


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета


 Юнаков Л. П.
 (подпись) ФИО
 « 31 » 05 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Направление/специальность подготовки	24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование и оценка эффективности ракетно-космических систем
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	10	4	144	51	0	0	51	93	0	18	75	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Маслов Александр Анатольевич, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

УК-1 — способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
ПСК-1.05 — способность вести поиск и внедрение перспективных технических решений и технологий при проектировании ракет и космических аппаратов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

УК-1

знания:

математические зависимости, позволяющие составлять математические модели, описывающие процессы, происходящие при эксплуатации изделий РКТ;

умения:

владеть методами составления и анализа моделей РКТ для поиска и принятия решений;;

навыки:

использования современных методов разработки систем поддержки принятия решений и экспертных систем с интеллектуальными возможностями;.

ПСК-1.05

знания:

принципы построения моделей функционирования изделий ракетно-космической техники (РКТ);;

умения:

способы построения моделей поиска и принятия решений;;

навыки:

использование нейро-сетевых технологий при решении инженерных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Практические занятия		УК-1	ПСК-1.05
5	10	Раздел 1. Модель нейрона и архитектура сети. 1.1. Модель нейрона. Простой нейрон. Структура и функционирование одиночного нейрона. Функция активации. Единичная с жёстким ограничением, сигмоидальная и линейная функции активации. Нейрон с векторным входом. 1.2 Архитектура нейронных сетей. Однослойные сети. Многослойные сети. Сети с прямой передачей сигнала. Возможности и области применения нейронных сетей. Технология решения задачи с использованием нейронной сети. Выбор архитектуры. Инициализация параметров. Обучение сети. Использование сети.	6	3	3	3	10	10
5	10	Раздел 2. Персептроны. Архитектура персептрона. Модель персептрона. Процедуры настройки параметров. Разделяющая линия. Ограничение линейной разделимости. Преодоление ограничения линейной разделимости. Обучение с учителем. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Пример использования персептрона.	14	4	4	10	10	10
5	10	Раздел 3. Линейные сети. Архитектура линейной сети. Создание модели линейной сети. Обучение линейной сети. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Поверхность ошибок. Построение поверхности ошибок. Ограничения возможностей линейной сети. Пример использования линейной сети.	14	4	4	10	10	10
5	10	Раздел 4. Радиальные базисные сети. Модель нейрона и архитектура сети. Функция активации радиального базисного нейрона. Параметр чувствительности нейрона. Создание сети. Радиальная базисная сеть с нулевой ошибкой. Итерационная процедура формирования сети. Пример использования сети. Исследование влияния параметра чувствительности нейрона на результаты работы сети. Формирование матрицы весов первого слоя. Рекомендации по выбору параметра чувствительности нейронных сетей. 4.2 Регрессионная нейронная сеть. Архитектура сети. Особенности функционирования. Формирование матрицы весов первого слоя. Пример использования. 4.3 Вероятностная нейронная сеть. Архитектура сети. Особенности функционирования. Формирование матрицы весов первого слоя. Формирование матрицы весов второго слоя. Цена ошибки классификации. Априорная вероятность. Функция плотности распределения вероятности. Метод Парцена. Пример использования сети.	30	10	10	20	20	20
5	10	Раздел 5. Самоорганизующиеся нейронные сети. Слой Кохонена. Архитектура сети. Особенности функционирования сети. Технология обучения без учителя. Пример использования. 5.2 Карта Кохонена. Архитектура сети. Особенности. Топология карты. Прямоугольная, гексагональная сетки и сетка со случайным расположением узлов. Функции для расчёта расстояний между узлами сетки. Понятие окрестности нейрона-победителя. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Связь координат центров кластеров в пространстве входов с матрицей весов. Пример использования одномерной карты Кохонена. Пример использования двумерной карты Кохонена. 5.3 LVQ-сети. Архитектура сети. Особенности. Создание сети. Пример использования сети для решения линейно-неразделимой задачи.	20	10	10	10	10	10
5	10	Раздел 6. Рекуррентные нейронные сети. 1 Сети Элмана. Архитектура сети. Наличие обратной связи. Пример решения задачи с использованием сети Элмана. 6.2 Проблемы с обучением сети, вызванные наличием обратной связи. 6.3 Сети Хопфилда. Архитектура сети. Особенности функционирования. Аттракторы. Объём памяти сети. Определение матрицы весов из обучающих данных. Пример использования сети.	30	10	10	20	20	20
5	10	Раздел 7. Применение нейронных сетей. Проблема пере- и недообучения нейронных сетей. Диагностика и исправление. Контрольное и тестирующие множества. Алгоритм обратного распространения ошибки. Масштабирование данных. Пре- и постобработка данных. Использование регрессионного анализа входных и целевых значений для оценки качества обучения сети. Пример анализа при решении задачи регрессии. 7.2 Детальное рассмотрение решения задачи распознавания с использованием двухслойной нейронной сети. Формат матрицы входов и целевой матрицы. Выбор числа нейронов по слоям. Этапы процесса обучения сети. Оценка качества работы сети.	30	10	10	20	20	20
Всего за 10 семестр			144	51	51	93	100	100
Всего по дисциплине			144	51	51	93	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Модель нейрона и архитектура сети.	Модель нейрона. Простой нейрон. Структура и функционирование одиночного нейрона. Функция активации. Единичная с жёстким ограничением, сигмоидальная и линейная функции активации. Нейрон с векторным входом. Архитектура нейронных сетей. Однослойные сети. Многослойные сети. Сети с прямой передачей сигнала. Возможности и области применения нейронных сетей. Технология решения задачи с	3

		использованием нейронной сети. Выбор архитектуры. Инициализация параметров. Обучение сети. Использование сети	
2	Раздел 2. Персептроны.	Архитектура персептрона. Модель персептрона. Процедуры настройки параметров. Разделяющая линия. Ограничение линейной разделимости. Преодоление ограничения линейной разделимости. Обучение с учителем. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Пример использования персептрона.	4
3	Раздел 3. Линейные сети.	Архитектура линейной сети. Создание модели линейной сети. Обучение линейной сети. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Поверхность ошибок. Построение поверхности ошибок. Ограничения возможностей линейной сети. Пример использования линейной сети	4
4	Раздел 4. Радиальные базисные сети.	Модель нейрона и архитектура сети. Функция активации радиального базисного нейрона. Параметр чувствительности нейрона. Создание сети. Радиальная базисная сеть с нулевой ошибкой. Итерационная процедура формирования сети. Пример использования сети. Исследование влияния параметра чувствительности нейрона на результаты работы сети. Формирование матрицы весов первого слоя. Рекомендации по выбору параметра чувствительности нейронов сети. Регрессионная нейронная сеть. Архитектура сети. Особенности функционирования. Формирование матрицы весов первого слоя. Пример использования. Вероятностная нейронная сеть. Архитектура сети. Особенности функционирования. Формирование матрицы весов первого слоя. Формирование матрицы весов второго слоя. Цена ошибки классификации. Априорная вероятность. Функция плотности распределения вероятности. Метод Парцена. Пример использования сети.	10
5	Раздел 5. Самоорганизующиеся нейронные сети.	Слой Кохонена. Архитектура сети. Особенности функционирования сети. Технология обучения без учителя. Пример использования. Карта Кохонена. Архитектура сети. Особенности. Топология карты. Прямоугольная, гексагональная сетки и сетка со случайным расположением узлов. Функции для расчёта расстояний между узлами сетки. Понятие окрестности нейрона-победителя. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Связь координат центров кластеров в пространстве входов с матрицей весов. Пример использования одномерной карты Кохонена. Пример использования двумерной карты Кохонена. LVQ-сети. Архитектура сети. Особенности. Создание сети. Пример использования сети для решения линейно-неразделимой задачи.	10
6	Раздел 6. Рекуррентные нейронные сети.	Сети Элмана. Архитектура сети. Наличие обратной связи. Пример решения задачи с использованием сети Элмана. Проблемы с обучением сети, вызванные наличием обратной связи. Сети Хопфилда. Архитектура сети. Особенности функционирования. Аттракторы. Объём памяти сети. Определение матрицы весов из обучающих данных. Пример использования сети.	10
7	Раздел 7. Применение нейронных сетей.	Проблема пере- и недообучения нейронных сетей. Диагностика и исправление. Контрольное и тестирующие множества. Алгоритм обратного распространения ошибки. Масштабирование данных. Пре- и постобработка данных. Использование регрессионного анализа входных и целевых значений для оценки качества обучения сети. Пример анализа при решении задачи регрессии. Детальное рассмотрение решения задачи распознавания с использованием двухслойной нейронной сети. Формат матрицы входов и целевой матрицы. Выбор числа нейронов по слоям. Этапы процесса обучения сети. Оценка качества работы сети.	10
Всего за 10 семестр			51

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Модель нейрона и архитектура сети.	Модель нейрона. Простой нейрон. Структура и функционирование одиночного нейрона. Функция активации. Единичная с жёстким ограничением, сигмоидальная и линейная функции активации. Нейрон с векторным входом. Архитектура нейронных сетей. Однослойные сети. Многослойные сети. Сети с прямой передачей сигнала. Возможности и области применения нейронных сетей. Технология решения задачи с использованием нейронной сети. Выбор архитектуры. Инициализация параметров. Обучение сети. Использование сети	3
2	Раздел 2. Персептроны.	Архитектура персептрона. Модель персептрона. Процедуры настройки параметров. Разделяющая линия. Ограничение линейной разделимости. Преодоление ограничения линейной разделимости. Обучение с учителем. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Пример использования персептрона.	10
3	Раздел 3. Линейные сети.	Архитектура линейной сети. Создание модели линейной сети. Обучение линейной сети. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Поверхность ошибок. Построение поверхности ошибок. Ограничения возможностей линейной сети. Пример использования линейной сети	10
4	Раздел 4. Радиальные базисные сети.	Модель нейрона и архитектура сети. Функция активации радиального базисного нейрона. Параметр чувствительности нейрона. Создание сети. Радиальная базисная сеть с нулевой ошибкой. Итерационная процедура формирования сети. Пример использования сети. Исследование влияния параметра чувствительности нейрона на результаты работы сети. Формирование матрицы весов первого слоя. Рекомендации по выбору параметра чувствительности нейронов сети. Регрессионная нейронная сеть. Архитектура сети. Особенности функционирования. Формирование матрицы весов первого слоя. Пример использования. Вероятностная нейронная сеть. Архитектура сети. Особенности функционирования. Формирование матрицы весов первого слоя. Формирование матрицы весов второго слоя. Цена ошибки классификации. Априорная вероятность. Функция плотности распределения вероятности. Метод Парцена. Пример использования сети.	20
5	Раздел 5. Самоорганизующиеся нейронные сети.	Слой Кохонена. Архитектура сети. Особенности функционирования сети. Технология обучения без учителя. Пример использования. Карта Кохонена. Архитектура сети. Особенности. Топология карты. Прямоугольная, гексагональная сетки и сетка со случайным расположением узлов. Функции для расчёта расстояний между узлами сетки. Понятие окрестности нейрона-победителя. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Связь координат центров кластеров в пространстве входов с матрицей весов. Пример использования одномерной карты Кохонена. Пример использования двумерной карты Кохонена. LVQ-сети. Архитектура сети. Особенности. Создание сети. Пример использования сети для решения линейно-неразделимой задачи.	10
6	Раздел 6. Рекуррентные нейронные сети.	Сети Элмана. Архитектура сети. Наличие обратной связи. Пример решения задачи с использованием сети Элмана. Проблемы с обучением сети, вызванные наличием обратной связи. Сети Хопфилда. Архитектура сети. Особенности функционирования. Аттракторы. Объём памяти сети. Определение матрицы весов из обучающих данных. Пример использования сети.	20
7	Раздел 7. Применение нейронных сетей.	Проблема пере- и недообучения нейронных сетей. Диагностика и исправление. Контрольное и тестирующие множества. Алгоритм обратного распространения ошибки. Масштабирование данных.	20

	Пре- и постобработка данных. Использование регрессионного анализа входных и целевых значений для оценки качества обучения сети. Пример анализа при решении задачи регрессии. Детальное рассмотрение решения задачи распознавания с использованием двухслойной нейронной сети. Формат матрицы входов и целевой матрицы. Выбор числа нейронов по слоям. Этапы процесса обучения сети. Оценка качества работы сети.	
Всего за 10 семестр		93

3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Анализ полученного задания. Формирование состава входных и целевых векторов. Создание на базе исходных данных матриц: входа и целевой. Написание соответствующей программы в среде Матлаб.	1 - 3	4
Этап 2. Выбор архитектуры нейронной сети. Обучение сети. При необходимости - корректировка архитектуры. Проверка адекватности работы сети на обучающем множестве. Регрессионный анализ выходов и целей. Проверка обобщающей способности сети. При необходимости - устранение проблем.	4 - 12	10
Этап 3. Написание пояснительной записки. Подготовка графического материала для пояснений при защите. Защита работы.	14 - 17	4
Всего за 10 семестр		18

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
10			ВРЗД		Отч. по ПЗ	ДР	Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ	ДР		Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ		ДР	Вопр.Диф.Зач, КР, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВРЗД – вопросы по разделу;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- КР – курсовая работа;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- курсовая работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Нейронные сети в Matlab. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 38 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. С. Медведев, В. Г. Потёмкин. . Нейронные сети. MATLAB 6. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002, 2 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbg.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1;
2. Microsoft Windows.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Практические занятия:

1. Matlab 2015a SP1;
2. Microsoft Windows.

6.2. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

УК-1 способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

ПСК-1.05 способность вести поиск и внедрение перспективных технических решений и технологий при проектировании ракет и космических аппаратов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с использованием нейронных сетей для исследовательских и расчетных работ.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- курсовая работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**51 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Модель нейрона и архитектура сети.		
Модель нейрона. Простой нейрон. Структура и функционирование одиночного нейрона. Функция активации. Единичная с жёстким ограничением, сигмоидальная и линейная функции активации. Нейрон с векторным входом. Архитектура нейронных сетей. Однослойные сети. Многослойные сети. Сети с прямой передачей сигнала. Возможности и области применения нейронных сетей. Технология решения задачи с использованием нейронной сети. Выбор архитектуры. Инициализация параметров. Обучение сети. Использование сети	В. С. Медведев, В. Г. Потёмкин. . Нейронные сети. MATLAB 6: М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002 (2) . Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1)	3
Итого по разделу 1		3
Раздел 2. Персептроны.		
Архитектура персептрона. Модель персептрона. Процедуры настройки параметров. Разделяющая линия. Ограничение линейной разделимости. Преодоление ограничения линейной разделимости. Обучение с учителем. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Пример использования персептрона.	В. С. Медведев, В. Г. Потёмкин. . Нейронные сети. MATLAB 6: М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002 (4) . Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (15)	10
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Линейные сети.		
Архитектура линейной сети. Создание модели линейной сети. Обучение линейной сети. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Поверхность ошибок. Построение поверхности ошибок. Ограничения возможностей линейной сети. Пример использования линейной сети	. Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017	10

	(7, 15) В. С. Медведев, В. Г. Потёмкин. . Нейронные сети. MATLAB 6: М.: ДИАЛОГ- МИФИ, 2002 (5)	
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Радиальные базисные сети.		
Модель нейрона и архитектура сети. Функция активации радиального базисного нейрона. Параметр чувствительности нейрона. Создание сети. Радиальная базисная сеть с нулевой ошибкой. Итерационная процедура формирования сети. Пример использования сети. Исследование влияния параметра чувствительности нейрона на результаты работы сети. Формирование матрицы весов первого слоя. Рекомендации по выбору параметра чувствительности нейронов сети. Регрессионная нейронная сеть. Архитектура сети. Особенности функционирования. Формирование матрицы весов первого слоя. Пример использования. Вероятностная нейронная сеть. Архитектура сети. Особенности функционирования. Формирование матрицы весов первого слоя. Формирование матрицы весов второго слоя. Цена ошибки классификации. Априорная вероятность. Функция плотности распределения вероятности. Метод Парцена. Пример использования сети.	. Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (5) В. С. Медведев, В. Г. Потёмкин. . Нейронные сети. MATLAB 6: М.: ДИАЛОГ- МИФИ, 2002 (6)	20
Итого по разделу 4		20
Раздел 5. . Самоорганизующиеся нейронные сети.		
Слой Кохонена. Архитектура сети. Особенности функционирования сети. Технология обучения без учителя. Пример использования. Карта Кохонена. Архитектура сети. Особенности. Топология карты. Прямоугольная, гексагональная сетки и сетка со случайным расположением узлов. Функции для расчёта расстояний между узлами сетки. Понятие окрестности нейрона-победителя. Геометрическая интерпретация процесса обучения. Связь координат центров кластеров в пространстве входов с матрицей весов. Пример использования одномерной карты Кохонена. Пример использования двумерной карты Кохонена. LVQ-сети. Архитектура сети. Особенности. Создание сети. Пример использования сети для решения линейно-неразделимой задачи.	В. С. Медведев, В. Г. Потёмкин. . Нейронные сети. MATLAB 6: М.: ДИАЛОГ- МИФИ, 2002 (7) . Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (6)	10
Итого по разделу 5		10
Раздел 6. Рекуррентные нейронные сети.		
Сети Элмана. Архитектура сети. Наличие обратной связи. Пример решения задачи с использованием сети Элмана. Проблемы с обучением сети, вызванные наличием обратной связи. Сети Хопфилда. Архитектура сети. Особенности функционирования. Аттракторы. Объём памяти сети. Определение матрицы весов из обучающих данных. Пример использования сети.	. Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (2, 3, 7, 15) В. С. Медведев, В. Г. Потёмкин. . Нейронные сети. MATLAB 6: М.: ДИАЛОГ- МИФИ, 2002 (8)	20
Итого по разделу 6		20

Раздел 7. Применение нейронных сетей.		
Проблема пере- и недообучения нейронных сетей. Диагностика и исправление. Контрольное и тестирующие множества. Алгоритм обратного распространения ошибки. Масштабирование данных. Пре- и постобработка данных. Использование регрессионного анализа входных и целевых значений для оценки качества обучения сети. Пример анализа при решении задачи регрессии. Детальное рассмотрение решения задачи распознавания с использованием двухслойной нейронной сети. Формат матрицы входов и целевой матрицы. Выбор числа нейронов по слоям. Этапы процесса обучения сети. Оценка качества работы сети.	. Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (2) В. С. Медведев, В. Г. Потёмкин. . Нейронные сети. MATLAB 6: М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002 (9)	20
Итого по разделу 7		20

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы по разделу;
- отчет по практическому заданию;
- курсовая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы по разделу

1. Архитектура простого нейрона?
 2. Вес и смещение?
 3. Функция активации?
 4. Типы функций активации?
 5. Архитектура нейрона с векторным входом?
 6. Что такое нейронная сеть?
 7. Архитектура нейронной сети?
 8. Размер весовой матрицы первого слоя?
 9. Размер весовой матрицы промежуточного слоя?
 10. Что значит обучить нейронную сеть?
 11. Технология решения задачи с использованием нейронной сети?
 12. Что такое - инициализация параметров сети?
 13. Что такое - настраиваемые параметры сети?
 14. Возможности нейронных сетей?
 15. Области применения нейронных сетей?
- Контроль - в форме беседы.
Правильный ответ на все вопросы - "отлично", на 10 вопросов - "хорошо", на 7 - "удовлетворительно".

Отчет по практическому заданию

Отчет должен содержать: титульный лист, постановку задачи, полученные результаты с поясняющими комментариями.
Защита отчета - в форме беседы, по результатам которой, отчет либо принимается, либо отправляется на доработку.

Курсовая работа

Общие требования к содержанию, структуре и оформлению курсовой работы изложены в Положении БГТУ СМК-П-4,2-12. Перечень тем курсовых работ входит в состав УМК дисциплины. В результате защиты курсового проекта (работы) студенту выставляется оценка: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно». В случае получения оценки «неудовлетворительно», курсовой проект (работа) возвращается студенту на доработку.
Защита - в устной форме. Оценка выставляется в зависимости от правильности ответов. Общими критериями оценки работы являются:
– актуальность темы курсового проекта (работы), соответствие содержания теме, полнота ее раскрытия;
– уровень осмысления теоретических вопросов и обобщения собранного материала, обоснованность и четкость сформулированных выводов;
– четкость структуры работы и логичность изложения материала, методологическая обоснованность исследования;
– комплексность методов исследования, применение современных технологий (в том числе информационных), их адекватность задачам исследования или разработки;

- владение научным стилем изложения, профессиональной терминологией, орфографическая и пунктуационная грамотность;
- обоснованность и ценность полученных результатов исследования (разработки) и выводов, возможность их применения в профессиональной деятельности выпускника;
- соответствие формы представления всем требованиям, предъявляемым к оформлению курсового проекта (работы);
- глубина и точность ответов на вопросы при устной защите курсового проекта (работы).

Вопросы к дифференцированному зачету

Перечень вопросов, выносимых на дифференцированный зачет.

1. Статические нейронные сети. Определение. Примеры.
2. Динамические нейронные сети. Определение. Примеры.
3. Прямая линия задержки. Определение. Назначение.
4. Архитектура персептрона. Пример использования.
5. Преодоление ограничений персептрона.
6. Архитектура линейной сети. Пример использования.
7. Что такое линейно-отделимая задача?
8. Поверхность ошибок. Геометрическая интерпретация процесса обучения сети.
9. Технология обучения «с учителем».
10. Архитектура радиальной базисной сети. Способы формирования сети. Пример использования.
11. Выбор параметра чувствительности радиального базисного нейрона. Пример.
12. Архитектура регрессионной нейронной сети. Пример использования.
13. Архитектура вероятностной нейронной сети. Пример использования.
14. Архитектура сети Кохонена. Пример использования.
15. Топология карты Кохонена.
16. Технология обучения «без учителя».
17. Архитектура LVQ-сети. Пример использования.
18. Архитектура сети Элмана. Пример использования.
19. Архитектура сети Хопфилда. Пример использования.
20. Архитектура «классической» сети Хопфилда. Особенности работы.
21. Технология обновления состояния нейрона в сети Хопфилда.
22. Переобучение нейронной сети. Контрольное и тестирующее множества.
23. Диагностика явления переобучения сети. Устранение переобучения.
24. Недообучение сети. Диагностика недообучения. Исправление ситуации при недообучении.
25. Алгоритм обратного распространения ошибки.
26. Масштабирование данных. Пре- и постобработка данных.
27. Использование регрессионного анализа входных и целевых значений для оценки качества обучения сети.
28. Пример анализа при решении задачи регрессии.
29. Решение задачи распознавания с использованием двухслойной нейронной сети.
30. Обучающее множество для решения задачи распознавания символов.
31. Архитектура нейронной сети для решения задачи распознавания символов.
32. Регуляризация. Назначение.
33. Способы улучшения обобщающей способности нейронной сети.
34. Структура объекта «нейронная сеть» в Matlab.

Дифференцированный зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Допуск к сдаче зачета при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой УМК дисциплины.

Задаются два вопроса из списка. Качество ответов оценивается преподавателем. Оценка выставляется с учетом, в том числе, активности студента в семестре при сдаче практических работ.

При правильном, полном ответе на оба вопроса - оценка: "отлично".

При неполном ответе на один из вопросов - "хорошо".

При ответе только на один вопрос - "удовлетворительно".

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Практические занятия		УК-1	ПСК-1.05	
5	10	Раздел 1. Модель нейрона и архитектура сети.	6	3	3	3	10	10	Вопросы по разделу
5	10	Раздел 2. Персептроны.	14	4	4	10	10	10	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 3. Линейные сети.	14	4	4	10	10	10	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 4. Радиальные базисные сети.	30	10	10	20	20	20	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 5. . Самоорганизующиеся нейронные сети.	20	10	10	10	10	10	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 6. Рекуррентные нейронные сети.	30	10	10	20	20	20	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 7. Применение нейронных сетей.	30	10	10	20	20	20	Отчет по практическому заданию, Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа
Всего за 10 семестр			144	51	51	93	100	100	
Всего по дисциплине			144	51	51	93	100	100	