают источники литературы, статьи, интернет-ресурсы, составляют отчеты.
2	Глубокие нейронные сети	Сверточные нейронные сети Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе. Студенты изучают источники литературы, статьи, интернет-ресурсы, составляют отчеты.
3	Персептрон Розенблатта	Классификация с использованием персептрона, предложенного Фрэнком Розенблаттом, - однослойной нелинейной сети с пороговыми активационными функциями. Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе. Студенты изучают источники литературы, статьи, интернет-ресурсы, составляют отчеты.
5	Модель многослойного персептрона	Модель многослойного персептрона Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе. Студенты изучают источники литературы, статьи, интернет-ресурсы, составляют отчеты.



6	ИНС с кратковременной памятью	ИНС с кратковременной памятью. Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе. Студенты изучают источники литературы, статьи, интернет-ресурсы, составляют отчеты.
7	Модель нейрона и модель нейронной сети с РБФ.	Нейронные сети РБФ. Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе. Студенты изучают источники литературы, статьи, интернет-ресурсы, составляют отчеты.
8	Краткие сведения из теории регуляризации Тихонова.	Нейронные сети регуляризации Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе. Студенты изучают источники литературы, статьи, интернет-ресурсы, составляют отчеты.
9	Самоорганизующиеся карты Кохонена.	Самоорганизующиеся карты Кохонена (SOM). Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе. Студенты изучают источники литературы, статьи, интернет-ресурсы, составляют отчеты.
10	Рекуррентные нейронные сети	Программирование рекуррентных нейронных сетей Студенты изучают источники литературы, статьи, интернет-ресурсы, составляют отчеты.
11	Нейронные сети, основанные на теории информации.	Нейронные сети, основанные на теории информации. Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе. Студенты изучают источники литературы, статьи, интернет-ресурсы, составляют отчеты.
12	Слепое извлечение сигнала.	Выделение сигнала из смеси Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе. Студенты изучают источники литературы, статьи, интернет-ресурсы, составляют отчеты.
13	Нейронные сети, основанные на информации	Разделение изображений. Студенты изучают источники литературы, статьи, интернет-ресурсы, составляют отчеты.

## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, и лабораторных занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к выполнению контрольной работы;
- подготовка к Экзамену.

Залогом успешного освоения дисциплины является обязательное посещение лекционных и лабораторных занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На лабораторных занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется при выполнении заданий.

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

При подготовке к лекционным занятиям студенту необходимо:

- ознакомиться с соответствующей темой занятия;
- осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- изучить рекомендуемую рабочей программой литературу по данной теме.

При подготовке к лабораторным занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить лабораторные задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является экзамен. Экзамен проводится по расписанию. Форма проведения занятия может быть устная, письменная и в электронном виде. Студенты, не прошедшие аттестацию, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Традиционные нейронные сети	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2	Опрос, написание программ
2	Глубокие нейронные сети	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2	Опрос, написание программ
3	Персептрон Розенблатта	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2	Опрос, написание программ
4	Многослойный персептрон	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2	Опрос, написание программ

5	Модель многослойного персептрона	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2	Опрос, программ	написание
6	ИНС с кратковременной памятью	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2	Опрос, программ	написание
7	Модель нейрона и модель нейронной сети с РБФ.	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2	Опрос, программ	написание
8	Краткие сведения из теории регуляризации Тихонова.	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2	Опрос, программ	написание
9	Самоорганизующиеся карты Кохонена.	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2	Опрос, программ	написание
10	Рекуррентные нейронные сети	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2	Опрос	
11	Нейронные сети, основанные на теории информации.	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2	Опрос, программ	написание
12	Слепое извлечение сигнала.	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2	Опрос, программ	написание
13	Нейронные сети, основанные на информации	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2	Опрос, программирование	
14	Иная контактная работа	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2		
15	Экзамен	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2	Вопросы	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Тестовые задания

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенций ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-5.2)

Вариант 1

1. По каким принципам строятся искусственные нейронные сети?

а) В соответствии с принципами организации и функционирования биологических нейронных сетей

б) По принципам и правилам математической логики

в) В соответствии с принципами искусственного интеллекта и теории принятия решений

г) На основе принципов имитационного моделирования сложных систем и процессов

2. Кто и когда разработал когнитрон?

а) У. Маккалох (W. McCulloch) и У. Питтс (W. Pitts) в 1943 г.

б) Д. Хебб (D. Hebb) в 1949 г.

в) Ф. Розенблатт (F. Rosenblatt) в 1957 г.

г) К. Фукушима (K. Fukushima) в 1975 г.

3. Когда использование искусственной нейронной сети является целесообразным?

а)

• отсутствует алгоритм решения задачи или неизвестен принцип ее решения, но имеются экспериментальные данные ее решения;

• задача характеризуется большими объемами информации;

• данные неполны, зашумлены, избыточны или противоречивы;

б)

• отсутствует алгоритм решения задачи или неизвестен принцип ее решения, и нет экспериментальных данных ее решения;

• задача характеризуется незначительными объемами информации;

- данные неполны, зашумлены, избыточны или противоречивы;
- c)
- задача характеризуется большими объемами информации;
  - необходимо осуществить лингвистическую интерпретацию структуры сети и значений синаптических весов нейронной сети:

- данные неполны, зашумлены, избыточны или противоречивы;

d)

- задача характеризуется большими объемами информации;
- требуется объяснить результаты функционирования и моделирования;
- необходимо осуществить экспертное формирование базы знаний;

4. В какой последовательности осуществляется функционирование нейрона?

a) Во-первых, умножение сигналов на входах нейрона на весовые коэффициенты: во-вторых суммирование полученных результатов: в-третьих. нелинейное преобразование

b) Во-первых, суммирование сигналов на входах нейрона: во-вторых, их нормализация; в-третьих. нелинейное преобразование

c) Во-первых, нормализация сигналов на входах нейрона: во-вторых. их суммирование: в-третьих, нелинейное преобразование

d) Во-первых, умножение сигналов на входах нейрона на весовые коэффициенты: во-вторых. нелинейное преобразование полученных результатов: в-третьих, их суммирование

5. Какие типы нейронов в искусственной нейронной сети можно выделить в зависимости от выполняемых ими функций?

a)

- входные нейроны;
- промежуточные нейроны;
- выходные нейроны

b)

- синаптические нейроны;
- соматические нейроны;
- дендритные нейроны

c)

- нормализованные нейроны;
- активационные нейроны;
- неактивационные нейроны

d)

- возбуждающие нейроны;
- тормозящие нейроны;
- нейтральные нейроны

6. Какие существуют разновидности нейронных сетей с обратными связями?

a)

- монотонные;
- немонотонные;
- смешанные;

b)

- слабосвязанные;
- сильносвязанные;
- комбинированные;

c)

- слоисто-циклические;
- слоисто-полносвязанные;
- полносвязанно-слоистые

d)

- слоистые;
- частично-слоистые;

- неслоистые;

7. Какие основные типы искусственных нейронных сетей можно выделить с точки зрения принципа их действия?

a)

- формальные искусственные нейронные сети;
- релаксационные искусственные нейронные сети;
- искусственные нейронные сети, имитирующие свойства естественных нейронных сетей;

b)

- формальные искусственные нейронные сети;
- квазиформальные;
- неформальные;

c)

- гомогенные;
- гетерогенные;
- гибридные;

d)

- гомеостатические;
- самонастраивающиеся;
- эволюционирующие

8. Что доказывает Теорема Колмогорова-Арнольда?

a) Возможность построения многомерного отображения с помощью математических операций над не более чем двумя переменными

b) Представимость функции многих переменных достаточно общего вида с помощью двухслойной нейронной сети с прямыми полными связями с  $n$  нейронами входного слоя,  $(2n-1)$  нейронами скрытого слоя с заранее известными ограниченными функциями активации (например, сигмоидальными) и  $m$  нейронами выходного слоя с неизвестными функциями активации

c) Решаемость задачи представления функции произвольного вида на нейронной сети и указывает для каждой задачи минимальные числа нейронов сети, необходимых для ее решения

d) Представление многомерных функций многих переменных с использованием однородных двухслойных нейронных сетей с сигмоидальными передаточными функциями

9. Какова цель обучения с учителем искусственной нейронной сети?

a) Настроить параметры нейронов (синаптические веса и смещения) нейронной сети таким образом, чтобы обеспечить для входных сигналов получение требуемых выходных сигналов.

b) Изменить структуру и параметры нейронной сети таким образом, чтобы она стала адекватной структуре и параметрам решаемой задачи.

c) Обеспечить минимальную избыточность ИНС.

d) Осуществить установление устойчивых зависимостей между сохраняемыми в искусственной нейронной сети данными.

10. В чем выражается способность к обобщению искусственной нейронной сети?

a) Это способность нейронной сети делать точный прогноз на данных, не принадлежащих исходному обучающему множеству

b) Это возможность агрегирования исходных данных в нейронной сети для получения обобщенной оценки

c) Это способность нейронной генерировать новые гипотезы

d) Это способность нейронной сети увеличивать объем запоминаемой информации по результатам длительного обучения

11. Чем отличается сигнальный метод обучения Хебба от дифференциального?

a) В сигнальном методе обучения Хебба усиливаются веса связей между возбужденными нейронами, а в дифференциальном методе обучения Хебба более интенсивно изменяются веса связей, соединяющие нейроны, выходы которых наиболее динамично изменились.

b) В сигнальном методе обучения Хебба изменяются только веса смежных нейронов, а

в дифференциальном методе обучения Хебба - изменяются веса нейронов, непосредственно не связанных друг с другом.

с) В сигнальном методе обучения Хебба веса нейронов из соседних слоев изменяются попарно, а в дифференциальном методе обучения Хебба - изменяются веса сразу групп нейронов.

д) В сигнальном методе обучения Хебба изменяются веса нейронов одновременно всей сети, а в дифференциальном методе обучения Хебба - последовательно от слоя к слою.

## Вариант 2

1. Кто и когда предложил первую модель нейрона?

а) У. Маккалох (W. McCulloch) и У. Питтс (W. Pitts) в 1943 г.

б) Д. Хебб (D. Hebb) в 1949 г.

с) Ф. Розенблатт (F. Rosenblatt) в 1957 г.

д) Д. Хьюбел (D. Hubel) и Т. Визель (T. Wiesel) в 1959 г.

2. Кто и когда предложил нейросетевые модели, обучающейся без учителя на основе самоорганизации?

а) Д. Хебб (D. Hebb) в 1949 г.

б) Ф. Розенблатт (F. Rosenblatt) в 1957 г.

с) Т. Кохонен (T. Kohonen) в 1982 г.

д) К. Фукушима (K. Fukushima) в 1975 г.

3. В чем заключается задача кластеризации?

а) Задача кластеризации состоит в указании принадлежности входного образа, представленного вектором признаков, одному или нескольким предварительно определенным классам.

б) При решении задачи кластеризации отсутствует обучающая выборка с метками классов. Решение задачи кластеризации основано на установлении подобия образов и размещении близких образов в один кластер.

с) Задачей кластеризации является нахождение решения, которое удовлетворяет системе ограничений и максимизирует или минимизирует целевую функцию.

д) Задачей кластеризации является расчет такого входного воздействия, при котором система следует по желаемой траектории, диктуемой эталонной моделью.

4. Назовите несуществующую функцию активации нейрона

а) Номинальная

б) Сигмоидальная

с) Радиально-базисная

д) Квадратичная

5. Какие основные типы искусственных нейронных сетей можно выделить с точки зрения их топологии?

а)

• многослойные:

• полносвязные:

• слабосвязные

б)

• однослойные:

• двуслойные;

• многослойные

с)

• последовательные;

• параллельные:

• последовательно-параллельные

д)

• синхронные;

• асинхронные:

- комбинированные

6. Со сколькими нейронами в окрестности фон Неймана связан каждый нейрон слабосвязанной нейронной сети?

- a) 3
- b) 4
- c) 6
- d) 8

7. К какому типу искусственных нейронных сетей относится многослойный персептрон?

- a) К сетям без обратных связей
- b) К сетям с обратными связями
- c) К слоисто-циклическим сетям с обратными связями
- d) К полносвязно-слоистым сетям

8. К какой группе методов обучения искусственных нейронных сетей относится алгоритм обратного распространения ошибки (error back propagation)?

- a) Локальной оптимизации с вычислением частных производных первого порядка
- b) Локальной оптимизации с вычислением частных производных первого и второго порядка
- c) Стохастической оптимизации
- d) Глобальной оптимизации

9. В чем выражается эффект переобучения нейронной сети?

a) В чрезмерно точной подгонке выходных значений сети в случае слишком долгого ее обучения при условии, избыточно «мощной» сети

- b) В неспособности забывать накопленный опыт сети при ее повторном обучении
- c) В улучшении прогностических возможностей сети по результатам длительного обучения
- d) В увеличении зависимости от качества обучающей выборки в процессе обучения

10. В чем заключается суть алгоритма обучения без учителя т. Кохонена?

a) Минимизация разницы между входными сигналами нейрона, поступающими с выходов нейронов предыдущего слоя, и весовыми коэффициентами его синапсов

- b) Настройка параметров нейронов для усиления весов связей между возбужденными нейронами
- c) Быстрое синхронное изменение весов всех нейронов одновременно для всей сети.
- d) Возможность использования ограниченного количества входных сигналов для обучения без ухудшения качества обучения.

11. Каково назначение кросс-проверки нейронной сети?

a) Независимый контроль результата в ходе алгоритма.

b) Сравнение результатов обучения сети с различной структурой на одной и той же части выборки.

- c) Независимый контроль работы различных слоев нейронной сети.
- d) Независимый контроль работы различных слоев нейронной сети, так и отдельных нейронов.

Ключи к тесту - на кафедре.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;</li> <li>- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;</li> <li>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;</li> <li>- применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;</li> <li>- грамотно обосновывает ход решения задач;</li> <li>- безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;</li> <li>- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</li> </ul>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;</li> <li>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;</li> <li>- использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы;</li> <li>- владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий;</li> <li>- обосновывает ход решения задач без затруднений</li> </ul>



<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Определение нейронной сети. Модель нейрона. Варианты архитектуры нейронных сетей. Типы активационных функций. История развития нейронных сетей. Нейронные сети и системы искусственного интеллекта.

2. Многослойная нейронная сеть прямого распространения сигнала. Свойства многослойной сети. Модель нейрона. Обучение нейронной сети. Алгоритм обратного распространения локального градиента. Два прохода вычислений. Проверка правильности обучения нейронной сети. Перекрестная проверка, многократная перекрестная проверка. Упрощение структуры сети.

3. Задача классификации данных и традиционные методы ее решения. Метод опорных векторов для решения задачи разделения данных с помощью гиперплоскости. Метод опорных векторов, применяющий функцию ядра. Эффект спрямления пространства признаков. Преимущества и недостатки метода опорных векторов.

4. Основные понятия деревьев принятия решений. Задачи классификации и регрессии. Преимущества и недостатки деревьев принятия решений. Случайный лес, определение. Обработка данных с большим числом признаков и классов, особенности параллельной обработки и масштабируемость.

5. Проблема обработки изображений и видео. Представление данных в виде тензоров. Особенности тензоров и матриц. Представление многоканальных данных для подачи на вход

нейронной сети. Вычисление сверток со скользящим окном. Структура сверточной нейронной сети и функции слоев. Глубокие сверточные нейронные сети и их применение.

6. Определение метрики для вычисления расстояний. Виды метрик: метрика Евклида и метрика Махаланобиса. Определение нейронной сети, основанной на расстоянии. Варианты архитектуры сиамских нейронных сетей. Обоснование функции потерь. Метод обучения сиамских нейронных сетей. Примеры применения.

7. Глубокая ИНС с кратковременной памятью. ИНС с задержками по времени на входах нейронов. Глубокие рекуррентные нейронные сети. Нелинейная сеть авторегрессии с внешними входами. Рекуррентный многослойный персептрон.

8. Машинное обучение с подкреплением. Проблема управления движением робота. Обучение нейронных сетей с подкреплением. Агенты. Пассивный агент и его фиксированная стратегия. Агент, определяющий оптимальную стратегию.

9. ИНС на основе теории информации. ИНС на основе теории информации. Информация и энтропия. Каскадные нейронные сети, основанные на информации. Взаимная информация как целевая функция. Критерий максимума информации. Целевая функция. Активационная функция.

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Тестовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Какие задачи нельзя решить с помощью машинного обучения?

Классификацию

Регрессию

Моделирование

Определение причинно-следственных связей

2. Какие классы алгоритмов машинного обучения не используют?

Обучение с учителем

Обучение без учителя

Обучение с подкреплением

Все три приведенных выше верны

3. Как повысить качество работы алгоритма машинного обучения?

Сделать ошибку обучения как можно меньше

Сделать ошибку обобщения как можно меньше

Сократить разрыв между ошибками обучения и обобщения

Все три приведенные выше верны

4. Как лучше определить факт переобучения?

Модель не позволяет получить достаточно малую ошибку на обучающем наборе

Разрыв между ошибками обучения и тестирования слишком велик.

Разрыв между ошибками обучения и тестирования слишком мал.

Все три приведенные выше верны

5. Какие задачи не решают с помощью нейронных сетей?

Классификация

Кластеризация

Векторное квантование

Кластеризация методом k-средних

6. Как определить проклятие размерности

Сложность алгоритмов машинного обучения возрастает экспоненциально с увеличением числа переменных

Сложность алгоритмов машинного обучения возрастает пропорционально числу переменных

Сложность алгоритмов машинного обучения не зависит от числа переменных - в этом состоит преимущество машинного обучения

Нельзя оценить зависимость сложности машинного обучения от числа переменных

7. Какие типы активационных функций не применяются в нейронных сетях?

Пороговая активационная функция

Линейная активационная функция

Сигмоидная активационная функция

Синусоидальная активационная функция

8. Какие типы активационных функций наиболее целесообразно применять в глубоких сетях?  
 Ректифицированную линейную функцию  
 Сигмоидную активационную функцию

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

1. Многослойный персептрон для решения задач аппроксимации зависимости потребления энергии домохозяйствами от температуры воздуха в течение года
2. Многослойный персептрон для построения производственных кластеров в строительстве
3. Самоорганизующиеся сети Кохонена для упорядочения цветового разнообразия и сравнения зданий.
4. Самоорганизующиеся сети Кохонена для выделения производственных кластеров.
5. Глубокие сверточные сети для автоматического поиска зданий на изображении.
6. Глубокие сверточные сети для автоматической классификации зданий на изображениях.
7. Нейронные сети для автоматического поиска утечек тепла в зданиях города по ИК-изображении аэрофотосъемки.
8. Нейронные сети для автоматического определения освещенности город по изображении аэрофотосъемки.
9. Нейронные сети для поиска дефектов в строительных материалах.
10. Рекуррентные нейронные сети для предсказания изменения температуры в течение года
11. Рекуррентные нейронные сети для предсказания количества осадков в течение года
12. Рекуррентные нейронные сети для прогнозирования количества аккумулированной домохозяйствами электроэнергии, поступающей от солнечных батарей
13. Рекуррентные нейронные сети для прогнозирования количества аккумулированной домохозяйствами электроэнергии, поступающей от ветрогенератора
14. Нейронные сети для определения зависимости между солнечной активностью и температурой на поверхности Земли в нашем регионе
15. Рекуррентные нейронные сети для предсказания солнечной активности

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме Экзамена.

Экзамен проводится в форме собеседования.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
<p>знания</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>

<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Ростовцев В. С., Искусственные нейронные сети, Санкт-Петербург: Лань, 2019	ЭБС
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Барский А. Б., Введение в нейронные сети, Москва: Интернет- Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/52144.html">http://www.iprbookshop.ru/52144.html</a>
2	Горожанина Е. И., Нейронные сети, Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/75391.html">http://www.iprbookshop.ru/75391.html</a>
3	Барский А. Б., Логические нейронные сети, Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/52220.html">http://www.iprbookshop.ru/52220.html</a>
1	Криницкий Н. А., Миронов Г. А., Фролов Г. Д., Люстерник Л. А., Янпольский А. Р., Программирование, М.: Наука, 1966	ЭБС
2	Седов В. А., Седова Н. А., Введение в нейронные сети, Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/69319.html">http://www.iprbookshop.ru/69319.html</a>

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

### 8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Сайт компании MathWorks, выпускающей математический пакет MATLAB	<a href="https://www.mathworks.com/">https://www.mathworks.com/</a>

### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>
Периодические издания СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/">https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/</a>
Список сборников трудов и конференций в РИНЦ/eLIBRARY	<a href="https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf">https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf</a>
Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)	<a href="http://www2.viniti.ru">www2.viniti.ru</a>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Matlab версия R2019a	MATLAB договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты"
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
Microsoft Office 2016	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
47. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска маркерная белая эмалевая, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
47. Компьютерный класс	Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь), стол рабочий, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet.
47. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная аудитория для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска маркерная белая эмалевая, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.

47. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016
--	--

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.