

Минобрнауки России

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)**

УТВЕРЖДАЮ



Заведующий кафедрой

Сирота Александр Анатольевич

Кафедра технологий обработки и защиты информации

03.05.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06 Нейросетевые технологии обработки информации

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

09.03.02 Информационные системы и технологии

2. Профиль подготовки/специализация:

Обработка информации и машинное обучение

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавриат

4. Форма обучения:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра технологий обработки и защиты информации

6. Составители программы:

Митрофанова Елена Юрьевна, к.т.н., доцент

7. Рекомендована:

№7 от 03.05.2023 г.

8. Учебный год:

2025-2026 и 2026-2027

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Общей целью является изучение современных информационных технологий, связанных с использованием аппарата искусственных нейронных сетей, и их применением при разработке информационных и информационно-управляющих систем различного назначения.

Основные задачи дисциплины:

обучение студентов теоретическим основам создания, обучения и применения нейронных сетей;

обучение студентов основным принципам применения нейросетевых технологий обработки информации в современных информационных и информационно-управляющих системах различного назначения;

овладение практическими навыками применения стандартных инструментальных средств для разработки программного обеспечения с использованием нейросетевых технологий обработки информации.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к части формируемой участниками образовательных отношений (вариативная) блока Б1.В.

Для успешного освоения дисциплины необходимы входные знания в области математического анализа, теории множеств, матричной алгебры, теории вероятностей и математической статистики, теории информационных процессов и систем, навыки программирования.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) и индикаторами их достижения:

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
ПК-3 Способен выполнять работы по созданию (модификации) и сопровождению информационных систем	ПК-3.1 Знает языки и методы программирования, инструменты и методики тестирования разрабатываемых ИС	Знает стандартные программные среды, используемые для программирования и тестирования нейронных сетей различной архитектуры. Умеет использовать стандартное и оригинальное программное обеспечение для проведения исследований и разработок в области нейросетевых алгоритмов анализа данных.
ПК-3 Способен выполнять работы по созданию (модификации) и сопровождению информационных систем	ПК-3.2 Знает устройство и функционирование современных ИС, протоколы, интерфейсы и форматы обмена данными	Знает примеры современных ИС обработки информации, базирующихся на использовании нейронных сетей, способы подготовки исходных данных для их обучения.

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
<p>ПК-3 Способен выполнять работы по созданию (модификации) и сопровождению информационных систем</p>	<p>ПК-3.3 Обеспечивает разработку и тестирование ИС на базе типовой ИС в соответствии с требованиями</p>	<p>Умеет проводить разработку и тестирование элементов типовой ИС обработки информации, базирующихся на использовании нейронных сетей, в соответствии с заданными требованиями.</p>

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
<p>ПК-1 Способен проводить исследования на всех этапах жизненного цикла программных средств</p>	<p>ПК-1.1 Знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок</p>	<p>Знает известные в мировой практике подходы к разработке в области машинного обучения, историю развития нейронных сетей, роль и место нейросетевых технологий обработки информации. Умеет проводить разработку компьютерных моделей для исследования нейросетевых алгоритмов обработки информации, использовать технологии организации и проведения имитационного эксперимента, анализировать результаты модельного эксперимента, сопоставляя получаемые и планируемые результаты. Владеет навыками анализа адекватности используемых моделей и результатов экспериментальных исследований, обобщения их для проведения сопоставительного анализа, включая и выполняемые собственные разработки.</p>

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
<p>ПК-1 Способен проводить исследования на всех этапах жизненного цикла программных средств</p>	<p>ПК-1.2 Знает методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации</p>	<p>Знает методы и технологии организации и проведения статистического компьютерного эксперимента в приложении к нейросетевым алгоритмам обработки информации, возможности современных программных сред для реализации исследований и разработок в области алгоритмов анализа данных и машинного обучения. Умеет проводить разработку компьютерных моделей в интересах проведения оценки эффективности нейросетевых алгоритмов обработки информации, использовать технологии организации и проведения имитационного эксперимента, анализировать результаты модельного эксперимента, сопоставляя получаемые и планируемые результаты. Владеет навыками проведения компьютерного эксперимента по оценке эффективности алгоритмов анализа данных и машинного обучения, навыками тестирования компьютерных моделей алгоритмов обработки информации в среде Matlab.</p>

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
<p>ПК-1 Способен проводить исследования на всех этапах жизненного цикла программных средств</p>	<p>ПК-1.3 Планирует отдельные стадии исследования или разработки при наличии поставленной задачи, выбирает или формирует программную среду для компьютерного моделирования и проведения экспериментов</p>	<p>Знает отдельные стадии исследования или разработки систем обработки информации с использованием нейросетевых технологий обработки информации. Умеет выбрать программную среду для компьютерного моделирования и проведения экспериментов с нейронными сетями.</p>
<p>ПК-1 Способен проводить исследования на всех этапах жизненного цикла программных средств</p>	<p>ПК-1.4 Использует стандартное и оригинальное программное обеспечение и проводит компьютерный эксперимент, составляет его описание и формулирует выводы</p>	<p>Умеет использовать стандартное и оригинальное программное обеспечение для проведения экспериментальных исследований в области нейросетевых технологий обработки информации. Владеет навыками проведения компьютерного эксперимента и формирования рекомендации по принципам построения и параметрам нейросетевых алгоритмов в области профессиональной деятельности.</p>

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
ПК-1 Способен проводить исследования на всех этапах жизненного цикла программных средств	ПК-1.5 Обрабатывает полученные результаты исследований с использованием стандартных методов (методик)	Владеет навыками обработки полученных результатов исследований в области нейросетевых технологий обработки информации с использованием стандартных методов (методик).

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

3/108

Форма промежуточной аттестации:

Зачет с оценкой, Контрольная работа

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Семестр 6	Семестр 8	Всего
Аудиторные занятия	0	0	0
Лекционные занятия		36	0
Практические занятия			0
Лабораторные занятия		36	0
Самостоятельная работа	0	0	0
Курсовая работа			0
Промежуточная аттестация	0	0	0
Часы на контроль			0
Всего	0	108	108

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1	<p>История развития нейронных сетей. Биологический и искусственный нейрон. Классификация нейронных сетей.</p>	<p>Лекции по разделу</p> <p>1. Структура биологического нейрона, искусственный нейрон. Основные понятия и определения. Теорема Колмогорова, проблема исключающего «ИЛИ» и ее решение.</p> <p>2. Классификация нейронных сетей и их базовые архитектуры: многослойные сети, однонаправленные и двунаправленные сети, виды активационных функций, нейронные сети с обратными связями и с боковыми связями.</p> <p>Лабораторная работа по разделу</p> <p>1. Возможности среды Matlab для работы с нейронными сетями. Изучение свойств простейшего искусственного перцептрона</p>	<p>Создан электронный онлайн курс, размещены материалы к лекциям. Размещены индивидуальные задания для выполнения лабораторных работ.</p>

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
2	<p><i>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа.</i></p> <p><i>Обучение многослойных сетей персептронного типа</i></p>	<p>Лекции по разделу</p> <p>3. Многослойный персептрон, структурная схема, входные и выходные воздействия. Градиентные методы оптимизации, целевой функционал качества обучения, обучение в режиме «on line» и «off line».</p> <p>4. Алгоритм обратного распространения ошибки и его модификации.</p> <p>5. Практические проблемы создания и обучения многослойных нейронных сетей персептронного типа.</p> <p>6. Технологии и примеры использования многослойных сетей персептронного типа в информационных и информационно-управляющих системах.</p> <p>Лабораторные работы по разделу</p> <p>2. Нейросетевой классификатор данных с линейной разделяющей границей.</p> <p>3. Нейросетевой классификатор данных с нелинейной разделяющей границей.</p> <p>4. Обучение и тестирование классификатора гауссовских случайных векторов</p> <p>5. Решение алгебраических уравнений с использованием многослойного персептрона</p>	<p>Создан электронный онлайн - курс, размещены материалы к лекциям. Размещены индивидуальные задания для выполнения лабораторных работ.</p>

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
3	<i>Нейронные сети с радиальными базисными функциями.</i>	Лекция по разделу 6. Типовая архитектура нейронных сетей с РБФ, обучение сети с РБФ. Сопоставление возможностей многослойного персептрона и сетей с РБФ. Технологии и примеры использования сетей с РБФ. Лабораторная работа по разделу 6.Создание и обучение нейронной сети с радиальными базисными функциями.	Создан электронный онлайн - курс, размещены материалы к лекциям. Размещены индивидуальные задания для выполнения лабораторных работ.
4	<i>Рекуррентные нейронные сети. Сеть Хопфилда.</i>	Лекция по разделу 7. Структура сети Хопфилда, аттракторы, условия сходимости для сети Хопфилда. Ассоциативная память, алгоритм настройки весов сети Хопфилда. Применение нейронных сетей Хопфилда. Лабораторная работа по разделу 7.Сеть Хопфилда и ее использование как ассоциативной памяти. Анализ качества восстановления изображений в зависимости от уровня помеховых искажений.	Создан электронный онлайн - курс, размещены материалы к лекциям. Размещены индивидуальные задания для выполнения лабораторных работ.

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
5	<i>Самоорганизующиеся нейронные сети. Алгоритм Кохонена.</i>	Лекция по разделу 8. Принципы конкурентного обучения. Типовая архитектура нейронной сети Кохонена, алгоритм итеративное обучения сети в режиме самоорганизации. Принцип векторного квантования данных и его применение в задачах обработки информации. Лабораторная работа по разделу 8. Сеть Кохонена и ее применение в задачах кластерного анализа. Анализ качества кластерного анализа в зависимости от степени локализации классов.	Создан электронный онлайн - курс, размещены материалы к лекциям. Размещены индивидуальные задания для выполнения лабораторных работ.
6	Основы генетических алгоритмов обработки информации.	Лекция по разделу 9. Основные принципы эволюционного моделирования. Сопоставление базовых понятий биологии и генетических алгоритмов. Простейший генетический алгоритм Холланда. Лабораторная работа по разделу 9. Разработка и исследование генетического алгоритма в задачах оптимизации на множестве дискретных переменных.	Создан электронный онлайн - курс, размещены материалы к лекциям. Размещены индивидуальные задания для выполнения лабораторных работ.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	История развития нейронных сетей. Биологический и искусственный нейрон. Классификация нейронных сетей.	4		4	2	10
2	Однонаправленные многослойные сети персептронного типа. Обучение многослойных сетей персептронного типа	12		16	6	34
3	Нейронные сети с радиальными базисными функциями.	6		4	6	16
4	Рекуррентные нейронные сети. Сеть Хопфилда.	6		4	8	18
5	Самоорганизующиеся нейронные сети. Алгоритм Кохонена.	4		4	6	14
6	Генетические алгоритмы обработки информации.	4		4	8	16
		36	0	36	36	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

1) При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие средства:

рекомендуемую основную и дополнительную литературу; методические указания и пособия; контрольные задания для закрепления теоретического материала; электронные версии учебников и методических указаний для выполнения лабораторно - практических работ (при необходимости материалы рассылаются по электронной почте).

2) Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется проведение письменного опроса (тестирование, решение задач) студентов по материалам лекций и практических работ. Подборка вопросов для тестирования осуществляется на основе изученного теоретического материала. Такой подход позволяет повысить мотивацию студентов при конспектировании лекционного материала.

3) При проведении лабораторных занятий обеспечивается максимальная степень соответствия с материалом лекционных занятий и осуществляется экспериментальная проверка методов, алгоритмов и технологий обработки информации, излагаемых в рамках лекций.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Источник
1	Сирота, Александр Анатольевич. Методы и алгоритмы анализа данных и их моделирование в MATLAB : [учебное пособие] / А.А. Сирота .— Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2016 .— 381 с. : ил. — Библиогр.: с. 371-374 .— Предм. указ.: с. 377-381 .— ISBN 978-5-9775-3778-0.
2	Митрофанова, Елена Юрьевна. Нейросетевые технологии обработки информатики. Методы и технологии глубокого обучения : учебное пособие / Е. Ю. Митрофанова, А. А. Сирота, М. А. Дрюченко .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019 .— 197 с. — Тираж 50. 12,3 п.л. — ISBN 978-5-9273-2888-8
3	Яхъяева, Г.Э. Основы теории нейронных сетей / Г.Э. Яхъяева. – 2-е изд., испр. – Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 200 с. : ил. – (Основы информационных технологий). – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429110 (дата обращения: 02.11.2020). – ISBN 978-5-94774-818-5. – Текст : электронный

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Ярушкина Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем : учеб. пособие / Н.Г. Ярушкина. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 320 с.
2	Практикум по курсу " Нейросетевые технологии обработки информации" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : [для магистров фак. компьютер. наук днев. формы обучения; для направления 09.04.02 - Информ. системы и технологии. / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: А.А. Сирота, Е.Ю. Митрофанова , М.А. Дрюченко .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013
3	Медведев В.С. Нейронные сети. MATLAB 6 / В.С. Медведев, В.Г. Потемкин. – М. : ДИАЛОГ – МИФИ, 2002. – 497 с.

№ п/п	Источник
4	Анализ данных и процессов / А. Барсегян [и др.]. - СПб. : БХВ-ПИТЕР, 2009. - 512 с
5	Алгазинов Эдуард Константинович. Анализ и компьютерное моделирование информационных процессов и систем : [учебное пособие для студ. вузов, обуч. по специальности 080801 "Приклад. информатика" и др. междисциплинар. специальностям] / Э.К. Алгазинов, А.А. Сирота ; под общ. ред. А.А. Сироты .— М. : Диалог-МИФИ, 2009 .— 416 с. : ил .— Библиогр. в конце разд. — ISBN 978-5-86404-233-5

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. - (http // www.lib.vsu.ru/).
2	Образовательный портал «Электронный университет ВГУ».- (https://edu.vsu.ru/)
3	ЭБС Лань, Лицензионный договор №3010-14/37-23 от 07.03.2023 (срок предоставления с 12.03.2023 по 11.03.2024) ЭБС «Университетская библиотека online» (Контракт №3010-06/23-22 от 30.12.2022 (срок предоставления с 12.01.2023 по 11.01.2024) ЭБС «Консультант студента» - Лицензионный договор №3010-06/22-22 от 30.12.2022 (с дополнительным соглашением №1 от 09.01.2023) (срок предоставления с 12.01.2023 по 11.01.2024)

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Сирота, Александр Анатольевич. Методы и алгоритмы анализа данных и их моделирование в MATLAB : [учебное пособие] / А.А. Сирота .— Санкт-Петербург : БХВ Петербург, 2016 .— 381 с. : ил. — Библиогр.: с. 371-374 .— Предм. указ.: с. 377-381 .— ISBN 978-5-9775-3778-0

№ п/п	Источник
2	Практикум по курсу " Нейросетевые технологии обработки информации" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : [для магистров фак. компьютер. наук днев. формы обучения; для направления 09.04.02 - Информ. системы и технологии. / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: А.А. Сирота, Е.Ю. Митрофанова , М.А. Дрюченко .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013
3	Практикум по курсу "Моделирование систем" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : [для студ. 4-5 курсов фак. компьютер. наук днев. и вечер. формы обучения; для направлений: 230200 - Информ. системы, 230400 - Информ. системы и технологии; специальности, 230201 - Информ. системы и технологии]. Ч. 1,2 / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: А.А. Сирота, Е.Ю. Митрофанова , М.А. Дрюченко .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Для реализации учебного процесса используются:

1. ПО Microsoft в рамках подписки "Imagine/Azure Dev Tools for Teaching", договор №3010-16/96-18 от 29 декабря 2018г.

2. При проведении занятий в дистанционном режиме обучения используются технические и информационные ресурсы Образовательного портала "Электронный университет ВГУ (<https://edu.vsu.ru>), базирующегося на системе дистанционного обучения Moodle, развернутой в университете.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

1) Мультимедийная лекционная аудитория (корп.1а, ауд. № 297), ПК-Intel-G3420, рабочее место преподавателя: проектор, видеокоммутатор, специализированная мебель: доска меловая 1 шт., столы 31 шт., стулья 64 шт.; выход в Интернет, доступ к фондам учебно-методической документации и электронным изданиям.

2) Компьютерный класс (один из №1-4 корп. 1а, ауд. № 382-385), ПК-Intel-i3 16 шт., специализированная мебель: доска маркерная 1 шт., столы 16 шт., стулья 33 шт.; доступ к фондам учебно-методической документации и электронным изданиям, доступ к электронным библиотечным системам, выход в Интернет.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
1	<p>Разделы 1-6</p> <p>История развития нейронных сетей. Биологический и искусственный нейрон. Классификация нейронных сетей.</p> <p>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа.</p> <p>Обучение многослойных сетей персептронного типа.</p> <p>Нейронные сети с радиальными базисными функциями.</p> <p>Рекуррентные нейронные сети. Сеть Хопфилда.</p> <p>Самоорганизующиеся нейронные сети. Алгоритм Кохонена.</p> <p>Генетические алгоритмы обработки информации.</p>	ПК-3	ПК-3.1	<p>Контрольная работа по соответствующим разделам и темам или устный опрос.</p> <p>Отчеты о выполнении лабораторных работ 1-9</p>

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
2	<p>Разделы 1-6</p> <p>История развития нейронных сетей. Биологический и искусственный нейрон. Классификация нейронных сетей.</p> <p>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа.</p> <p>Обучение многослойных сетей персептронного типа.</p> <p>Нейронные сети с радиальными базисными функциями.</p> <p>Рекуррентные нейронные сети. Сеть Хопфилда.</p> <p>Самоорганизующиеся нейронные сети. Алгоритм Кохонена.</p> <p>Генетические алгоритмы обработки информации.</p>	ПК-3	ПК-3.2	<p>Контрольная работа по соответствующим разделам и темам или устный опрос.</p> <p>Отчеты о выполнении лабораторных работ 1-9</p>

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
3	<p>Разделы 1-6</p> <p>История развития нейронных сетей. Биологический и искусственный нейрон. Классификация нейронных сетей.</p> <p>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа.</p> <p>Обучение многослойных сетей персептронного типа.</p> <p>Нейронные сети с радиальными базисными функциями.</p> <p>Рекуррентные нейронные сети. Сеть Хопфилда.</p> <p>Самоорганизующиеся нейронные сети. Алгоритм Кохонена.</p> <p>Генетические алгоритмы обработки информации.</p>	ПК-3	ПК-3.3	<p>Контрольная работа по соответствующим разделам и темам или устный опрос.</p> <p>Отчеты о выполнении лабораторных работ 1-9</p>

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
4	<p>Разделы 1-6</p> <p>История развития нейронных сетей. Биологический и искусственный нейрон. Классификация нейронных сетей.</p> <p>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа.</p> <p>Обучение многослойных сетей персептронного типа.</p> <p>Нейронные сети с радиальными базисными функциями.</p> <p>Рекуррентные нейронные сети. Сеть Хопфилда.</p> <p>Самоорганизующиеся нейронные сети. Алгоритм Кохонена.</p> <p>Генетические алгоритмы обработки информации.</p>	ПК-1	ПК-1.1	<p>Контрольная работа по соответствующим разделам и темам или устный опрос.</p> <p>Отчеты о выполнении лабораторных работ 1-9</p>

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
5	<p>Разделы 1-6</p> <p>История развития нейронных сетей. Биологический и искусственный нейрон. Классификация нейронных сетей.</p> <p>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа.</p> <p>Обучение многослойных сетей персептронного типа.</p> <p>Нейронные сети с радиальными базисными функциями.</p> <p>Рекуррентные нейронные сети. Сеть Хопфилда.</p> <p>Самоорганизующиеся нейронные сети. Алгоритм Кохонена.</p> <p>Генетические алгоритмы обработки информации.</p>	ПК-1	ПК-1.2	<p>Контрольная работа по соответствующим разделам и темам или устный опрос.</p> <p>Отчеты о выполнении лабораторных работ 1-9</p>

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
6	<p>Разделы 1-6</p> <p>История развития нейронных сетей. Биологический и искусственный нейрон. Классификация нейронных сетей.</p> <p>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа.</p> <p>Обучение многослойных сетей персептронного типа.</p> <p>Нейронные сети с радиальными базисными функциями.</p> <p>Рекуррентные нейронные сети. Сеть Хопфилда.</p> <p>Самоорганизующиеся нейронные сети. Алгоритм Кохонена.</p> <p>Генетические алгоритмы обработки информации.</p>	ПК-1	ПК-1.3	<p>Контрольная работа по соответствующим разделам и темам или устный опрос.</p> <p>Отчеты о выполнении лабораторных работ 1-9</p>

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
7	<p>Разделы 1-6</p> <p>История развития нейронных сетей. Биологический и искусственный нейрон. Классификация нейронных сетей.</p> <p>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа.</p> <p>Обучение многослойных сетей персептронного типа.</p> <p>Нейронные сети с радиальными базисными функциями.</p> <p>Рекуррентные нейронные сети. Сеть Хопфилда.</p> <p>Самоорганизующиеся нейронные сети. Алгоритм Кохонена.</p> <p>Генетические алгоритмы обработки информации.</p>	ПК-1	ПК-1.4	<p>Контрольная работа по соответствующим разделам и темам или устный опрос.</p> <p>Отчеты о выполнении лабораторных работ 1-9</p>

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
8	<p>Разделы 1-6</p> <p>История развития нейронных сетей. Биологический и искусственный нейрон. Классификация нейронных сетей.</p> <p>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа.</p> <p>Обучение многослойных сетей персептронного типа.</p> <p>Нейронные сети с радиальными базисными функциями.</p> <p>Рекуррентные нейронные сети. Сеть Хопфилда.</p> <p>Самоорганизующиеся нейронные сети. Алгоритм Кохонена.</p> <p>Генетические алгоритмы обработки информации.</p>	ПК-1	ПК-1.5	<p>Контрольная работа по соответствующим разделам и темам или устный опрос.</p> <p>Отчеты о выполнении лабораторных работ 1-9</p>

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Зачет с оценкой, Контрольная работа

Оценочные средства для промежуточной аттестации

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Устный опрос на практических занятиях

Контрольная работа по теоретической части курса

Лабораторные работы

20.1.1 Примерный перечень применяемых оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценки
1	Устный опрос на лекционных и практических занятиях	Вопросы по темам/разделам дисциплины	Правильный ответ – зачтено, неправильный или принципиально неточный ответ - не зачтено

2	Контрольная работа по разделам дисциплины	Теоретические вопросы по темам/разделам дисциплины	Шкала оценивания соответствует приведенной в разделе 20.2.3
3	Лабораторная работа	Содержит 9 лабораторных заданий, предусматривающие разработку, тестирование и эксплуатацию моделей и алгоритмов анализа данных с использованием различных методов обучения.	При успешном выполнении работ в течение семестра фиксируется возможность оценивания только теоретической части дисциплины в ходе промежуточной аттестации (зачета), в противном случае проверка задания по лабораторным работам выносится на зачет.

20.1.2. Пример задания для выполнения лабораторной работы

Лабораторная работа №2

«Нейросетевой классификатор данных с линейной разделяющей границей»

Цель работы: изучить возможности простейших нейронных сетей для классификации гауссовских случайных векторов в случае двух классов.

Задачи, решаемые при выполнении работы:

Графическое отображение целевых векторов и построение линейной разделяющей линии.

Обучение нейросетевого классификатора для разделения гауссовских случайных векторов.

Тестирование классификатора о оценка вероятностей ошибок первого и второго рода методом статистического имитационного моделирования.

Задания для самостоятельной работы

Провести обучение нейросетевого классификатора для разделения гауссовских случайных векторов, представленных различными конфигурациями областей локализации. Оценить ошибки первого и второго рода, и проиллюстрировать процесс их возникновения. Построить график зависимости суммарной ошибки первого и второго рода от величины смещения центров кластеров. Построить график зависимости суммарной ошибки первого и второго рода от объема обучающей выборки.

20.1.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа) и письменных работ (контрольные, лабораторные работы). При оценивании могут использоваться количественные или качественные шкалы оценок.

Приведённые ниже задания рекомендуется использовать при проведении диагностических работ для оценки остаточных знаний по дисциплине

1. тестовые задания - 1 балл

1. Перечислите основные элементы биологического нейрона

- a. тело клетки
- b. дендриты
- c. синапсы
- d. аксон
- e. нейрон

2. Сколько настраиваемых параметров имеет математическая модель нейрона?

- a. У математической модели нейрона нет настраиваемых параметров
 - b. На один больше, чем входов
 - c. Столько же, сколько входов
 - d. Один
3. Какие значения выдает пороговая функция активации?
- a. Все вещественные числа
 - b. 0, 1, 2, 3
 - c. -1, 1
 - d. 0, 1
4. Выберите верные утверждения
- a. Функция сигмоиды возвращает только положительные значения
 - b. Если ввести параметр температуры, то можно регулировать наклон сигмоиды
 - c. Сигмоида не превышает нуля
 - d. Сигмоида стремится к единице при аргументе, стремящемся к минус бесконечности
5. Верно ли утверждение: чем больше значение функции потерь, тем лучше нейронная сеть решает задачу?
- a. Да
 - b. Нет
 - c. Не всегда
6. В применении метода градиентного спуска к нейронной сети, чему соответствует функция $f(x)$ и чем является переменная x ?
- a. x - объект обучающей выборки
 - b. x - выход из сети
 - c. $f(x)$ - функция, которая формализует весь граф нейронной сети и последующую loss-функцию
 - d. x - тензор весов нейронной сети
 - e. $f(x)$ - функция, которая формализует весь граф нейронной сети
7. Что произойдет, если мы увеличим скорость обучения (его так же называют learning rate или размер шага градиентного спуска) модели в 100 раз?
- a. Потребуется в 100 раз больше итераций градиентного спуска, чтобы достичь того же качества
 - b. Потребуется в 100 раз меньше итераций градиентного спуска, чтобы достичь того же качества
 - c. Потребуется больше итераций градиентного спуска, чтобы достичь того же качества, но нельзя точно определить, сколько
 - d. Невозможно предсказать поведение модели
 - e. Модель никогда не обучится, так как скорость обучения зависит от задачи и ее нельзя менять
 - f. Потребуется меньше итераций градиентного спуска, чтобы достичь того же качества, но нельзя точно определить, сколько
8. Какие нейронные сети могут иметь только линейную разделяющую поверхность?
- a. Нейронная сеть без функций активации
 - b. Нейронная сеть с двумя входами и несколькими слоями
 - c. Один нейрон
9. Выберите верные утверждения.
- a. Длина шага градиентного спуска не изменяется, если не изменяется скорость обучения

(learning rate)

- b. Направление градиента обратно направлению наискорейшего убывания функции.
- c. Шаг градиентного спуска осуществляется для всех параметров модели одновременно
- d. Шаг градиентного спуска осуществляется в направлении градиента
- e. Градиент -- это вектор, составленный из производных функции по всем переменным

Ответы на вопросы

Номер вопроса	Ответ (буква)
1.	a,b,c,d
2.	b
3.	d
4.	a,b
5.	b
6.	c,d
7.	d
8.	a,c
9.	b,c,e

2) задания с коротким ответом — 2 балла

10. Какая операция с тензорами a, b

```
a = torch.ones([5,4])
```

```
b = torch.Tensor([[1,2,3,4],  
                 [5,6,7,8],  
                 [9,10,11,12],  
                 [13,14,15,16],  
                 [17,18,19,20]])
```

позволяет получить следующий вывод?

```
tensor([[0., 1., 1., 1.],  
       [1., 1., 1., 1.],  
       [1., 1., 1., 1.],  
       [1., 1., 1., 1.],  
       [1., 1., 1., 1.]])
```

11. Итерация обучения на всем датасете это

Ответы на вопросы

Номер вопроса	Ответ (буква)
10.	a % b
11.	эпоха

3) задания с развернутым ответом

12. Понятие активационных функций, виды и примеры активационных функций

Активационная функция (характеристическая функция) - это нелинейная функция, вычисляющая выходной сигнал формального нейрона.

Выбор активационной функции определяется спецификой поставленной задачи либо ограничениями, накладываемыми некоторыми алгоритмами обучения.

Виды активационных функций

Название	Формула	Область значений
Линейная	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Линейная с ограничением (ReLU)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Логистическая (сигмоидальная, Sigmoid)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Гиперболический тангенс (сигмоидальная)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Логистическая (Softmax)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Экспоненциальная	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Синусоидальная	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Синусоидальная (рациональная)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Шаговая (линейная с насыщением)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Пороговая	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Знаковая (сигнатурная)



На вход точки ветвления обычно подается выходной сигнал нелинейного преобразователя, который затем посылается на входы других нейронов.

На входной сигнал нелинейный преобразователь отвечает выходным сигналом , который представляет собой выход у нейрона.

Примеры активационных функций.

0

1

s

y



0

1

s

y



a)

б)

0

1

s

y

0.5



0

1

s

y

-1



в)

г)

Рисунок - Примеры активационных функций (а - пороговая;

б - линейная; в - логистическая (сигмоидальная);

г - гиперболический тангенс (сигмоидальная))

Критерии оценивания

Шкала оценок (в баллах)

Обучающийся перечисляет все функции.	3 балла
Обучающийся перечисляет все функции. Допускаются незначительные неточности.	2 балла
Обучающийся перечисляет не все функции. Ответ не содержит грубых ошибок.	1 балл
Не представлены большая часть реализуемых функций. Присутствуют грубые ошибки или неточности.	0 баллов

13. Модель искусственного нейрона Мак-Каллока и Питса

Каждая искусственная нейронная сеть состоит из множества базовых процессорных элементов (БПЭ) – нейронов. В качестве исторической модели БПЭ известна модель нейрона Мак-Каллока и Питса. Каждый такой нейрон выполняет стандартный набор операций. Сначала производится суммирование совокупности входных элементарных сигналов – компонентов входного вектора x с весовыми коэффициентами w , то есть вычисление величины z .

Здесь формально w , а b играет роль постоянного смещения при взвешенном суммировании входных сигналов нейрона.

Веса w называются **весами нейронных связей**; они определяют «силу» влияния каждого входного сигнала на выходную реакцию нейрона. После взвешенного суммирования в общем случае осуществляется нелинейное преобразование и формирование выходного сигнала нейрона – в данном случае скалярной величины y как функции z .

$$y = f(z) \quad (1)$$

x_1
 w_0
 x_0
 w y
 w
 w
 x_2
 w_n
 w_1
 x_n
 w

Рисунок – Модель искусственного нейрона Мак-Каллока и Питса

Функция f , осуществляющая это преобразование, называется функцией активации. Она может

иметь различный вид, в том числе и линейный. В модели Мак-Каллока и Питса функция использовалась пороговая функция активации, как униполярная, так и биполярная функции:



Критерии оценивания	Шкала оценок (в баллах)
Обучающийся перечисляет все функции.	3 балла
Обучающийся перечисляет все функции. Допускаются незначительные неточности.	2 балла
Обучающийся перечисляет не все функции. Ответ не содержит грубых ошибок.	1 балл
Не представлены большая часть реализуемых функций. Присутствуют грубые ошибки или неточности.	0 баллов

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация может включать в себя проверку теоретических вопросов, а также, при необходимости (в случае невыполнения в течение семестра), проверку выполнения установленного перечня лабораторных заданий, позволяющих оценить уровень полученных знаний и/или практическое (ие) задание(я), позволяющее (ие) оценить степень сформированности умений и навыков.

Для оценки теоретических знаний используется перечень контрольно-измерительных материалов. Каждый контрольно-измерительный материал для проведения промежуточной аттестации включает два вопроса для контроля знаний, умений и владений в рамках оценки уровня сформированности компетенции. При оценивании используется количественная шкала. Критерии оценивания приведены выше в таблице раздела 20.2.3.

20.2.1. Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой

№ Вопросы к промежуточной аттестации (зачет с оценкой)

- 1 История развития нейронных сетей. Биологический и искусственный нейрон.
- 2 Классификация нейронных сетей. Виды активационных функций.
- 3 Проблема «исключающее «или» и ее решение.
- 4 Однонаправленные многослойные сети персептронного типа
- 5 Описание архитектуры нейронной сети MLP
- 6 Алгоритм обратного распространения ошибки и его модификации.
- 7 Практические проблемы создания и обучения многослойных нейронных сетей персептронного типа.
- 8 Технологии и примеры использования многослойных сетей персептронного типа в информационных и информационно-управляющих системах.
- 9 Нейронные сети с радиальными базисными функциями. Круговая симметрия данных.
- 10 Типовая архитектура нейронных сетей с РБФ, обучение сети с РБФ. Технологии и примеры использования сетей с РБФ.
- 11 Рекуррентные нейронные сети. Сеть Хопфилда.
- 12 Ассоциативная память, алгоритм настройки весов сети Хопфилда.
- 13 Применение нейронных сетей Хопфилда, задача коммивояжера.

- 14 Самоорганизующиеся нейронные сети. Конкуренционное обучение, латеральные связи в нейронных сетях. Типовая архитектура нейронной сети Кохонена,
 - 15 Процессы итеративного обучения сети в режиме самоорганизации, формирование карты Кохонена.
 - 16 Принцип векторного квантования данных и его применение в задачах обработки информации
 - 17 Генетические алгоритмы обработки информации. Основные принципы эволюционного моделирования. Сопоставление базовых понятий биологии и генетических алгоритмов.
 - 18 Простейший генетический алгоритм Холланда. Применение генетических алгоритмов для решения оптимизационных задач
- 20.2.2. Пример контрольно-измерительного материала

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой технологий обработки и защиты информации

_____ А.А. Сирота

__._.2025

Направление подготовки / специальность 09.03.02 Информационные системы и технологии

Дисциплина Б1.В.08 Нейросетевые технологии обработки информации

Форма обучения Очное

Вид контроля Зачет с оценкой

Вид аттестации Промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 1

Простейший генетический алгоритм Холланда. Применение генетических алгоритмов для решения оптимизационных задач. История развития нейронных сетей. Биологический и искусственный нейрон.

Преподаватель _____ Е.Ю. Митрофанова

20.2.3 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используются следующие содержательные показатели (формулируется с учетом конкретных требований дисциплины):

знание теоретических основ учебного материала, основных определений, понятий и используемой терминологии; умение проводить обоснование и представление основных теоретических и практических результатов (теорем, алгоритмов, методик) с использованием математических выкладок, блок-схем, структурных схем и стандартных описаний к ним; умение связывать теорию с практикой, иллюстрировать ответ примерами, в том числе, собственными, умение выявлять и анализировать основные закономерности, полученные, в том числе, в ходе выполнения лабораторно-практических заданий; умение обосновывать свои суждения и профессиональную позицию по излагаемому вопросу; владение навыками программирования и экспериментирования с компьютерными моделями алгоритмов обработки информации в среде Matlab в рамках выполняемых лабораторных заданий; владение навыками проведения компьютерного эксперимента, тестирования компьютерных моделей алгоритмов обработки информации.

Различные комбинации перечисленных показателей определяют критерии оценивания результатов обучения (сформированности компетенций) на зачете с оценкой:

высокий (углубленный) уровень сформированности компетенций; повышенный (продвинутый) уровень сформированности компетенций; пороговый (базовый) уровень сформированности

компетенций.

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено по результатам тестирования.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения на зачете с оценкой представлено в следующей таблице.

Критерии оценивания компетенций и шкала оценок на зачете с оценкой

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков по приведенным критериям свободно оперирует понятийным аппаратом и приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач. Успешно выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем.	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не полностью соответствует одному из перечисленных выше показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. При этом обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач. Успешно выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем.	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач. При этом ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Успешно выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки. Не выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем.	-	Неудовлетворительно