

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета экономики, менеджмента и
информационных технологий



/ Баркалов С.А./

31 августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Нейронные сети и системы машинного обучения»

Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика

Профиль Прикладная информатика в экономике цифрового общества

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2021

Автор программы
Заведующий кафедрой
Систем управления и
информационных
технологий в
строительстве

К.А.Маковий

Е.Н.Десятирикова

Руководитель ОПОП

Н.Г. Аснина

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

изучение студентами теоретических и практических основ использования нейросетевых технологий при проектировании и эксплуатации автоматизированных систем, изучение методов моделирования искусственных нейронных сетей, построения и анализа нейросетевых моделей при решении слабоформализованных задач прогнозирования, классификации и управления.

1.2. Задачи освоения дисциплины

формирование у студентов целостного представления о роли и месте нейросетевых технологий в общем цикле проектирования и эксплуатации информационных систем;

- изучение теоретических основ моделирования искусственных нейронных сетей для решения слабоформализованных задач управления, проектирования и обработки информации;

- изучение математических моделей обучения искусственных нейронных сетей как методологической основы их функционирования;

ознакомление с основными тенденциями в развитии элементной базы вычислительной техники с точки зрения возможности использования нейросетевого логического базиса

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Нейронные сети и системы машинного обучения» относится к дисциплинам блока ФТД.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Нейронные сети и системы машинного обучения» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ПК-1 - Способен проводить обследование организаций, выявлять информационные потребности пользователей, разрабатывать требования и осуществлять проектирование программного обеспечения.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	знать принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач
	уметь анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности
	владеть навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами

	принятия решений
ПК-1	знать принципы разработки технического проекта
	уметь составлять требования к техническому решению проекта
	владеть навыками сборки и интеграции проекта

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Нейронные сети и системы машинного обучения» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	18	18
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	8	8
В том числе:		
Лекции	2	2
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
Самостоятельная работа	60	60
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные положения теории искусственных нейронных сетей	Классы задач, решаемых искусственными нейронными сетями. Биологические нейронные сети. Структура и свойства	6	12	6	24

		искусственного нейрона. Классификация нейронных сетей и их свойства. Постановка и возможные пути решения задачи обучения нейронных сетей				
2	Математические модели формирования настройки и обучения искусственных нейронных сетей.	Многослойная нейронная сеть и алгоритм обратного распространения ошибки. Переобучение и обобщение. Модель однослойного персептрона. Проблема «исключающее ИЛИ» и пути ее решения. Обучение нейронных сетей как многокритериальная задача оптимизации. Сравнительный анализ алгоритмов обучения нейронных сетей.	6	12	6	24
3	Особенности аппаратной и программной реализации нейрокомпьютинга	Элементная база нейрокомпьютеров. Классы программных продуктов, реализующих технологию нейровычислений	6	12	6	24
Итого			18	36	18	72

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные положения теории искусственных нейронных сетей	Классы задач, решаемых искусственными нейронными сетями. Биологические нейронные сети. Структура и свойства искусственного нейрона. Классификация нейронных сетей и их свойства. Постановка и возможные пути решения задачи обучения нейронных сетей	2	2	20	24
2	Математические модели формирования настройки и обучения искусственных нейронных сетей.	Многослойная нейронная сеть и алгоритм обратного распространения ошибки. Переобучение и обобщение. Модель однослойного персептрона. Проблема «исключающее ИЛИ» и пути ее решения. Обучение нейронных сетей как многокритериальная задача оптимизации. Сравнительный анализ алгоритмов обучения нейронных сетей.	-	2	20	22
3	Особенности аппаратной и программной реализации нейрокомпьютинга	Элементная база нейрокомпьютеров. Классы программных продуктов, реализующих технологию нейровычислений	-	2	20	22
Итого			2	6	60	68

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Разработка программных средств проектирования основных нейросетевых конфигураций
2. Решение задач распознавания образов на основе нейросетевых моделей обработки информации
3. Решение неформализованных задач прогнозирования и классификации на основе нейросетевых моделей обработки информации
4. Производство знаний на основе интеллектуального анализа данных

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-1	знать принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач	Выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности	Выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений	Выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1	знать принципы разработки технического проекта	Выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь составлять требования к техническому решению проекта	Выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками сборки и интеграции проекта	Выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре

для очной формы обучения, 7 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
УК-1	знать принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-1	знать принципы разработки технического проекта	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь составлять требования к техническому решению проекта	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками сборки и интеграции проекта	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Задачи, какого типа решаются искусственными нейронными сетями (ИНС)?

формализованные

неформализованные

условно-неопределенные

детерминированные

2. Задача распознавания буквенных образов относится к классу задач...

категоризации

классификации

идентификации оптимизации

3. Какая из перечисленных функций активации осуществляет нелинейное преобразование?

треугольная

сигмоидальная

пороговая

дельта-функция

4. Модель искусственного нейрона реализует:

скалярную функцию векторного аргумента

матричное описание скалярного преобразования табличное задание непрерывной функции

все перечисленные функции

5. Какой из классов задач не решается с помощью математического аппарата ИНС?

распознавание образов прогнозирование

решение дифференциальных уравнений

кластеризация

6. Что не входит в состав нейрона умножители

делители

сумматор

нелинейный преобразователь

7. Логистическая передаточная функция называется

гиперболоид

сигмоид

андроид

логистик

8. При решении каких задач отсутствует обучающая выборка с метками классов?

Классификации

Идентификация

Кластеризация

прогнозирование

9. Какой из этапов при формировании ИНС является первоочередным?

подбор весов сети
выбор архитектуры сети
интерпретация результата обучение

10. Что составляет основу ИНС?

выходные нейроны
промежуточные нейроны
входные нейроны
вербальные нейрон

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. ИНС, в которых каждый нейрон передает свой выходной сигнал остальным нейронам, в том числе самому себе называются:

Слабосвязными
Многослойными
Полносвязными
синхронными

3. Искусственная нейронная сеть Элмана относится к:

монотонным ИНС
ИНС без обратных связей
ИНС с обратными связями
многослойным

3. ИНС, оперирующие двоичными сигналами называются: аналоговыми

бинарными
синхронными
асинхронными

4. Что называется обучающей выборкой?

методика обучения ИНС
совокупность обучающих примеров «вход»-«выход»
выборочный набор правильных ответов
совокупность правил обучения

5. Какие параметры настраиваются в процессе обучения ИНС? параметры обучающей выборки

весовые коэффициенты
входные параметры
структура ИНС

6. Градиентный алгоритм оптимизации (обучения ИНС) относится к:

алгоритмам локальной оптимизации первого порядка
стохастическим алгоритмам оптимизации

алгоритмам глобальной оптимизации
алгоритмам локальной оптимизации второго порядка

7. Какой группе обучающих оптимизационных алгоритмов соответствует метод Монте-Карло?

алгоритмам локальной оптимизации первого порядка
стохастическим алгоритмам оптимизации
алгоритмам глобальной оптимизации
алгоритмам локальной оптимизации второго порядка

8. Для обучения каких ИНС используется алгоритм обратного распространения ошибки?
однослойных сетей всех видов сетей
многослойных сетей с последовательными связями
сетей с обратными связями

9. К какой группе относится алгоритм обратного распространения ошибки:

без учителя
с учителем
смешанной
ни к одной из перечисленных

10. Алгоритмы обучения, в которых подстройка весов представляет собой жесткую последовательность действий называются:

стохастическими
детерминированными
синхронными
асинхронными

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Какого правила обучения ИНС не существует:

Куна-Такера
Больцмана
Хебба
все перечисленные существуют

2. При каком правиле обучения ИНС для коррекции весов используется параметр разности между действительным и желаемым значениями выходов сети?

соревновательное обучение
правило Хебба
правило Больцмана
коррекция по ошибке

3. Циклы алгоритма обратного распространения ошибки

называются:

периодами
эпохами
эрами
моментами

4. К какой группе относится алгоритм обучения Кохонена:

без учителя
с учителем
смешанной
ни к одной из групп

5. Правило «победитель забирает все» соответствует:

алгоритму Жордана
алгоритму Кохонена
алгоритму Хебба
алгоритму Элмана

6. Число входов ИНС при решении задачи прогнозирования соответствует:

ширине прогнозирования
длине прогнозирования
глубине прогнозирования
высоте прогнозирования

7. Функции, которые не реализуются однослойной нейронной сетью называются

линейно зависимыми
линейно ориентированными
линейно неразделимыми
нелинейными

8. Какие модели ИНС объединены в ИНС встречного распространения?

Шульмана и Элберга
Кохонена и Гроссберга
Хопфилда и Хемминга
Больцмана и Хебба

9. Какое правило остановки обучения может использоваться при обучении ИНС по алгоритму обратного распространения ошибки:

число пройденных эпох
ошибка перестала уменьшаться
ошибка достигла некоторого уровня малости
все перечисленные

10. *Переобучение ИНС - это...*

слишком длительное обучения ИНС

близкая аппроксимация в процессе обучения

заикливание процесса обучения

явление недостатка обучающих примеров в обучающей выборке

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. *Основные классы задач, решаемые искусственными нейронными сетями (ИНС).*
2. *Биологический нейрон как прототип искусственного нейрона.*
3. *Математическая модель искусственного нейрона.*
4. *Функции активации.*
5. *Постановка задачи распознавания буквенных образов в терминах ИНС.*
6. *Основные этапы построения и реализации ИНС.*
7. *Обобщённая структура ИНС*
8. *Топологии ИНС*
9. *Многослойные сети. Классификация многослойных ИНС.*
10. *Классификация ИНС по различным признакам.*
11. *Математическая постановка решения слабоформализованных задач в терминах ИНС.*
12. *Оценка количества нейронов и синаптических весов в скрытых слоях.*
13. *Обучение ИНС. Общая схема процесса обучения ИНС.*
14. *Правила обучения ИНС.*
15. *Оптимизационный характер обучения ИНС. Основные алгоритмы оптимизации*
16. *Алгоритм обратного распространения ошибки. Общее описание.*
17. *Геометрическая интерпретация алгоритма обратного распространения ошибки.*
18. *Переобучение и обобщение.*
19. *Обучение без учителя. Алгоритм Кохонена.*
20. *Геометрическая интерпретация алгоритма обучения Кохонена.*
21. *ИНС встречного распространения.*
22. *Нейросетевое программное обеспечение. Нейроэмуляторы.*
23. *Нейрокомпьютеры и их место среди высокопроизводительных ЭВМ.*
24. *Схема абстрактного нейрокомпьютера.*
25. *Компоненты нейрокомпьютеров.*
26. *Элементная база нейрокомпьютеров. Нейрочипы.*
27. *Области применения нейросетевых технологий.*

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте

оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные положения теории искусственных нейронных сетей	УК-1, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ
2	Математические модели формирования настройки и обучения искусственных нейронных сетей.	УК-1, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ
3	Особенности аппаратной и программной реализации нейрокомпьютинга	УК-1, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Комарцова Л.Г. *Нейрокомпьютеры : учеб. пособие.* - М. : МГТУ, 2004. - 400 с. : ил. - (Информатика в техническом университете). – ISBN 5- 7038-2554-7
2. Питолин, А.В. *Искусственные нейронные сети. Теория и практика : Учеб. пособие.* - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. - 125 с. - 42-00.
3. Потапов, А.С. *Технологии искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Потапов.* - Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2010. - 218 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/68201.html>
4. Горожанина, Е. И. *Нейронные сети [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Е. И. Горожанина.* - Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. - 84 с. - ISBN 2227-8397. URL: <http://www.iprbookshop.ru/75391.html>
5. *Искусственный интеллект [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.А. Бессмертный.* - Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2010. - 132 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/66485.html>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Программное обеспечение:

Microsoft Visual

C++ Microsoft

Visual Studio

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, компьютерный класс, оснащенный программным обеспечением лабораторных работ

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Нейронные сети и системы машинного обучения» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
---------------------	-----------------------

Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--