

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Муромский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**
(МИ ВлГУ)

Кафедра *РТ*

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР
_____ Д.Е. Андрианов
_____ 21.05.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Нейронные сети

Направление подготовки

11.03.01 Радиотехника

Профиль подготовки

*Интеллектуальные радиоэлектронные
системы*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
3	144 / 4	16	16	16	1,6	0,25	49,85	94,15	Зач.
Итого	144 / 4	16	16	16	1,6	0,25	49,85	94,15	

Муром, 2024 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель преподавания учебной дисциплины – формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области нейронных сетей. В рамках поставленной цели задачи учебной дисциплины состоят в следующем:

- 1) обучение методам обработки данных с помощью нейронных сетей;
- 2) формирование практических умений и навыков работы нейронными сетями.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Изучение дисциплины "Нейронные сети" базируется на дисциплинах: "Математика" и "Теория вероятностей и математическая статистика" и является базой изучаемых студентами дисциплин "Цифровая обработка сигналов", "Применение нейросетевых технологий в интеллектуальных радиоэлектронных системах" и "Радиотехнические системы".

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-3 Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК-3.3 Решает задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации	Умеет решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации (ОПК-3.3)	Вопросы к устному опросу
	ОПК-3.1 Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации с соблюдением информационной безопасности	Знает информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации с соблюдением информационной безопасности (ОПК-3.1)	

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Линейная регрессия. Метод главных компонент	3	2	2	4					13	устный опрос
2	Нелинейная регрессия. Методы нелинейной оптимизации	3	2	2	4					11	устный опрос
3	Статические нейронные сети	3	2	2						12	устный опрос
4	Темпоральные нейронные сети прямого распространения	3	2	2						14	устный опрос
5	Нейронные сети с обратными связями	3	2	2	4					12	устный опрос
6	Распределённые нейронные сети	3	2	2						5	устный опрос
7	Построение нейросетевых моделей по разнородной информации	3	2	2	4					15	устный опрос
8	Применение нейронных сетей к конкретным задачам математической физики	3	2	2						12,15	устный опрос
Всего за семестр		144	16	16	16			1,6	0,25	94,15	Зач.
Итого		144	16	16	16			1,6	0,25	94,15	

4.1.2. Содержание дисциплины

4.1.2.1. Перечень лекций

Семестр 3

Раздел 1. Линейная регрессия. Метод главных компонент

Лекция 1.

Линейная регрессия. Метод главных компонент (2 часа).

Раздел 2. Нелинейная регрессия. Методы нелинейной оптимизации

Лекция 2.

Нелинейная регрессия. Методы нелинейной оптимизации (2 часа).

Раздел 3. Статические нейронные сети

Лекция 3.

Статические нейронные сети (2 часа).

Раздел 4. Темпоральные нейронные сети прямого распространения

Лекция 4.

Темпоральные нейронные сети прямого распространения (2 часа).

Раздел 5. Нейронные сети с обратными связями

Лекция 5.

Нейронные сети с обратными связями (2 часа).

Раздел 6. Распределённые нейронные сети

Лекция 6.

Распределённые нейронные сети (2 часа).

Раздел 7. Построение нейросетевых моделей по разнородной информации

Лекция 7.

Построение нейросетевых моделей по разнородной информации (2 часа).

Раздел 8. Применение нейронных сетей к конкретным задачам математической физики

Лекция 8.

Применение нейронных сетей к конкретным задачам математической физики (2 часа).

4.1.2.2. Перечень практических занятий

Семестр 3

Раздел 1. Линейная регрессия. Метод главных компонент

Практическое занятие 1

Линейная регрессия. Метод главных компонент (2 часа).

Раздел 2. Нелинейная регрессия. Методы нелинейной оптимизации

Практическое занятие 2

Нелинейная регрессия. Методы нелинейной оптимизации (2 часа).

Раздел 3. Статические нейронные сети

Практическое занятие 3

Статические нейронные сети (2 часа).

Раздел 4. Темпоральные нейронные сети прямого распространения

Практическое занятие 4

Темпоральные нейронные сети прямого распространения (2 часа).

Раздел 5. Нейронные сети с обратными связями

Практическое занятие 5

Нейронные сети с обратными связями (2 часа).

Раздел 6. Распределённые нейронные сети

Практическое занятие 6

Распределённые нейронные сети (2 часа).

Раздел 7. Построение нейросетевых моделей по разнородной информации

Практическое занятие 7

Построение нейросетевых моделей по разнородной информации (2 часа).

Раздел 8. Применение нейронных сетей к конкретным задачам математической физики

Практическое занятие 8

Применение нейронных сетей к конкретным задачам математической физики (2 часа).

4.1.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 3

Раздел 1. Линейная регрессия. Метод главных компонент

Лабораторная 1.

Метрики качества задач классификации (4 часа).

Раздел 2. Нелинейная регрессия. Методы нелинейной оптимизации

Лабораторная 2.

Предобработка данных. Отбор признаков (4 часа).

Раздел 5. Нейронные сети с обратными связями

Лабораторная 3.

Функции ошибок в машинном обучении (4 часа).

Раздел 7. Построение нейросетевых моделей по разнородной информации

Лабораторная 4.

Алгоритмы кластеризации (4 часа).

4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Метод главных компонент.
2. Авторегрессия. Схема «Гусеница» для прогнозирования временного ряда.
3. Нелинейный фильтр Калмана.
4. Последовательные алгоритмы сглаживания данных.
5. Кластерный анализ. Сети Кохонена и Гроссберга.
6. Сети с радиальными базисными функциями.
7. Динамическая кластеризация и сети Кохонена.
8. RBF-сети с временными задержками.
9. Сети Элмана и их обобщение.
10. Сети адаптивного резонанса.
11. Обучение распределённых нейронных сетей.
12. Нейросетевые решения дифференциальных уравнений с частными производными.
13. Многорядные дифференциальные уравнения.
14. Нейросетевая модель температурного поля для интервального коэффициента теплопроводности.
15. 8.9. Решение коэффициентных обратных задач математической физики с помощью сетей радиальных базисных функций.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

Не планируется.

4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

4.2 Форма обучения: заочная

Уровень базового образования: среднее профессиональное.

Срок обучения 3г 6м.

Семестр	Трудоем- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контак- тная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оп.)
3	144 / 4	4	4	4	2	0,5	14,5	125,75	Зач.(3,75)
Итого	144 / 4	4	4	4	2	0,5	14,5	125,75	3,75

4.2.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Линейная регрессия. Метод главных компонент	3	2		4					17	устный опрос
2	Нелинейная регрессия. Методы нелинейной оптимизации	3								16	устный опрос
3	Статические нейронные сети	3		2						18	устный опрос
4	Темпоральные нейронные сети прямого распространения	3	2							14	устный опрос
5	Нейронные сети с обратными связями	3		2						17	устный опрос
6	Распределённые нейронные сети	3								9	устный опрос
7	Построение нейросетевых моделей по разнородной информации	3								18	устный опрос
8	Применение нейронных сетей к конкретным	3								16,75	устный опрос

	задачам математической физики										
Всего за семестр	144	4	4	4	+		2	0,5	125,75	Зач.(3,75)	
Итого	144	4	4	4			2	0,5	125,75	3,75	

4.2.2. Содержание дисциплины

4.2.2.1. Перечень лекций

Семестр 3

Раздел 1. Линейная регрессия. Метод главных компонент

Лекция 1.

Линейная регрессия. Нелинейная регрессия. Статические нейронные сети (2 часа).

Раздел 4. Темпоральные нейронные сети прямого распространения

Лекция 2.

Темпоральные нейронные сети прямого распространения. Нейронные сети с обратными связями. Распределённые нейронные сети (2 часа).

4.2.2.2. Перечень практических занятий

Семестр 3

Раздел 3. Статические нейронные сети

Практическое занятие 1.

Статические нейронные сети (2 часа).

Раздел 5. Нейронные сети с обратными связями

Практическое занятие 2.

Нейронные сети с обратными связями (2 часа).

4.2.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 3

Раздел 1. Линейная регрессия. Метод главных компонент

Лабораторная 1.

Метрики качества задач классификации (4 часа).

4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Метод главных компонент.
2. Авторегрессия. Схема «Гусеница» для прогнозирования временного ряда.
3. Нелинейный фильтр Калмана.
4. Последовательные алгоритмы сглаживания данных.
5. Кластерный анализ. Сети Кохонена и Гроссберга.
6. Сети с радиальными базисными функциями.
7. Динамическая кластеризация и сети Кохонена.
8. RBF-сети с временными задержками.
9. Сети Элмана и их обобщение.
10. Сети адаптивного резонанса.
11. Обучение распределённых нейронных сетей.
12. Нейросетевые решения дифференциальных уравнений с частными производными.
13. Многорядные дифференциальные уравнения.
14. Нейросетевая модель температурного поля для интервального коэффициента теплопроводности.

15. 8.9. Решение коэффициентных обратных задач математической физики с помощью сетей радиальных базисных функций.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

1. 1. Биологические аспекты нервной деятельности. Биологический нейрон.
2. 2. Биологические аспекты нервной деятельности. Нейронные сети.
3. 3. Биологические аспекты нервной деятельности. Биологическая изменчивость и обучение нейронных сетей.
4. 4. Формальный нейрон Маккалока-Питтса.
5. 5. Персептрон Розенблатта. Теорема об обучении персептрона.
6. 6. Персептронная представляемость.
7. 7. Линейная разделимость. Преодоление проблемы линейной разделимости.
8. 8. Обучение с учителем: классификация образов.
9. 9. Обучение с учителем: аппроксимация многомерных функций.
10. 10. Алгоритм обратного распространения ошибки.
11. 11. Проблемы обучения: ошибка аппроксимации; переобучение; ошибка, связанная со сложностью модели.
12. 12. Оптимизация размера сети.
13. 13. Адаптивная оптимизация архитектуры сети. Валидация обучения. Ранняя остановка обучения.
14. 14. Прореживание связей.
15. 15. Обучение без учителя: Структура слоя Кохоненна. Структура слоя Гроссберга.
16. 16. Обучение слоя Кохоненна. Предварительная обработка входных векторов. Выбор начальных значений весовых векторов. Статистические свойства обученной сети.
17. 17. Сети с обратными связями.
18. 18. Нейродинамика в модели Хопфилда.
19. 19. Правило обучения Хебба.
20. 20. Ассоциативность памяти и задача распознавания образов.
21. 21. Сеть Хемминга.

4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении практических работ применяется имитационный или симуляционный подход. Шаги решения задач студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. В дальнейшем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Барский, А. Б. Введение в нейронные сети : учебное пособие / А. Б. Барский. — 4-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 357 с. — ISBN 978-5-4497-2381-9. - <https://www.iprbookshop.ru/133929.html>
2. Павлова, А. И. Искусственные нейронные сети : учебное пособие / А. И. Павлова. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 190 с. — ISBN 978-5-4497-1165-6. - <https://www.iprbookshop.ru/108228.html>

7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Вакуленко, С. А. Нейронные сети : учебное пособие / С. А. Вакуленко, А. А. Жихарева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 110 с. - <https://www.iprbookshop.ru/102447.html>

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института (www.mivlgu.ru/iop), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочная социальная сеть радиотехников и электроников www.umup.ru/

Радиотехнический сайт RADIOTRACT. Радиотехника и электроника для разработчиков и радиолюбителей http://radiotract.ru/link_sprav.html

Радиотехнические системы <http://rateli.ru/>

Программное обеспечение:

Не предусмотрено.

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

iprbookshop.ru

umup.ru

radiotract.ru

rateli.ru

mivlgu.ru/iop

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатория сигнальных процессоров и цифровой обработки сигналов

Стенд НТЦ-02.58 «Основы цифровой электроники и микропроцессорной техники»; стенд «Микропроцессорная техника» - 2 шт.; рабочая станция HP Core 2 DUO, 3 GHz; 2 GB, DVD-RW/HP 19" - 7 шт.; сигнальный микроконтроллер серии «Мультикор» MC24EM; сигнальный микропроцессор серии «Мультикор» MC12EM; интерактивная доска IQ Board PS S080 с проектором Acer; коммутатор 3 COM.

9. Методические указания по освоению дисциплины

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. Занятия проводятся в компьютерном классе, используя специальное программное обеспечение. Каждой подгруппе обучающихся преподаватель выдает задачу, связанную с разработкой и программной реализацией

алгоритмов обработки информации. В конце занятия обучающие демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Лабораторная работа проводится в компьютерном классе. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу компьютерного моделирования в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в классе на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *11.03.01 Радиотехника* и профилю подготовки *Интеллектуальные радиоэлектронные системы*

Рабочую программу составил *к.т.н., доцент Жиганов С.Н.* _____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *РТ*

протокол № 16 от 15.05.2024 года.

Заведующий кафедрой *РТ* _____ *Ромашов В.В.*

(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

протокол № 9 от 17.05.2024 года.

Председатель комиссии ФИТР _____ *Рыжкова М.Н.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине
Нейронные сети**

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости
по дисциплине**

Вопросы для устного опроса:

1. Нейронные сети: история создания и основные положения
2. Многослойный персептрон: алгоритм работы и методы обучения
3. Обучение без учителя
4. Обучение с учителем
5. RBF - сети
6. Рекуррентные нейронные сети
7. Архитектура сверточной нейронной сети
8. Алгоритм работы сверточной нейронной сети
9. Теория распознавания образов. Подходы к распознаванию образов
10. Обучение с подкреплением
11. Q - обучение
12. Адаптивные критики
13. Системы с подкреплением для глубокого обучения
14. Варианты применения сверточных нейронных сетей
15. Нейронная сеть Элмана
16. Нейронная сеть Джордана

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	Устный опрос 2 вопроса 2 задачи	25
Рейтинг-контроль 2	Устный опрос 2 вопроса 2 задачи	25
Рейтинг-контроль 3	Устный опрос 2 вопроса 2 задачи	25
Посещение занятий студентом	Журнал	10
Дополнительные баллы (бонусы)	Активность работы	5
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы	2-3 вопроса из перечня тем самостоятельной работы	10

2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Методические материалы для проведения промежуточных аттестаций приведены в

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i>Уровень сформированности компетенций</i>
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<i>Высокий уровень</i>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом 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	<i>Продвинутый уровень</i>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<i>Пороговый уровень</i>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<i>Компетенции не сформированы</i>

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

ОПК-3:

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в приложении 1

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=32&cat=24954%2C558&qpage=0&category=24953%2C558&qbshowtext=0&recurse=0&recurse=1&showhidden=0>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.