

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

10.06.2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.04 Машинное обучение и глубокие нейронные сети

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

02.04.01 Математика и компьютерные науки

**2. Профиль подготовки/специализация:**

Компьютерное моделирование и искусственный интеллект

**3. Квалификация (степень) выпускника:**

Магистратура

**4. Форма обучения:**

Очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

Кафедра технологий обработки и защиты информации

**6. Составители программы:**

Сирота Александр Анатольевич, д.т.н., профессор

**7. Рекомендована:**

протокол НМС № 5 от 25.04.2022 г.

**8. Учебный год:**

2022-2023

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:**

**Целью** является изучение современных информационных технологий, связанных с использованием методов

машинного обучения, включая аппарат искусственных нейронных сетей и технологии глубокого обучения, а также их применение при разработке информационных систем различного назначения.

**Основные задачи дисциплины:**

обучение студентов теоретическим основам создания, обучения и применения моделей и алгоритмов машинного обучения, нейронных сетей, включая методы глубокого обучения;

обучение студентов основным принципам применения технологий обработки информации в современных информационных системах различного назначения;

овладение практическими навыками применения стандартных инструментальных средств для разработки программного обеспечения с использованием методов и алгоритмов машинного обучения и нейросетевых технологий обработки информации.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Входит в блок дисциплин вариативной части магистерской программы Б1.В, формируемой участниками образовательных отношений.

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, первичные знания в области технологий обработки информации, машинного обучения, создания и применения неглубоких нейронных сетей.

## 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-1 Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий.	ПК-1.1 Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий	Знает известные в мировой практике подходы и разработки в области машинного обучения, историю развития нейронных сетей, роль и место нейросетевых технологий обработки информации и используемые для синтезе и анализа указанных алгоритмов обработки информации математические модели.
ПК-8 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники	ПК-8.1 Знает основные методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программных продуктов и программных комплексов, их сопровождения, администрирования и развития (эволюции)	Знает современные средства и среды разработки программного обеспечения, реализующие применение технологий глубокого машинного обучения в практике научно-исследовательской деятельности.

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
<p>ПК-9 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.</p>	<p>ПК-9.1 Владеет современными методами разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования</p>	<p>Знает возможности реализации алгоритмов машинного обучения на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования MatLab, Python (Keras).</p>
<p>ПК-9 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.</p>	<p>ПК-9.2 Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования</p>	<p>Умеет разрабатывать алгоритма машинного обучения на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования MatLab, Python (Keras).</p>
<p>ПК-9 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.</p>	<p>ПК-9.3 Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования</p>	<p>Владеет навыками реализации алгоритмов машинного обучения на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования MatLab, Python (Keras).</p>
<p>ПК-8 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники</p>	<p>ПК-8.2 Умеет использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта</p>	<p>Умеет применять современные средства и среды разработки программного обеспечения, реализующие применение технологий глубокого машинного обучения, в практике научно-исследовательской деятельности.</p>

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
<p>ПК-8 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники</p>	<p>ПК-8.3 Имеет практический опыт применения указанных выше методов и технологий</p>	<p>Владеет практическими навыками разработки программного обеспечения, реализующего применение технологий глубокого машинного обучения.</p>
<p>ПК-1 Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий.</p>	<p>ПК-1.2 Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий</p>	<p>Умеет разрабатывать и применять математические модели процессов и объектов при решении задач анализа и синтеза алгоритмов машинного обучения, анализировать адекватность известных и используемых моделей и результатов экспериментальных исследований, обобщать их для проведения сопоставительного анализа, включая и выполняемые собственные разработки.</p>

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
ПК-1 Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий.	ПК-1.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий	Владет навыками подготовки исходных данных, использования моделей алгоритмов машинного обучения на основе композиционных алгоритмов и глубоких нейронных сетей для проведения компьютерного эксперимента по оценке их эффективности, навыками тестирования компьютерных моделей алгоритмов обработки информации.

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

3/108

## Форма промежуточной аттестации:

Экзамен

## 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Семестр 1	Всего
Аудиторные занятия	54	54
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия		0
Лабораторные занятия	36	36
Самостоятельная работа	18	18
Курсовая работа		0
Промежуточная аттестация	36	36
Часы на контроль	36	36
Всего	108	108

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1	<p>Основы машинного обучения. Композиционные алгоритмы. Поверхностное и глубокое машинное обучение.</p>	<p><b>Лекции по разделу</b> 1. Обзор известных методов и подходов машинного обучения. 2. Композиционные алгоритмы. <b>Лабораторные работы по разделу</b> 1. Возможности среды Matlab для создания композиционных алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей. 2. Создание и исследование алгоритмов класса "Случайный лес" в зависимости от используемых гиперпараметров. 3. Создание и исследование алгоритмов класса "Adaboost" в зависимости от используемых гиперпараметров. Создан электронный онлайн - курс, размещены материалы к лекциям. Размещены индивидуальные задания для выполнения лабораторных работ</p>	<p>Создан электронный онлайн - курс, размещены материалы к лекциям. Размещены индивидуальные задания для выполнения лабораторных работ.</p>
2	<p>История развития нейронных сетей, основные понятия и определения.</p>	<p><b>Лекции по разделу</b> 3. Основные понятия и определения теории нейронных сетей. Базовые архитектуры нейронных многослойных сетей. Особенности архитектуры глубоких нейронных сетей. <b>Лабораторные работы по разделу</b> 4. Возможности среды Matlab для создания нейронных сетей различной архитектуры. 5. Возможности среды Keras для создания нейронных сетей различной архитектуры.</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	<p>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа. Обучение неглубоких сетей персептронного типа и проблемы при переходе к глубокому обучению.</p>	<p><b>Лекции по разделу</b>  4. Многослойный персептрон, структурная схема, входные и выходные воздействия.  5. Алгоритм обратного распространения ошибки и его модификации.  6. Основные направления развития технологий обучения при переходе к глубоким нейронным сетям. Автоэнкодер и его применение при послойном обучении глубоких сетей.  <b>Лабораторные работы по разделу</b>  6. Обучение и тестирование многослойных сетей персептронного типа. Анализ возможностей их применения на стандартных наборах данных (MNIST и др.).  7. Возможности послойного обучения и создание нейронной сети на основе стека автоэнкодеров.</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
4	Глубокие сверточные нейронные сети (CNN) и их применение.	<p><b>Лекция по разделу</b> 7.Типовая архитектура сверточной нейронной сети, ее обучение и применение для решения прикладных задач.</p> <p><b>Лабораторные работы по разделу</b> 8.Обучение глубоких нейронных сетей для решения задачи классификации исходного изображения с помощью глубокой сверточной нейронной сети.</p> <p>9.Обучение глубоких нейронных сетей для решения задачи обнаружения объектов на исходном изображении с помощью глубокой сверточной нейронной сети.</p>	Создан электронный онлайн - курс, размещены материалы к лекциям. Размещены индивидуальные задания для выполнения лабораторных работ.
5	Рекуррентные нейронные сети. Сеть LSTM и ее применение.	<p><b>Лекция по разделу</b> 8.Типовая архитектура нейронной сети LSTM, ее обучение. применение для решения прикладных задач</p> <p><b>Лабораторная работа по разделу</b> 10.Обучение сети LTSM для определения тональности отзывов (на основе текста) на фильмы с помощью Keras.</p>	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	Основы машинного обучения. Композиционные алгоритмы. Поверхностное и глубокое машинное обучение.	4		6	15	25



№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
2	История развития нейронных сетей, основные понятия и определения.	4		6	10	20
3	Однонаправленные многослойные сети персептронного типа. Обучение неглубоких сетей персептронного типа и проблемы при переходе к глубокому обучению.	4		8	10	22
4	Глубокие сверточные нейронные сети (CNN) и их применение.	2		8	15	25
5	Рекуррентные нейронные сети. Сеть LSTM и ее применение.	2		4	10	16
		16	0	32	60	108

#### **14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

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.

4. При переходе на дистанционный режим обучения для создания электронных курсов, чтения лекций он-лайн и проведения лабораторно- практических занятий используется

информационные ресурсы Образовательного портала "Электронный университет ВГУ (<https://edu.vsu.ru>), базирующегося на системе дистанционного обучения Moodle, развернутой в университете

5. При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения обучающиеся должны выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к онлайн - занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

### **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	Яхьяева, Г.Э. Основы теории нейронных сетей / Г.Э. Яхьяева. – 2-е изд., испр. – Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 200 с. : ил. – (Основы информационных технологий). – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429110">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429110</a> . – 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. - 128с.
3	Антонио, Д. Библиотека Keras – инструмент глубокого обучения. Реализация нейронных сетей с помощью библиотек Theano и TensorFlow / Д. Антонио, П. Суджит ; перевод с английского А. А. Слинкин. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 294 с. — ISBN 978-5-97060-573-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/111438">https://e.lanbook.com/book/111438</a> .

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – ( <a href="http://www.lib.vsu.ru/">http // www.lib.vsu.ru/</a> ).
2	Образовательный портал «Электронный университет ВГУ».- ( <a href="https://edu.vsu.ru/">https://edu.vsu.ru/</a> )
3	ЭБС Лань (контракт №3010-06/01-22 от 10.03.2022; лицензионный договор №3010-06/02-22 от 10.03.2022; лицензионный договор №3010-15/231-22 от 17.05.2022) ЭБС «Университетская библиотека online» (контракт №3010-06/30-21 от 23.12.2021) ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» (ЭБС «Консультант студента») (контракт №3010-06/29-21 от 23.12.2021) ЭБС «Образовательная платформа ЮРАЙТ» (договор №4990 от 10.01.2022; лицензионный договор №3010-15/217-22 от 05.05.2022)

## 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.
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. - 128с.
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.-154с.

## 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. ПО MATLAB Classroom ver. 7.0, 10 конкурентных бессрочных лицензий на каждый, компоненты: Matlab, Simulink, Stateflow, 1 тулбокс, N 21127/VRN3 от 30.09.2011 (за счет проекта ЕК TEMPUS/ERAMIS).

3. ПО Матлаб в рамках подписки Университетская лицензия на программный комплекс для ЭВМ - MathWorks MATLAB Campus-Wide Suite по договору 3010-16/118-21 от 27.12.2021 (до 01.2025).

4. 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, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

### **18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, корпус 1а, ауд. 479

1) Мультимедийная лекционная аудитория: компьютер преподавателя i5-8400-2,8ГГц, монитор с ЖК 19", мультимедийный проектор, экран, видеокоммутатор, микрофон, аудиосистема, специализированная мебель: доски меловые 2 шт., столы 60 шт., лавки 30 шт., стулья 64 шт.; доступ к фондам учебно-методической документации и электронным библиотечным системам, выход в Интернет. ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Foxit PDF Reader.

2) Учебная аудитория (компьютерный класс) (одна из №1-4 корп. 1а, ауд. № 382-385), Учебная аудитория: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i5-9600KF-3,7ГГц, мониторы ЖК 24" (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. ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Foxit PDF Reader.

### **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>Композиционные алгоритмы.</p> <p>Поверхностное и глубокое машинное обучение. История развития нейронных сетей, основные понятия и определения.</p> <p>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа. Обучение неглубоких сетей персептронного типа и проблемы при переходе к глубокому обучению.</p> <p>Глубокие сверточные нейронные сети (CNN) и их применение. Рекуррентные нейронные сети. Сеть LSTM и ее применение.</p>	ПК-1	ПК-1.1	<p>Контрольная работа по соответствующим разделам и темам. Устный опрос. Задания и отчеты о выполнении лабораторных работ.</p>
2	<p>Композиционные алгоритмы.</p> <p>Поверхностное и глубокое машинное обучение. История развития нейронных сетей, основные понятия и определения.</p> <p>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа. Обучение неглубоких сетей персептронного типа и проблемы при переходе к глубокому обучению.</p> <p>Глубокие сверточные нейронные сети (CNN) и их применение. Рекуррентные нейронные сети. Сеть LSTM и ее применение.</p>	ПК-8	ПК-8.1	<p>Контрольная работа по соответствующим разделам и темам. Устный опрос. Задания и отчеты о выполнении лабораторных работ.</p>

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
3	<p>Композиционные алгоритмы.</p> <p>Поверхностное и глубокое машинное обучение. История развития нейронных сетей, основные понятия и определения.</p> <p>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа. Обучение неглубоких сетей персептронного типа и проблемы при переходе к глубокому обучению.</p> <p>Глубокие сверточные нейронные сети (CNN) и их применение. Рекуррентные нейронные сети. Сеть LSTM и ее применение.</p>	ПК-9	ПК-9.1	<p>Контрольная работа по соответствующим разделам и темам. Устный опрос. Задания и отчеты о выполнении лабораторных работ.</p>
4	<p>Композиционные алгоритмы.</p> <p>Поверхностное и глубокое машинное обучение. История развития нейронных сетей, основные понятия и определения.</p> <p>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа. Обучение неглубоких сетей персептронного типа и проблемы при переходе к глубокому обучению.</p> <p>Глубокие сверточные нейронные сети (CNN) и их применение. Рекуррентные нейронные сети. Сеть LSTM и ее применение.</p>	ПК-9	ПК-9.2	<p>Контрольная работа по соответствующим разделам и темам. Устный опрос. Задания и отчеты о выполнении лабораторных работ.</p>

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
5	<p>Композиционные алгоритмы.</p> <p>Поверхностное и глубокое машинное обучение. История развития нейронных сетей, основные понятия и определения.</p> <p>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа. Обучение неглубоких сетей персептронного типа и проблемы при переходе к глубокому обучению.</p> <p>Глубокие сверточные нейронные сети (CNN) и их применение. Рекуррентные нейронные сети. Сеть LSTM и ее применение.</p>	ПК-9	ПК-9.3	<p>Контрольная работа по соответствующим разделам и темам. Устный опрос. Задания и отчеты о выполнении лабораторных работ.</p>
6	<p>обучения. Композиционные алгоритмы.</p> <p>Поверхностное и глубокое машинное обучение. История развития нейронных сетей, основные понятия и определения.</p> <p>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа. Обучение неглубоких сетей персептронного типа и проблемы при переходе к глубокому обучению.</p> <p>Глубокие сверточные нейронные сети (CNN) и их применение. Рекуррентные нейронные сети. Сеть LSTM и ее применение.</p>	ПК-8	ПК-8.2	<p>Контрольная работа по соответствующим разделам и темам. Устный опрос. Задания и отчеты о выполнении лабораторных работ.</p>

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
7	<p>Композиционные алгоритмы.</p> <p>Поверхностное и глубокое машинное обучение. История развития нейронных сетей, основные понятия и определения.</p> <p>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа. Обучение неглубоких сетей персептронного типа и проблемы при переходе к глубокому обучению.</p> <p>Глубокие сверточные нейронные сети (CNN) и их применение. Рекуррентные нейронные сети. Сеть LSTM и ее применение.</p>	ПК-8	ПК-8.3	<p>Контрольная работа по соответствующим разделам и темам. Устный опрос. Задания и отчеты о выполнении лабораторных работ.</p>
8	<p>Композиционные алгоритмы.</p> <p>Поверхностное и глубокое машинное обучение. История развития нейронных сетей, основные понятия и определения.</p> <p>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа. Обучение неглубоких сетей персептронного типа и проблемы при переходе к глубокому обучению.</p> <p>Глубокие сверточные нейронные сети (CNN) и их применение. Рекуррентные нейронные сети. Сеть LSTM и ее применение.</p>	ПК-1	ПК-1.2	<p>Контрольная работа по соответствующим разделам и темам. Устный опрос. Задания и отчеты о выполнении лабораторных работ.</p>



№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
9	Композиционные алгоритмы. Поверхностное и глубокое машинное обучение. История развития нейронных сетей, основные понятия и определения. Однонаправленные многослойные сети персептронного типа. Обучение неглубоких сетей персептронного типа и проблемы при переходе к глубокому обучению. Глубокие сверточные нейронные сети (CNN) и их применение. Рекуррентные нейронные сети. Сеть LSTM и ее применение.	ПК-1	ПК-1.3	Контрольная работа по соответствующим разделам и темам. Устный опрос. Задания и отчеты о выполнении лабораторных работ.

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Экзамен

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к зачету с оценкой, задания для выполнения лабораторных работ.

## **20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

### **20.1 Текущий контроль успеваемости**

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

Устный опрос на практических занятиях;

Контрольная работа по теоретической части курса;

Задания и отчеты о выполнении лабораторных работ.

#### **20.1.1 Примерный перечень применяемых оценочных средств**

№ п/п	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценки
-------	----------------------------------	---	-----------------

1	Устный опрос на 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 10 лабораторных заданий, предусматривающие разработку, тестирование и эксплуатацию моделей и алгоритмов анализа данных с использованием различных алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей.	При успешном выполнении работ в течение семестра фиксируется возможность оценивания только теоретической части дисциплины в ходе промежуточной аттестации (зачета с оценкой), 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:

1. Графическое отображение целевых векторов и построение линейной разделяющей линии.
2. Обучение нейросетевого классификатора для разделения гауссовских случайных векторов.
3. Тестирование классификатора оценка вероятностей ошибок первого и второго рода методом статистического имитационного моделирования.

Задания для самостоятельной работы

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

### 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о проведении промежуточной аттестации при реализации образовательных программ высшего образования ВГУ. 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 в таблице раздела 20.2.3.

№	Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен)
1	История развития нейронных сетей. Биологический и искусственный нейрон.
2	Классификация нейронных сетей. Виды активационных функций.
3	Проблема «исключающее «или» и ее решение.
4	<i>Однонаправленные многослойные сети персептронного типа</i>
5	<i>Описание архитектуры нейронной сети MLP</i>
6	<i>Алгоритм обратного распространения ошибки и его модификации.</i>
7	<i>Практические проблемы создания и обучения многослойных нейронных сетей персептронного типа.</i>
8	<i>Технологии, используемые для обучения глубоких нейронных сетей. Общая характеристика проблемы.</i>
9	<i>Архитектура сверточной нейронной сети и ее гиперпараметры.</i>
10	<i>Технологии переноса обучения для сверточной нейронной сети и их реализация.</i>
11	<i>Рекуррентные нейронные сети. Нейронная сеть LSTM.</i>
12	<i>Автоэнкодер и его применение для послойного обучения глубоких сетей.</i>
13	<i>Применение сверточных нейронных сетей для поиска объектов на изображениях</i>
14	<i>Применение сетей LSTM для анализа тестовых данных (на примере анализа тональности высказываний)</i>

### 20.2.2. Пример контрольно-измерительного материала

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой технологий обработки и защиты информации

\_\_\_\_\_ А.А. Сирота

\_\_.\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 09.04.02 Информационные системы и технологии

Дисциплина Б1.В.05 Машинное обучение и глубокие сети

Форма обучения Очное

Вид контроля Зачет с оценкой

Вид аттестации Промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 1

1. История развития нейронных сетей. Биологический и искусственный нейрон.

2. Применение сетей LSTM для анализа тестовых данных (на примере анализа тональности высказываний).

Преподаватель \_\_\_\_\_ А.А. Сирота

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

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

1. знание теоретических основ учебного материала, основных определений, понятий и используемой терминологии;
2. 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;
3. 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;
4. умение обосновывать свои суждения и профессиональную позицию по излагаемому вопросу;
5. владение навыками программирования и экспериментирования с компьютерными моделями алгоритмов обработки информации в среде Matlab в рамках выполняемых лабораторных заданий;
6. владение навыками проведения компьютерного эксперимента, тестирования компьютерных моделей алгоритмов обработки информации.

Различные комбинации перечисленных показателей определяют критерии оценивания результатов обучения (сформированности компетенций):

- повышенный (углубленный) уровень сформированности компетенций;
- базовый уровень сформированности компетенций;
- пороговый 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 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

<p>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.</p>	<p>Базовый уровень</p>	<p>Хорошо</p>
<p>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.</p>	<p>Пороговый уровень</p>	<p>Удовлетворительно</p>
<p>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.</p>	<p>-</p>	<p>Неудовлетворительно</p>