

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

25.04.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.04.02 Разработка приложений для систем машинного обучения

- 1. Код и наименование направления подготовки:**
02.04.01 Математика и компьютерные науки
- 2. Профиль подготовки:**
компьютерные науки и информационные технологии для цифровой экономики
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** магистратура
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**
кафедра технологий обработки и защиты информации
- 6. Составители программы:**
Дрюченко Михаил Анатольевич, к.т.н., доцент
- 7. Рекомендована:** протокол НМС № 5 от 25.04.2022
- 8. Учебный год:** 2023-2024 **Семестр:** 4

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цели дисциплины:

изучение теоретических основ машинного обучения, вопросов практической реализации и применения алгоритмов машинного обучения при решении реальных задач, связанных и с распознаванием, классификацией и обработкой данных; получение профессиональных компетенций в области современных технологий машинного обучения.

Основные задачи дисциплины:

- знакомство студентов с теоретическими аспектами машинного обучения;
- изучение основных алгоритмов машинного обучения и особенностей их применения при разработке автоматизированных алгоритмов обработки данных;
- овладение практическими навыками применения алгоритмов машинного обучения при разработке приложений для распознавания образов, классификации данных и прогнозирования трендов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина относится к дисциплинам по выбору.

Для успешного освоения дисциплины требуется знания в области информатики, математического анализа, теории вероятности, математической статистики, технологий обработки информации, обработки изображений.

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-2	Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники	ПК-2.1	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).	Знать: современные методы и средства разработки приложений на языках высокого уровня, известные библиотеки машинного обучения.
		ПК-2.2	Умеет использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта.	Уметь: проводить анализ методологических и технологических требований к проектам, использующим методы машинного обучения, оценивать возможности реализации и выявлять возможные риски, формировать функциональный облик программного обеспечения.
		ПК-2.3	Имеет практический опыт применения указанных выше методов и технологий.	Владеть: практическими навыками анализа требований с учетом специфики проектов, навыками формирования функционального облика разрабатываемого программного обеспечения.

ПК-3	Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.	ПК-3.1	Владеет современными методами разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Знать: основные модели и алгоритмы машинного обучения, специфику их использования.
		ПК-3.2	Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Уметь: применять на практике методы машинного обучения для задач моделирования, анализа данных, прогнозирования, в том числе при моделировании бизнес-процессов.
		ПК-3.3	Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Владеть: практическими навыками применения методов машинного обучения в задачах моделирования, анализа, прогнозирования данных и бизнес-процессов.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час: 4/144

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			4 семестр
Аудиторные занятия		56	56
в том числе:	лекции	28	28
	практические		
	лабораторные	28	28
Самостоятельная работа		88	88
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации (зачет с оценкой)			
Итого:		144	144

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Введение в машинное обучение	Обзор предметной области, основных понятий машинного обучения, моделей и алгоритмов. Примеры решаемых прикладных задач (классификации, регрессии, прогнозирования).	
1.2	Обзор известных библиотек и фреймворков для машинного обучения	Пакеты для машинного обучения в Matlab. Фреймворки и библиотеки машинного обучения, использующие Python. Фреймворки и библиотеки машинного обучения, использующие C/C++/C#. Фреймворки и библиотеки машинного обучения, использующие	

		<p>щие Java. Вопросы взаимодействия библиотек машинного обучения с разрабатываемыми программными средствами. Импорт/экспорт обученных моделей.</p> <p>Вопросы производительности обучения, использования GPU и SIMD расширений CPU.</p>	
1.3	Разработка приложений для классификации, распознавания и обработки данных с использованием нейронных сетей, решающих деревьев, случайного леса и метода опорных векторов	<p>Принципы работы решающих деревьев, случайного леса, метода опорных векторов, однослойных и многослойных нейронных сетей прямого распространения.</p> <p>Обзор механизмов регуляризации, критериев качества классификации, скользящего контроля, ROC, AUC, точности и полноты.</p> <p>Программная реализация многослойных нейронных сетей, алгоритмов обучения RProp, QProp, Левенберга-Марквардта.</p> <p>Компьютерное зрение. Алгоритмы обработки цифровых изображений в задачах распознавания и классификации мультимедиа информации. Обзор возможностей библиотеки OpenCV.</p> <p>Создание автоматизированных алгоритмов обработки данных (на основе методов машинного обучения) для решения прикладных задач.</p>	
1.4	Разработка приложений для решения задач обработки данных с использованием методов глубокого обучения	<p>Обзор технологии глубокого обучения, сверточных и рекуррентных нейронных сетей. Проблема разметки исходных данных. Аугментация данных. Создание автоматизированных алгоритмов обработки данных (на основе глубоких нейронных сетей) для решения прикладных задач.</p>	
2. Лабораторные занятия			
2.1	Изучение возможностей известных библиотек и фреймворков для машинного обучения	<p>1. Изучение пакетов для машинного обучения в Matlab, фреймворков и библиотек машинного обучения, использующих Python, C/C++/C#, Java.</p> <p>Изучение вопросов подключения и использования библиотек машинного обучения в пользовательских проектах.</p>	
2.2	Нейронные сети	<p>Изучение принципов работы искусственных нейронных сетей. Реализация нейронной сети прямого распространения и ее использование для решения задач классификации.</p> <p>Использование различных библиотек машинного обучения и компьютерного зрения для решения задачи обработки и распознавания мультимедиа информации.</p> <p>Изучение вопросов выделения, анализа и отбора признаковых описателей.</p>	
2.3	Глубокое обучение (Deep learning)	<p>4. Практическое изучение технологии глубокого обучения, использование сверточных нейронных сетей из библиотеки TensorFlow (Keras) для задачи анализа объектов на изображениях.</p>	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)			
		Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение в машинное обучение	4	0	12	16
2	Обзор известных библиотек и фреймворков для машинного обучения	6	4	16	26
3	Разработка приложений для классификации, распознавания и обработки данных с использованием нейронных сетей, решающих деревьев, случайного леса и метода опорных векторов	10	14	36	60
4	Разработка приложений для решения задач обработки данных с использованием методов глубокого обучения	8	10	24	42
	Итого:	28	28	88	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины складывается из аудиторной работы (учебной деятельности, выполняемой под руководством преподавателя) и внеаудиторной работы (учебной деятельности, реализуемой обучающимся самостоятельно).

Аудиторная работа состоит из работы на лекциях и выполнения практических заданий в объёме, предусмотренном учебным планом. Лекция представляет собой последовательное и систематическое изложение учебного материала, направленное на знакомство обучающихся с основными понятиями и теоретическими положениями изучаемой дисциплины.

Лекционные занятия формируют базу для практических занятий, на которых полученные теоретические знания применяются для решения конкретных практических задач. Обучающимся для успешного освоения дисциплины рекомендуется вести конспект лекций и практических занятий.

Самостоятельная работа предполагает углублённое изучение отдельных разделов дисциплины с использованием литературы, рекомендованной преподавателем, а также конспектов лекций, конспектов практических занятий. В качестве плана для самостоятельной работы может быть использован раздел 13.1 настоящей рабочей программы, в котором зафиксированы разделы дисциплины и их содержание. В разделе 13.2 рабочей программы определяется количество часов, отводимое на самостоятельную работу по каждому разделу дисциплины. Больше количество часов на самостоятельную работу отводится на наиболее трудные разделы дисциплины. Для самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины используется перечень литературы и других ресурсов, перечисленных в пунктах 15 и 16 настоящей рабочей программы. Обязательным элементом самостоятельной работы является выполнение домашнего задания.

Успешность освоения дисциплины определяется систематичностью и глубиной аудиторной и внеаудиторной работы обучающегося.

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

В рамках дисциплины предусмотрено проведение трёх текущих аттестаций за семестр. Результаты текущей успеваемости учитываются при выставлении оценки по промежуточной аттестации в соответствии с положением П ВГУ 2.1.04.16–2019 «Положение о текущей и промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся на факультете компьютерных наук Воронежского государственного университета с использованием балльно-рейтинговой системы».

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей и в соответствии с индивидуальной программой реабилитации. Для лиц с нарушением слуха при необходимости допускается присутствие на лекциях и практических занятиях ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки на зачете может быть увеличено. Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). На лекциях и практических занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам. При необходимости время подготовки на экзамене может быть увеличено. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата при необходимости допускается присутствие ассистента на лекциях и практических занятиях. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура экзамена может быть реализована дистанционно.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети / В. С. Ростовцев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 216 с. — ISBN 978-5-507-46446-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/310184 (дата обращения: 05.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Нейросетевые технологии обработки информации [Электронный ресурс] : практикум / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: А.А. Сирота, Е.Ю. Митрофанова, М.А. Дрюченко. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013. — Загл. с титул. экрана. — Электрон. версия печ. публикации. — Режим доступа: для зарегистрированных читателей ВГУ. — URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-19.pdf

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Машинное обучение : учебник / Е. Ю. Бутырский, В. В. Цехановский, Н. А. Жукова [и др.]. — Москва : Директ-Медиа, 2022. — 368 с. : ил., табл., схем., граф. — Режим доступа: по подписке. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=701807 (дата обращения: 05.03.2022). — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-4499-3778-0. — Текст : электронный.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Ресурс
1	ЗНБ ВГУ: https://lib.vsu.ru/
2	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online": http://biblioclub.ru/
3	Электронно-библиотечная система "Лань": https://e.lanbook.com/
4	Электронно-библиотечная система "Консультант студента": http://www.studmedlib.ru
5	Электронный университет ВГУ: https://edu.vsu.ru/

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Нейросетевые технологии обработки информации [Электронный ресурс] : практикум / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: А.А. Сирота, Е.Ю. Митрофанова, М.А. Дрюченко. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013. – Загл. с титул. экрана. – Электрон. версия печ. публикации. – Режим доступа: для зарегистрированных читателей ВГУ. – URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-19.pdf

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

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе портала edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория для лекционных занятий: мультимедиа-проектор, экран для проектора, компьютер с выходом в сеть «Интернет». Специализированная мебель (столы ученические, стулья, доска). Программное обеспечение: LibreOffice v.5-7, программа для просмотра файлов формата pdf, браузер.

Аудитория для лабораторных занятий: компьютеры с выходом в сеть «Интернет» и доступом к электронным библиотечным системам, специализированная мебель (столы ученические, стулья, доска). Программное обеспечение: LibreOffice v.5-7, программа для просмотра файлов формата pdf, браузер.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Введение в машинное обучение	ПК-2 ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3 ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Устный опрос. Лабораторные работы 1-4
2	Обзор известных библиотек и фреймворков для машинного обучения	ПК-2 ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3 ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Устный опрос. Лабораторные работы 1-4
3	Разработка приложений для классификации, распознавания и обработки данных с использованием нейронных сетей, решающих деревьев, случайного леса и метода опорных векторов	ПК-2 ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3 ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Устный опрос. Лабораторные работы 1-4
4	Разработка приложений для решения задач обработки данных с использованием методов глубокого обучения	ПК-2 ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3 ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Устный опрос. Лабораторные работы 1-4
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Перечень вопросов к зачёту

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: устный опрос, лабораторная работа.

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	Лабораторная работа	Содержит 4 лабораторных задания, предусматривающих разработку и тестирование (на модельных и реальных данных) приложений на языках C++ и Python с использованием известных фреймворков и библиотеки машинного обучения	При успешном выполнении работ в течение семестра фиксируется возможность оценивания только теоретической части дисциплины в ходе промежуточной аттестации (экзамена), в противном случае проверка задания по лабораторным работам выносится на экзамен.

Типовое задание для лабораторной работы

Лабораторная работа № 1

«Изучение фреймворков и библиотек для машинного обучения»

Цель работы: изучить принципы работы и использования в пользовательских приложениях известных библиотек для машинного обучения.

Форма контроля: опрос в устной форме по исходному коду и результатам работы реализованной программы.

Содержание работы: получить у преподавателя вариант задания, написать код, реализующий соответствующий алгоритм обработки информации. Провести тестирование реализованного алгоритма.

Проанализировать полученные результаты и сформулировать выводы по проделанной работе.

Пример варианта задания: С использованием библиотеки FANN написать приложение для распознавания рукописных букв и цифр. Использовать нейронную сеть класса многослойный перцептрон.

Примеры контрольных вопросов:

1. На что влияет количество и размер скрытых слоев сети?
2. Какие активационные функции можно применять при обучении сети методом обратного распространения ошибки.

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

Задания закрытого типа

1. Цель кластеризации заключается в
 - а) сокращении объема хранимых данных;
 - б) группировании множества объектов на непересекающиеся подмножества таким образом, чтобы каждое подмножество состояло из объектов, близких по какому-либо критерию, а объекты разных множеств существенно отличались;
 - в) распределении обучающего множества на несколько predetermined классов
2. Многослойной нейронной сетью называют
 - а) сеть, имеющую более одного слоя;
 - б) сеть, имеющую более двух слоев;
 - в) сеть, имеющую более двух скрытых слоев
3. К переобучению склонны сети с
 - а) большим числом слоев;
 - б) большим числом весов;
 - в) малым числом слоев;
 - г) малым числом весов
4. Стохастическим методом обучения называется
 - а) метод, использующий последовательную коррекцию весов, зависящую от объективных значений сети;
 - б) недетерминированный метод обучения с учителем;
 - в) метод, выполняющий псевдослучайные изменения весовых значений
5. Целевой функцией нейронной сети называется
 - а) разность между желаемым и фактическим выходом сети;
 - б) активационная функция;
 - в) функция, которую аппроксимирует сеть
6. Стратегия избегания локальных минимумов при сохранении стабильности в процессе обучения заключается в
 - а) малых начальных шагах изменения весовых значений и постепенном увеличении этих шагов;
 - б) больших начальных шагах изменения весовых значений и постепенном уменьшении этих шагов;
 - в) малых постоянных изменениях весовых значений
7. Какие из перечисленных моделей относятся к линейным (возможен множественный выбор)
 - а) логистическая регрессия;
 - б) линейная регрессия;
 - в) простой линейный классификатор;

Задания открытого типа

1. Один из методов регуляризации нейронных сетей, предназначенный для уменьшения вероятности переобучения модели за счет исключения из рассмотрения заданного процента случайных нейронов на разных итерациях во время обучения сети.
2. Слой искусственной нейронной сети, на котором реализуется нелинейное уплотнение карты признаков. Позволяет уменьшить пространство признаков, сохраняя наиболее важную информацию.

Задания с развёрнутым ответом

1. Опишите архитектуру и принципы работы сверточных нейронных сетей. Приведите примеры задач, которые эффективно решаются сверточными сетями.

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся приводит развернутое и корректное описание архитектуры и принципов работы сверточных нейронных сетей. Приводит примеры задач, решаемых такими сетями.	3 балла
Обучающийся приводит достаточно развернутое описание архитектуры и принципов работы сверточных нейронных сетей. Приводит примеры задач, решаемых такими сетями. В описании допускаются незначительные неточности.	2 балла
Представлено частичное или недостаточно развернутое описание архитектуры и принципов работы сверточных нейронных сетей, в котором могут содержаться отдельные неточности. Отсутствуют примеры задач, решаемых такими сетями.	1 балл
Представлено неполное или содержащее грубые ошибки описание архитектуры и принципов работы сверточных нейронных сетей. Отсутствуют примеры задач, решаемых такими сетями.	0 баллов

2. Опишите архитектуру и принципы работы рекуррентных нейронных сетей. Приведите примеры задач, которые эффективно решаются рекуррентными сетями.

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся приводит развернутое и корректное описание архитектуры и принципов работы рекуррентных нейронных сетей. Приводит примеры задач, решаемых такими сетями.	3 балла
Обучающийся приводит достаточно развернутое описание архитектуры и принципов работы рекуррентных нейронных сетей. Приводит примеры задач, решаемых такими сетями. В описании допускаются незначительные неточности.	2 балла
Представлено частичное или недостаточно развернутое описание архитектуры и принципов работы рекуррентных нейронных сетей, в котором могут содержаться отдельные неточности. Отсутствуют примеры задач, решаемых такими сетями.	1 балл
Представлено неполное или содержащее грубые ошибки описание архитектуры и принципов работы рекуррентных нейронных сетей. Отсутствуют примеры задач, решаемых такими сетями.	0 баллов

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: перечень вопросов к зачёту.

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 задания - вопросов для контроля знаний, умений и владений в рамках оценки уровня сформированности компетенции. При оценивании используется количественная шкала. Критерии оценивания приведены в таблице, приведенной ниже.

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 используемой терминологии;
2. умение связывать теорию с практикой, умение выявлять и анализировать основные закономерности, полученные, в том числе, в ходе выполнения практических заданий;
3. умение обосновывать свои суждения и профессиональную позицию по излагаемому вопросу;
4. владение навыками программирования в рамках выполняемых практических заданий;
5. владение навыками проведения компьютерного эксперимента, тестирования алгоритмов обработки информации.

Перечень вопросов к зачёту

№	Содержание
1	Задачи, решаемые алгоритмами машинного обучения. Методика анализа данных.
2	Классификация алгоритмов машинного обучения.
3	Постановка и методы решения задачи классификации.
4	Постановка и методы решения задачи кластеризации.
5	Задача анализа временных рядов.
6	Принципы работы метода опорных векторов.
7	Структура деревьев решений.
8	Алгоритм Random Forest.
9	Нейронные сети прямого распространения. Структура сети, обучение по алгоритму обратного распространения ошибки.
10	Извлечение и генерация признаков на примере задачи анализа цифровых изображений.
11	Извлечение и генерация признаков на примере задачи анализа текстов.
12	Алгоритмы отбора и преобразования признаков.
13	Функционалы качества (log loss, ROC, AUC, accuracy, precision, recall и т.д.).
14	Глубокое обучение.
15	Сверточные и рекуррентные нейронные сети.
16	Подготовка обучающих наборов данных. Аугментация.
17	Библиотеки и фреймворки для машинного обучения
18	Взаимодействие библиотек машинного обучения с разрабатываемыми программными средствами. Импорт/экспорт обученных моделей.

Для оценивания результатов обучения на зачёте с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<p>Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Обучающийся демонстрирует высокий уровень владения материалом, ориентируется в предметной области, верно отвечает на все дополнительные вопросы.</p>	<p>Повышенный уровень</p>	<p>Отлично</p>
<p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному или двум из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Допускаются ошибки при воспроизведении части теоретических положений.</p>	<p>Базовый уровень</p>	<p>Хорошо</p>
<p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трём из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Сформированные знания основных понятий, определений и теорем, изучаемых в курсе, не всегда полное их понимание с затруднениями при воспроизведении.</p>	<p>Пороговый уровень</p>	<p>Удовлетворительно</p>
<p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым четырём из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные знания (либо их отсутствие) основных понятий, определений и теорем, используемых в курсе.</p>	<p>–</p>	<p>Неудовлетворительно</p>