

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Кургалин Сергей Дмитриевич
Кафедра цифровых технологий



25.06.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.01 Квантовые вычисления

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

02.03.01 Математика и компьютерные науки

2. Профиль подготовки/специализация:

Квантовая теория информации, Распределенные системы и искусственный интеллект

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавриат

4. Форма обучения:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра цифровых технологий

6. Составители программы:

Клинских Александр Федотович, доктор физико-математических наук, профессор

7. Рекомендована:

протокол НМС ФКН № 5 от 10.03.2021

8. Учебный год:

2023-2024 и 2024-2025

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цели: представить решение актуальных задач по обработке информации как реальные физические задачи, основанные на постулатах квантовой механики.

Задачи: анализ квантовых алгоритмов для решения задач классификации, поиска, оптимизации, а также протоколов для передачи квантовой информации.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к части блока Б1, формируемой участниками образовательных отношений. Для успешного освоения дисциплины необходимо предварительное изучение линейной алгебры, математического анализа, а также владение навыками 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-1 Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий. | ПК-1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий | Знает основные понятия квантовых вычислений |
| ПК-3 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники. | ПК-3.1 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 модель кубита, модель квантовой схемы |
| ПК-4 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования. | ПК-4.1 Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования | Знает модуль Qiskit |
| ПК-4 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования. | ПК-4.2 Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования | Умеет реализовать квантовый алгоритм в форме квантовой схемы |

| Код и название компетенции | Код и название индикатора компетенции | Знания, умения, навыки |
|---|---|--|
| ПК-4 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования. | ПК-4.3 Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования | Владеет.навыками работы с модулем Qiskit |
| ПК-3 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники. | ПК-3.2 Умеет использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта | Умеет формулировать прикладную задачу в формализме квантовых алгоритмов и квантовых схем |
| ПК-3 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники. | ПК-3.3 Имеет практический опыт применения указанных выше методов и технологий | Владеет навыками работы в среде Python |
| ПК-1 Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий. | ПК-1.2 Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике | Умеет.проанализировать постановку задачи, проанализировать пути достижения цели работы |

| | | |
|--|---|---|
| Код и название компетенции | Код и название индикатора компетенции | Знания, умения, навыки |
| ПК-1 Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий. | ПК-1.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике и информатике | Владеет навыками работы в различных средах программирования |

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

5/180

Форма промежуточной аттестации:

Зачет, Зачет с оценкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

| Вид учебной работы | Семестр 6 | Семестр 7 | Всего |
|--------------------------|-----------|-----------|-------|
| Аудиторные занятия | 48 | 32 | 80 |
| Лекционные занятия | 32 | 16 | 48 |
| Практические занятия | | | 0 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | 32 |
| Самостоятельная работа | 24 | 76 | 100 |
| Курсовая работа | | | 0 |
| Промежуточная аттестация | 0 | 0 | 0 |
| Часы на контроль | | | 0 |
| Всего | 72 | 108 | 180 |

13.1. Содержание дисциплины

| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК |
|-----|---------------------------------|---|---|
| 1 | Постулаты квантовой механики | Основные понятия, обозначения, постулаты, неравенства Белла, оператор плотности | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=16239 |

| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК |
|-----|------------------------------------|--|---|
| 2 | Модель квантовой схемы | Логические элементы (гейты). Однокубитовые и двухкубитовые гейты. Примеры квантовых алгоритмов. Реализация квантовых схем с использованием модуля Qiskit. | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=16239 |
| 3 | Элементы квантовой криптографии | Квантовое распределение ключей. Примеры квантовых протоколов | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=16239 |
| 4 | Основы квантовой теории информации | Энтропия и информация. Энтропия Шеннона и энтропия фон Неймана. Различение квантовых состояний. | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=16239 |

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) | Лекционные занятия | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа | Всего |
|-------|------------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-------|
| 1 | Постулаты квантовой механики | 6 | | 4 | 4 | 14 |
| 2 | Модель квантовой схемы | 26 | | 12 | 20 | 58 |
| 3 | Элементы квантовой криптографии | 8 | | 8 | 50 | 66 |
| 4 | Основы квантовой теории информации | 8 | | 8 | 26 | 42 |
| | | 48 | 0 | 32 | 100 | 180 |

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 (или лабораторных) 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 (или лабораторных) занятий, на которых полученные теоретические знания применяются для решения конкретных практических задач. Обучающимся для успешного освоения дисциплины рекомендуется вести конспект лекций и практических (лабораторных) занятий.

Самостоятельная работа предполагает углублённое изучение отдельных разделов дисциплины с использованием литературы, рекомендованной преподавателем, а также конспектов лекций, презентационным материалом (при наличии) и конспектов практических (лабораторных) 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. Большее 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.

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

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

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

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 1 | Прилипко, В. К. Физические основы квантовых вычислений. Динамика кубита [Электронный ресурс] : монография / Прилипко В. К., Коваленко И. И. — 1-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2019 .— 216 с. — Книга из коллекции Лань - Физика .— ISBN 978-5-8114-3383-4 .— <URL: https://e.lanbook.com/book/111888 >. |
| 2 | Душкин, Р. В. Квантовые вычисления и функциональное программирование [Электронный ресурс] / Душкин Р. В. — Москва : ДМК Пресс, 2015 .— 232 с. — Книга из коллекции ДМК Пресс - Информатика .— ISBN 978-5-97060-275-1 .— <URL: https://e.lanbook.com/book/97340 >. |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 1 | Моргунов, Р. Б. Физические основы квантовых вычислений : учебное пособие / Р.Б. Моргунов, О.В. Коплак, О.С. Дмитриев ; Министерство образования и науки Российской Федерации ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет» .— Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2017 .— 98 с. : ил. — Библиогр.: с. 95. — http://biblioclub.ru/ .— ISBN 978-5-8265-1690-4 .— <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498897 >. |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 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/ |
| 6 | https://qiskit.org/textbook — Learn Quantum Computation using Qiskit |
| 7 | https://quantum-computing.ibm.com/jupyter — IBM Quantum Experience |

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 1 | Кайе, Ф. Введение в квантовые вычисления = An introduction to quantum computing / Ф. Кайе, Р. Лафлам, М. Моска ; пер. с англ. Т.С. Никитиной ; под науч. ред. А.В. Анохина .— М. ; Ижевск ; Институт компьютерных исследований : Регулярная и хаотическая динамика, 2009 .— 346 с. : ил. — Библиогр.: с.328-339 .— Предм. указ.: с.340-346 .— ISBN 978-5-93972-766-2. |

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:

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 477

Учебная аудитория: специализированная мебель, ноутбук HP Pavilion Dv9000-er, мультимедийный проектор, экран

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount - 25", Foxit PDF Reader

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

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя i5-8400-2,8ГГц, монитор с ЖК 19», мультимедийный проектор, экран

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount - 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 505п

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя i5-3220-3.3ГГц, монитор с ЖК 17", мультимедийный проектор, экран

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount - 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 292

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя Pentium-G3420-3,2ГГц, монитор с ЖК 17", мультимедийный проектор, экран. Система для видеоконференций Logitech ConferenceCam

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount - 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 297

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя i3-3240-3,4ГГц, монитор с ЖК 17", мультимедийный проектор, экран

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount - 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 380

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя i3-3240-3,4ГГц, монитор с ЖК 17", мультимедийный проектор, экран

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount - 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 290

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i7-7800x-4ГГц, мониторы ЖК 27» (12 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount - 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 291

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-3220-3,3ГГц, мониторы ЖК 19» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount - 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 293

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-8100-3,6ГГц, мониторы ЖК 22» (17 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount - 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 295

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-9100-3,6ГГц, мониторы ЖК 24» (14 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount - 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 382

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i5-9600KF-3,7ГГц, мониторы ЖК 24» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount - 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 383

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i7-9700F-3ГГц, мониторы ЖК 27» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount - 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 384

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-2120-3,3ГГц, мониторы ЖК 22» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount - 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 385

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-2120-3,3ГГц, мониторы ЖК 19» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount - 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 301п

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе

i3-2120-3,3ГГц, мониторы ЖК 17» (15 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 303п

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-8100-3,9ГГц, мониторы ЖК 24» (13 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 314п

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-7100-3,6ГГц, мониторы ЖК 19» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 316п

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-9100-3,6ГГц, мониторы ЖК 19» (30 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", 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 | Раздел 1 | ПК-1 | ПК-1.1 | Письменный опрос |
| 2 | Раздел 2 | ПК-3 | ПК-3.1 | Письменный опрос |
| 3 | Раздел 2 | ПК-4 | ПК-4.1 | Письменный опрос |
| 4 | Раздел 3 | ПК-4 | ПК-4.2 | Письменный опрос |
| 5 | Раздел 3 | ПК-4 | ПК-4.3 | Письменный опрос |
| 6 | Раздел 4 | ПК-3 | ПК-3.2 | Письменный опрос |
| 7 | Раздел 2 | ПК-3 | ПК-3.3 | Письменный опрос |
| 8 | Раздел 3 | ПК-1 | ПК-1.2 | Письменный опрос |
| 9 | Раздел 1 | ПК-1 | ПК-1.3 | Письменный опрос |

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Зачет, Зачет с оценкой

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Перечень вопросов для письменного опроса

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости проводится в течение семестра по вопросам для письменного опроса в рамках текущих аттестаций

20.2 Промежуточная аттестация

Перечень вопросов для письменного опроса

1. Предмет, задачи курса и основные понятия
2. Постулаты квантовой механики
3. Оператор плотности
4. Неравенства Белла
5. Модель квантовой схемы
6. Двухкубитовые операции
7. Протоколы квантовой передачи информации
8. Задача Бернштейна-Вазирани
9. Задача Дойча. Алгоритм Дойча и Джозы
10. Алгоритм Саймона
11. Квантовое преобразование Фурье
12. Квантовое оценивание фазы
13. Задача нахождения порядка
14. Алгоритм Шора
15. Алгоритм Гровера
16. Qiskit и квантовые вычисления
17. Квантовые схемы исправления ошибок
18. Фазовые ошибки
19. Принципы квантовой криптографии
20. Квантовое распределение ключей
21. Энтропия и информация
22. Энтропия фон Неймана
23. Оптимальное различение квантовых состояний

Для оценивания результатов обучения на зачёте используются оценки: «зачтено» и «не зачтено».

| Критерии оценивания компетенций | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок |
|--|--------------------------------------|--------------|
| Ответ обучающегося соответствует хотя бы половине из перечисленных критериев. Сформированные знания основных понятий, определений и теорем, изучаемых в курсе, возможно с затруднениями при воспроизведении. | Пороговый уровень | Зачтено |

| | | |
|---|---|------------|
| Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует более чем половине из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные знания (либо их отсутствие) основных понятий, определений и теорем, используемых в курсе. | - | Не зачтено |
|---|---|------------|

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

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