

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 14.08.2023 13:42:36
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Радиосистемы и комплексы
управления»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»**
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

для подготовки специалистов

по направлению

11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»

по специализации

«Радиосистемы и комплексы управления»

Санкт-Петербург

2023

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. додцент А.И. Соколов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РС
10.03.2021, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФРТ, 20.04.2021, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФРТ
Обеспечивающая кафедра	РС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	5
Семестр	9
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	51
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	75
Всего (академ. часов)	144
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	5

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

В дисциплине «Нейронные сети и нейродинамические системы» обсуждаются особенности построения радиотехнических устройств на базе нейронных сетей. Рассматриваются области применения моделей нейронных сетей в радиотехнике: задачи обнаружения и классификации радиосигналов, задачи фильтрации и экстраполяции случайных процессов, нелинейное преобразование процессов и др.

SUBJECT SUMMARY

«NEURAL NETWORKS AND NEURAL DYNAMIC SYSTEMS»

In the discipline «Neural networks and neural dynamic systems» discusses the features of building radio engineering devices based on neural networks. Discusses the scope of neural network models in radio engineering challenges for detection and classification of radio signals, filtering tasks and extrapolation of random processes, nonlinear transformation processes, etc.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины -освоение особенностей построения радиотехнических устройств на базе нейронных сетей, применения моделей нейронных сетей в радиотехнике: задачи обнаружения и классификации радиосигналов, задачи фильтрации и экстраполяции случайных процессов, нелинейное преобразование процессов

2. Задачи дисциплины:

Изучение основных моделей нейронных сетей и нейродинамических систем.

Формирование умения использования нейронных сетей для решения радиотехнических задач.

Формирование навыков моделирования радиотехнических систем и устройств на базе техники нейронных сетей

3. Знание основных моделей нейронных сетей

4. Умение применить модели для решения радиотехнических задач

5. Формирование навыков моделирования систем и устройств на базе техники нейронных сетей

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Радиотехнические цепи и сигналы»

2. «Радиоавтоматика»

3. «Статистическая теория радиотехнических систем»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-4	Способен разрабатывать цифровые радиотехнические устройства на современной цифровой элементной базе с использованием современных пакетов прикладных программ
<i>ПК-4.1</i>	<i>Знает современный уровень микропроцессоров, микропроцессорных систем, программируемых логических интегральных схем и автоматизированных средств для разработки изделий на их основе</i>
<i>ПК-4.2</i>	<i>Умеет выбирать элементную базу для цифровых радиотехнических устройств</i>
<i>ПК-4.3</i>	<i>Владеет современными средствами разработки цифровых радиотехнических устройств</i>

3.4 Паспорт модуля

Дисциплина является частью модуля “Дисциплины специализации”. Модуль состоит из:

Код	Дисциплина	Тип	ЗЕТ
1	Оптимизация и обработка сигналов	Дисциплина	5
2	Современное проектирование цифровых устройств	Дисциплина	5
3	Автоматизированные радиоизмерительные комплексы	Дисциплина	5
4	Нейронные сети и нейродинамические системы	Дисциплина	4
5	Основы теории радиосистем и комплексов управления	Дисциплина	4
6	Морская радиолокация	Дисциплина	5
7	Испытания и моделирование радиотехнических систем и комплексов	Дисциплина	4
8	Прикладная статистическая радиофизика	Дисциплина	4

По каждой дисциплине в модуле проводится отдельная промежуточная аттестация, вопросы, примеры оценочных средств к ней и форма промежуточ-

ной аттестации указана в рабочей программе соответствующей дисциплины.

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1			
2	Модель нейрона	2	1		4
3	Архитектура НС	2			2
4	Обзор алгоритмов обучения НС Парадигмы обучения	4	1		4
5	Алгоритмы обучения	2	1		4
6	Моделирование НС в среде Matlab с использованием функций Neural Net-work Toolbox (NNT)	2	2		4
7	Решение задачи классификации с позиций нейробиологии	2	1		3
8	Псевдоинверсный и градиентный методы оценивания матрицы ассоциативной памяти	2	1		4
9	Перцептрон, обучение по методу коррекции ошибки. Максимально-правдоподобная оценка синаптических весов перцептрона	4	2		4
10	Адаптивные фильтры (АФ)	2			3
11	Алгоритмы адаптации по методу наименьших квадратов. Применение МНК-алгоритмов для обучения многомерного перцептрона	4	2		4
12	Градиентные алгоритмы адаптации и их использование для обучения НС	2	1		4
13	Многослойные нерекуррентные НС. Применение МНК-алгоритмов для обучения многослойной НС	4			4
14	НС на радиально-базовых функциях	2			3
15	Самоорганизующиеся НС, состязательное обучение	2	1		4
16	Техника LVQ (Learning Vector Quantization)	2	2		4
17	Обучение Хебба в самоорганизующихся НС	2	1		4
18	Информационно-теоретические модели самоорганизующихся систем	2			4
19	Нейродинамические системы	3	1		4
20	Рекуррентные инерционные НС	2			4
21	Модульно-экспертные НС	2			4
22	Заключение	1		1	
	Итого, ач	51	17	1	75
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Техника НС и ее применение. Концепция НС – новый подход к решению задач обработки сигналов и процессов. История развития и особенности техники НС.
2	Модель нейрона	Биологические и кибернетические системы. Разновидности нейронов и их строение. Модель нейрона, реализация. Системы обозначений: сигнальный и архитектурный граф НС.
3	Архитектура НС	Однослойные и многослойные НС. Рекуррентные и нереккуррентные НС. Решетчатые 1-мерные и многомерные НС. Основные рекомендации по выбору архитектуры НС. Обучение НС как процесс создания искусственной психики. Реализация логических функций «и», «или» и «хор» с помощью НС. Задача Красной Шапочки (пример задачи распознавания образов). Инерционные и безынерционные НС. НС с внешней и внутренней памятью. Проблема устойчивости НДС.
4	Обзор алгоритмов обучения НС Парадигмы обучения	Классификация НС по типу искусственной психики. Общие принципы (парадигмы) и алгоритмы обучения НС. Обучение с учителем, достоинства и недостатки, составные элементы. Пространственно-временной доступ к системе и кредит доверия. Обучение с предсказанием. Усиленное обучение, марковская модель процесса обучения, функция эволюции. Обучение без учителя. Понятие о самоорганизующихся системах, общий и частные принципы действия таких систем.
5	Алгоритмы обучения	Коррекция ошибки: основные положения теории адаптивной фильтрации, критерии обучения, дельта-правило Уидроу-Хоффа. Алгоритм Больцмана: основные положения термодинамики, понятие о функции энергии (функции Ляпунова), вероятностная модель нейрона. Алгоритм Хебба: основные положения нейробиологии, постулат Хебба и его математические трактовки (основной и модифицированный алгоритмы обучения Хебба). Состязательное обучение: особенности архитектуры состязательной НС.
6	Моделирование НС в среде Matlab с использованием функций Neural Network Toolbox (NNT)	Система обозначений, идеология ООП, поля и методы объекта – НС, синтаксис основных функций NNT
7	Решение задачи классификации с позиций нейробиологии	Ассоциативная память и матрица синаптических весов НС. Корреляционный метод обучения НС. Применение процедуры Грама–Шмидта, разложение Карунена–Лоэва. Дискретный вариант обобщенного разложения Карунена–Лоэва и его реализация с помощью функций NNT

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
8	Псевдоинверсный и градиентный методы оценивания матрицы ассоциативной памяти	Правило псевдообращения матриц и его использование для обучения НС. Сравнение с корреляционным методом. Алгоритмические и поисковые алгоритмы оценивания, градиентный метод оценивания матрицы ассоциативной памяти.
9	Перцептрон, обучение по методу коррекции ошибки. Максимально-правдоподобная оценка синаптических весов перцептрона	Адалина и перцептрон, их обучение, критерии обучения. Априорные данные о статистике стимулов, максимально-правдоподобная оценка и алгоритм обучения НС. Решение проблемы априорной неопределенности в случае обучения с учителем и без учителя
10	Адаптивные фильтры (АФ)	Структура и применение АФ. Схемы включения АФ. Решение задачи подавления переотражений и эхосигналов в системах связи. НС и адаптивные фильтры. Моделирование АФ с помощью функций NNT.
11	Алгоритмы адаптации по методу наименьших квадратов. Применение МНК-алгоритмов для обучения многомерного перцептрона	Оценка МНК – частный случай байесовской оценки, рекуррентная и нерекуррентная форма алгоритма. Разновидности МНК-алгоритма (с забыванием, в скользящем окне), потенциальные точностные характеристики. Обобщение байесовской оценки на случай нелинейной модели воздействия. Расширенный фильтр Калмана, линеаризация уравнения наблюдения.
12	Градиентные алгоритмы адаптации и их использование для обучения НС	Алгоритм градиентного спуска, методы сопряженного градиента, метод Ньютона, квазиньютоновские методы, метод стохастической аппроксимации; поддержка функций NNT.
13	Многослойные нерекуррентные НС. Применение МНК-алгоритмов для обучения многослойной НС	Архитектура НС, алгоритм обратного распространения ошибки и практические рекомендации по его использованию. Пример многослойной НС (хог – задача). Алгоритмы обучения выходного и скрытых слоев НС с пересчетом ошибок обучения, вычислительная сложность алгоритмов
14	НС на радиально-базовых функциях	Задача классификации линейно-и нелинейно-сепарабельных множеств. Теорема Кавера, основные положения теории интерполяции в многомерных пространствах. Реализация НС с помощью функций NNT.
15	Самоорганизующиеся НС, состязательное обучение	Состязательное обучение в 1-мерной и 2-мерной решетке нейронов. Релаксационное уравнение НС и его решение. Решение задачи классификации с помощью состязательной НС (алгоритм Кохонена). Реализация НС с помощью функций NNT.
16	Техника LVQ (Learning Vector Quantization)	Кластеризация множеств на подклассы и объединение их в классы. Особенности обучения. Поддержка функций NNT.
17	Обучение Хебба в самоорганизующихся НС	Модифицированное правило Хебба в задаче обучения НС без учителя. Аппаратный анализ принципиальных компонент входной выборки.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
18	Информационно-теоретические модели самоорганизующихся систем	Основные понятия теории Шеннона (и обозначения): количество информации, условная и взаимная информация, энтропия. Принцип сохранения максимальной информации в НС. Обобщение идеи топологического порядка, примеры.
19	Нейродинамические системы	Нейродинамические модели и их особенности: НС с внешней и внутренней памятью, TDNN-сети, модели нейрона с КИХ-и БИХ-фильтрами; особенности алгоритмов обучения. Задачи, решаемые НДС.
20	Рекуррентные инерционные НС	Проблема устойчивости, функция Ляпунова, решение проблемы в задачах адаптивной фильтрации. Концепции минимизации энергии и пошаговой минимизации функции стоимости. НС Хопфилда и BSB-модели, как примеры нелинейной ассоциативной памяти. Теорема Кохен-Гроссберга. Дискретная НС Хопфилда и ее реализация с помощью функций NNT.
21	Модульно-экспертные НС	Идеологические аспекты, архитектура модульных НС. Ассоциативная гауссовая модель. Иерархическая структура адаптивных экспертных НС. VLSI-технологии.
22	Заключение	Техника НС – эмпирическая альтернатива в решении радиотехнических и теле-коммуникационных задач

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Моделирование перцептрона в среде визуального моделирования Simulink	1
2. Моделирование и обучение перцептрона с помощью функций Neural Network Toolbox	2
3. Моделирование программируемого ФНЧ для коррекции АЧХ канала связи	2
4. Компенсация переотражений в канале связи	2
5. Задача 1-шагового прогноза	2
6. Решение задач классификации с помощью многослойной НС	2
7. Нелинейные преобразования с помощью многослойной НС	2
8. Классификация сигналов с помощью состязательной НС	2
9. Классификация сигналов с помощью техники LVQ	2
Итого	17

4.3 Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной

дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	34
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	18
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	18
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	5
ИТОГО СРС	75

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Терехов, Валерий Александрович. Нейросетевые системы управления : Учеб. пособие для вузов по специальности "Управление и информатика в техн. системах" и направлению "Автоматизация и управление" / В.А.Терехов, Д.В.Ефимов, И.Ю.Тюкин, 2002. -183 с.	82
2	Круглов, Владимир Васильевич. Искусственные нейронные сети. Теория и практика : монография / В.В.Круглов, В.В.Борисов, 2001. -382 с.	42
3	Соколов, Алексей Иванович. Нейронные сети и нейродинамические системы : электрон. учеб. изд. / А. И. Соколов, С. С. Чистякова, 2016. -1 эл. опт. диск (CD-ROM).	неогр.
Дополнительная литература		
1	Медведев, Владимир Степанович. Нейронные сети. MATLAB 6 : монография / В.С.Медведев, В.Г.Потемкин; Под. общ. ред. В.Г.Потемкина, 2002. - 489 с.	20
2	Добырн, Вадим Владиславович. Моделирование радиотехнических систем на ПЭВМ : Учеб. пособие / В.В.Добырн, Л.Я.Новосельцев, А.И.Соколов, 2001. -63 с.	122

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Все что нужно знать о нейронных сетях http://www.neural-networks.ru

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=14597>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Нейронные сети и нейродинамические системы» формой промежуточной аттестации является дифф. зачет. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

Дифференцированный зачет

Оценка	Количество баллов	Описание
Неудовлетворительно	0 – 15	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий
Удовлетворительно	16-23	теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практически навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки
Хорошо	24-35	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практически навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Отлично	36-42	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практически навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному

Особенности допуска

Для допуска к дифференцированному зачету студент должен посетить не менее 80% лекций, выполнить и защитить 9 лабораторных работ и написать на положительные оценки 4 контрольных работы. Оценка диф. зачета выставляется в соответствии с набранными баллами за контрольные работы. По результатам защит лабораторных работ студент может получить 2 бонусных балла к сумме баллов, полученных за контрольные работы.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Техника нейронных сетей: концепция, решаемые задачи, новый коммерческий продукт
2	Биологические и кибернетические системы
3	Нейрон и его информационная модель
4	Архитектура нейронной сети, рекомендации по ее выбору
5	Сигнальные графы нейронных сетей, реализующих простейшие логические функции
6	Общие принципы моделирования нейронных сетей средствами NNT, модель перцептрона (моделирование и обучение).
7	Нейронные сети и нейродинамические системы, решаемые задачи и особенности. Коррекция линейных искажений в канале связи
8	Иерархия нейронных сетей и обзор алгоритмов обучения
9	Корреляционный метод обучения нейронной сети (нейробиологический подход).
10	Псевдоинверсный метод обучения нейронной сети (нейробиологический подход).
11	Дискретный вариант обобщенного разложения Карунена-Лоэва
12	Градиентный метод обучения нейронной сети (нейробиологический подход).
13	Adaline и Персерptron, градиентные алгоритмы обучения
14	Использование метода максимального правдоподобия для обучения перцептрона. Проблема априорной неопределенности
15	Структура и применение адаптивных фильтров.
16	МНК-алгоритмы в теории адаптивной фильтрации.
17	Критерии оптимальности МНК-алгоритмов. Уравнение Винера-Хопфа и его роль в теории адаптивной фильтрации.
18	Применение МНК-алгоритмов для обучения 1-слойной нейронной сети.
19	Применение МНК-алгоритмов в задачах местоопределения.
20	Градиентные алгоритмы адаптации.

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольная работа № 1

1. Предложить алгоритм работы нейронной сети (НС), реализующей логическую функцию

Изобразить сигнальный, а также архитектурный граф НС.

2. Укажите достоинства и недостатки кибернетических и биологических систем.

3. С пространственно-корреляционных позиций дать обоснованный ответ на вопрос: в задаче Красной шапочки чей образ – волка или дровосека – ближе к образу бабушки?

4. Сколько эпох потребуется для обучения НС, реализующей логическую функцию «И», в соответствии с δ -правилом Уидроу-Хоффа, если порог $b = -1.5$ не меняется и подстраиваются только синаптические веса с нулевыми начальными условиями ($\mu=0.1$)?

5. Описать алгоритм работы классификатора рукописных цифр по правилу к ближайших соседей.

Контрольная работа № 2

1. Дана матрица $A = [2 \ 2 \ 0 \ 1 \ 4 \ 7; 5 \ 4 \ 0 \ 2 \ 4 \ 11; 9 \ 5 \ 0 \ 10 \ 4 \ 1; 5 \ 7 \ 8 \ 10 \ 5 \ 1; 7 \ 9 \ 8 \ 10 \ 7 \ 4; 7 \ 9 \ 7 \ 10 \ 7 \ 7; 5 \ 5 \ 7 \ 10 \ 9 \ 6; 4 \ 4 \ 7 \ 9 \ 9 \ 6; 9 \ 2 \ 5 \ 12 \ 5 \ 13; 9 \ 2 \ 3 \ 10 \ 5 \ 14; 7 \ 1 \ 3 \ 7 \ 2 \ 11; 7 \ 2 \ 3 \ 7 \ 5 \ 11; 2 \ 5 \ 1 \ 7 \ 9 \ 11; 2 \ 5 \ 0 \ 7 \ 9 \ 11; 2 \ 4 \ 3 \ 7 \ 7 \ 11; 2 \ 4 \ 3 \ 7 \ 5 \ 11];$

Столбцы матрицы A определяют фрагменты мелодий (нулю соответствует нота «до», единичный интервал – полутон).

1а) Определить (в общем виде) матрицу синаптических весов W нейронной сети (НС), выполняющей классификацию мелодий корреляционным методом.

1б) Как выбрать пороговые значения нейронов?

1в) Полезно ли преобразование стимулов (если да, то - какое)?

1г) Основная причина возникновения ошибки в реакции обученной НС?

2. Для исходных данных п.1: 2а) Определить (в общем виде) матрицу W для НС, выполняющей классификацию мелодий псевдоинверсным методом.

2б) Как выбрать пороговые значения нейронов?

2в) Полезно ли преобразование стимулов (если да, то - какое)?

2г) Псевдоинверсный метод является поисковым или алгоритмическим?

3. Для исходных данных п.1: 3а) Обосновать возможность (или нецелесообразность) применения оценок максимального правдоподобия для определения параметров НС, выполняющей классификацию мелодий

3б) Перечислить априорные данные, необходимые для построения таких оценок.

4. Для исходных данных п.1: 4а) Составить программу (MatLab) для обучения НС, выполняющей классификацию мелодий градиентным методом.

4б) как влияет длина мелодий на время обучения НС и к каким последствиям ведет укорочение мелодий?

4в) какая минимальная длина мелодий требуется для успешной классификации?

4г) как повлияет на классификацию мелодий расстройка музыкального инструмента (добавление ко всем элементам матрицы A константы C , $-1 < C < 1$)?

4д) как повлияет на классификацию мелодий смена тональности музыкальных фрагментов (добавление к столбцам матрицы A разных целых чисел)?

5. 5а) Описать структуру и параметры КИХ-фильтра, компенсирующего эффекты многолучевости телевизионного сигнала (1-кратное переотражение с коэффициентом затухания 0.3; разность хода радиосигналов 200 м). Погрешность компенсации < 1%.

5б) Какая схема включения адаптивного фильтра применяется в такой задаче при неизвестных характеристиках радиоканала?

Контрольная работа № 3

1. Принципиальное отличие фильтра Калмана и МНК-алгоритма?
2. В какой ситуации и для чего применяется итеративный МНК-алгоритм?
3. Записать алгоритм и определить последовательность весовых коэффициентов **рекуррентного** фильтра, оценивающего методом наименьших квадратов постоянную скалярную величину, наблюдаемую на фоне аддитивного белого шума.

4. Представить алгоритм фильтрации из п.3 в **нерекуррентной** форме (число измерений n).

5. Записать уравнение измерений и построить МНК-оценку параметров (положения d и скорости v) зашумленного (шум – $u(k)$) линейно-изменяющегося процесса: $x(k)=d+v*k*D_t+u(k)$ (имеется 5 измерений: $k=0,1,2,3,4$; интервал временной дискретизации D_t задан).

Контрольная работа № 4

1. Отличие функций обучения метода train: traingd и trainlm?
2. Принципиальное отличие локальных градиентов выходного и скрытого слоев при градиентном обучении многослойной НС?
3. Рекомендации по выбору коэффициентов сходимости при градиентном обучении многослойной НС?
4. Какие параметры (и как?) влияют на весовой коэффициент фильтра Кал-

мана?

5. Перечислить критерии оптимальности МНК-алгоритма.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Модель нейрона	
2	Архитектура НС	
3	Обзор алгоритмов обучения НС Парадигмы обучения	
4	Алгоритмы обучения	Контрольная работа
5	Алгоритмы адаптации по методу наименьших квадратов. Применение МНК-алгоритмов для обучения многомерного перцептрона	Коллоквиум
6	Градиентные алгоритмы адаптации и их использование для	
7	обучения НС	
8	Многослойные рекуррентные НС. Применение МНК-алгоритмов для обучения многослойной НС НС на радиально-базовых функциях Самоорганизующиеся НС, состязательное обучение	Контрольная работа
9	Техника LVQ (Learning Vector Quantization)	
10	Обучение Хебба в самоорганизующихся НС	Коллоквиум
11	Информационно-теоретические модели самоорганизующихся систем	
12	Нейродинамические системы	Контрольная работа
13	Рекуррентные инерционные НС	
14		
15		
16		Коллоквиум
17	Модульно-экспертные НС	Контрольная работа

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий) и написание 4 контрольных работ, по результатам которого студент получает допуск на экзамен. Каждая контрольная работа рассчитана на 1 академический час и содержит 5 вопросов. Правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 2 балла (неточный ответ оценивается в 1 балл). Оценка за контрольную работу равна сумме полученных баллов. Максимальная оценка за контрольную работу 10 баллов. Всего за 4 работы студент может получить 40 рейтинговых баллов.

на лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «НС и НДС» студент обязан выполнить 9 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждых 3 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 5, 10, 16 неделях, на которых осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется индивидуально (*в бригадах до 2 человек*). Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

Примеры контрольных вопросов приведены в критериях оценивания.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на экзамен. По результатам защиты лабораторных работ студент может получить до 2 бонусных баллов к своему рейтинговому баллу, полученному по результату контрольных работ.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

Оценка дифференцированного зачета выставляется в соответствии с рейтинговым баллом студента (п.6.1).

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска	
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест, оборудованных ПК – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше;
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА
1		РПД актуальна	29.03.2022 протокол № 3	В.К. Орлов	
2		РПД актуальна	26.04.2023 протокол № 2	В.К. Орлов	