

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
радиотехники и компьютерных
технологий**

Д.А. Гаврилов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Мультисервисные сети связи
по направлению:	Инфокоммуникационные технологии и системы связи
профиль подготовки:	Телекоммуникационные сети и системы Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра мультимедийных технологий и телекоммуникаций
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: В.М. Вишневский, д-р техн. наук, профессор, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры мультимедийных технологий и телекоммуникаций 30.03.2023

Аннотация

Курс «Мультисервисные сети связи» проводится на 1 году магистратуры. В рамках данного курса обучающиеся получают необходимые знания о построении, архитектуре и услугах современных мультисервисных сетей связи, используемых сетевых технологиях и протоколах, методах моделирования и анализа производительности сетей. Пройдя программу курса, студенты освоят различные механизмы доступа к среде в проводных и беспроводных сетях и узнают об ограничениях их применения, ознакомятся с различными протоколами маршрутизации в IP-сетях и беспроводных mesh-сетях, освоят протоколы транспортного уровня и уровня приложений, а также познакомятся с технологиями, используемыми в Интернете вещей. В результате прохождения курса учащиеся получат знания из области теории графов, теории массового обслуживания и теории случайных процессов, необходимые для моделирования и анализа производительности существующих и перспективных проводных и беспроводных сетей.

Занятия будут проводиться в форме лекций. Для успешного прохождения курсов необходимо посещение и конспектирование лекций, своевременное освоение теории и выполнение заданий, а также самостоятельная работа с дополнительной литературой.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- Изучение основных принципов работы современных систем передачи данных;
- изучение стандартов и протоколов физического, канального, сетевого, транспортного уровней и уровня приложений проводных и беспроводных сетей;
- изучение методов моделирования и анализа производительности систем связи с проводными и беспроводными каналами.

Задачи дисциплины

- Освоение принципов построения и архитектуры современных мультисервисных сетей связи;
- ознакомление с используемыми сетевыми технологиями и протоколами связи в мультисервисных сетях;
- приобретение знаний для ориентации в современных системах связи;
- приобретение знаний и навыков для построения теоретических моделей и получения оценок производительности каналов и сетей связи.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.4 Способен использовать современные средства информационно-коммуникационных технологий для академического и профессионального взаимодействия
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
	УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные и прикладные научные знания в области естественных наук

своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-2 Способен реализовывать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	ОПК-2.2 Владеет навыками реализации новых принципов и методов исследования в современных инфокоммуникационных системах и сетях
ОПК-3 Способен приобретать, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению задач своей профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций при поиске научно-технической информации в своей профессиональной деятельности

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Архитектуру мультисервисных сетей связи;
- используемые сетевые технологии мультисервисных сетей связи;
- протоколы канального, сетевого и транспортного уровней проводных и беспроводных сетей связи;
- методы исследования производительности мультисервисных сетей связи.

уметь:

- Применять знания технологий и протоколов мультисервисных сетей связи при разработке и построении сетей.

владеть:

- Методами теоретического анализа производительности каналов и сетей связи;
- основными методами построения мультисервисных сетей связи.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Общие принципы и технологии построения мультисервисной сети связи, методы доступа к каналу.	2			2
2	Проводные локальные сети на базе технологии Ethernet. Локальные сети стандарта IEEE 802.11 (WiFi)	3			3
3	Математические основы маршрутизации. Маршрутизация в беспроводных mesh и ad-hoc сетях.	4			4
4	Сетевой уровень в сетях TCP/IP. Транспортный уровень в сетях TCP/IP	3			3
5	Методы управления трафиком и обеспечения качества обслуживания. Уровень приложений в сетях TCP/IP	4			4
6	Сенсорные сети ZigBee	3			3

7	Радиочастотная идентификация UHF RFID и NFC	3			3
8	Математические основы исследования производительности сетей	4			4
9	Современные тенденции развития сетей	4			4
Итого часов		30			30
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

1. Общие принципы и технологии построения мультисервисной сети связи, методы доступа к каналу.

Общие принципы и технологии построения мультисервисной сети связи. Архитектура открытых сетей. Международная и отечественная нормативная база. Сходства и различия между стеками TCP/IP и ISO/OSI. Классификация сетей.

2. Проводные локальные сети на базе технологии Ethernet. Локальные сети стандарта IEEE 802.11 (WiFi)

История появления и архитектура локальных сетей Ethernet. Типы оборудования. Физический уровень сетей Ethernet. Метод доступа к среде CSMA/CD. Протокол покрывающего дерева STP и его модификации. Виртуальные локальные сети VLAN.

3. Математические основы маршрутизации. Маршрутизация в беспроводных mesh и ad-hoc сетях.

Основные понятия теории графов. Способы представления графов в памяти компьютера. Алгоритмы обхода графов в ширину и глубину. Алгоритмы поиска кратчайших путей. Алгоритмы поиска максимального потока.

4. Сетевой уровень в сетях TCP/IP. Транспортный уровень в сетях TCP/IP

Ненадежная передача дейтаграмм с помощью протокола UDP. Надежная передача данных с установлением соединений в протоколе TCP. Метод скользящего окна.

5. Методы управления трафиком и обеспечения качества обслуживания. Уровень приложений в сетях TCP/IP

Методы и алгоритмы управления трафиком и борьбы с перегрузками на канальном, сетевом и транспортном уровнях. Классификация трафика. Методы и алгоритмы обеспечения качества обслуживания (QoS). Протокол RSVP. Дифференцированное обслуживание.

6. Сенсорные сети ZigBee

Архитектура и виды топологий сенсорных сетей ZigBee. Особенности физического и канального уровней сенсорных сетей. Маршрутизация в сетях ZigBee. Примеры приложений в Интернете вещей.

7. Радиочастотная идентификация UHF RFID и NFC

История радиочастотной идентификации. Архитектура систем RFID. Стандарт EPC Class 1 Generation 2. Антиколлизийный протокол UHF RFID. Архитектура и принципы работы NFC.

8. Математические основы исследования производительности сетей

Основы теории массового обслуживания и ее применение для анализа производительности каналов связи и сетей. Процессы гибели и размножения. Формула Литтла. Элементарные системы массового обслуживания M/M/1, M/M/1/N, M/M/K/N. Открытые и замкнутые сети массового обслуживания. Обзор более сложных систем массового обслуживания.

9. Современные тенденции развития сетей

Облачные и туманные вычисления, виртуальные сети. Интернет вещей. Использование MU-MIMO и уменьшение размеров сот. Сети миллиметрового диапазона. Современный спутниковый Интернет.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система), аудиторная доска.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы, учебное пособие для вузов : рек. М-вом образования и науки РФ /В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. Санкт-Петербург, Питер, 2019

Дополнительная литература

1. Компьютерные сети [Текст] = Computer Networks /Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл ; пер. с англ. А. Гребенькова, [учебник для вузов]. -СПб, Питер, 2015

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://lib.mipt.ru> – электронная библиотека Физтеха
2. <http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».
3. <http://benran.ru> –библиотека по естественным наукам Российской академии наук.
4. <http://minsvyaz.ru/ru/documents/> – нормативно-правовые документы Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации
5. <http://www.itu.int/pub/T-REC/> – Рекомендации Сектора стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи МСЭ-Т
6. <http://www.itu.int/pub/R-REC/> – Рекомендации Сектора радиосвязи Международного союза электросвязи МСЭ-Р
7. <http://www.etsi.org/standards-search/> – стандарты Европейского института стандартизации телекоммуникаций ETSI
8. <http://www.ietf.org/rfc.html/> – документы инженерной рабочей группы Интернет RFC IETF

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Мультимедийные технологии, презентации PowerPoint.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение курса требует большой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе);
- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях;
- подготовку к контрольным, самостоятельным работам и тестам.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в результате анализа итогов контрольных, самостоятельных работ, а также индивидуальных консультаций.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Инфокоммуникационные технологии и системы связи
профиль подготовки:	Телекоммуникационные сети и системы Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра мультимедийных технологий и телекоммуникаций
курс:	<u>1</u>
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Экзамен

Разработчик: В.М. Вишнеvский, д-р техн. наук, профессор, профессор

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.4 Способен использовать современные средства информационно-коммуникационных технологий для академического и профессионального взаимодействия
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
	УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные и прикладные научные знания в области естественных наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-2 Способен реализовывать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	ОПК-2.2 Владеет навыками реализации новых принципов и методов исследования в современных инфокоммуникационных системах и сетях
ОПК-3 Способен приобретать, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению задач своей профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций при поиске научно-технической информации в своей профессиональной деятельности

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Мультисервисные сети связи» обучающийся должен:

знать:

- Архитектуру мультисервисных сетей связи;
- используемые сетевые технологии мультисервисных сетей связи;
- протоколы канального, сетевого и транспортного уровней проводных и беспроводных сетей связи;
- методы исследования производительности мультисервисных сетей связи.

уметь:

- Применять знания технологий и протоколов мультисервисных сетей связи при разработке и построении сетей.

владеть:

- Методами теоретического анализа производительности каналов и сетей связи;
- основными методами построения мультисервисных сетей связи.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

1. Модели ISO/OSI и TCP/IP.
2. Что такое Ethernet с разделяемой средой.
3. Метод доступа CSMA/CD.
4. Алгоритм прозрачного моста.
5. Широковещательные штормы в сетях Ethernet.
6. Протоколы покрывающего дерева (STP, RSTP, MSTP).
7. Коммутация пакетов и каналов.
8. Что такое виртуальные локальные сети (VLAN)?
9. Алгоритмы поиска кратчайших путей.
10. Алгоритмы поиска максимального потока в сети.
11. Методы маршрутизации по вектору расстояний, по состоянию соединений, иерархическая маршрутизация.
12. Многоадресная, широковещательная и anycast-маршрутизация.
13. Маршрутизация для мобильных узлов.
14. Структура адресов IPv4 и IPv6. Полноклассовая и бесклассовая адресация.
15. Протокол RIP.
16. Протокол OSPF.
17. Протокол BGP.
18. Протокол ARP.
19. Протокол ICMP.
20. Порты и сокеты.
21. Протоколы UDP и TCP.
22. Метод скользящего окна.
23. Протокол HTTP.
24. Протокол SIP.
25. Протокол MQTT. Что такое Интернет вещей?
26. Способы борьбы с перегрузками в сети.
27. Методы обеспечения QoS. Дифференциальное обслуживание и RSVP.
28. Проблема скрытых и засвеченных станций.
29. Сети ALOHA и дискретная ALOHA.
30. Модели сетей ALOHA и дискретной ALOHA.
31. Схемы доступа IEEE 802.11, назначение и отличие.
32. Схема доступа CSMA/CA (DCF) и процедура backoff.
33. Интервалы DIFS, SIFS, PIFS, EIFS. Принцип приоритизации сообщений в схеме DCF.
34. Модель Bianchi. Построение цепи Маркова. Вычисление характеристик.
35. Режимы доступа PCF и HCCA.
36. Режим доступа EDCA. Классы трафика и приоритизация. Интервалы TXOP.
37. Протокол доступа MCCA для mesh-сетей.
38. Способы борьбы с лавинами в mesh-сетях.
39. Реактивное построение маршрутов в протоколе HWMP.
40. Обработка ошибок в HWMP.
41. Способы ускорения построения маршрутов в HWMP.
42. Проактивное построение маршрутов в протоколе HWMP.
43. Протокол OLSR. Алгоритм выбора MPR.
44. Применение, архитектура и виды топологий сетей ZigBee.
45. Доступ к каналу в сетях ZigBee.
46. Адресация и маршрутизация в сетях ZigBee.
47. Принцип работы пассивных систем RFID.
48. Кодирование команд считывателя и ответов меток UHF RFID.
49. Антиколлизийный протокол UHF RFID.
50. Архитектура и принципы передачи данных в NFC.
51. Классификация систем массового обслуживания.
52. Вывод формулы Литтла для систем G/G/1.

53. Процесс гибели и размножения и его стационарное распределение вероятностей. Вывод для M/M/1, M/M/1/N, M/M/K/N.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Модели ISO/OSI и TCP/IP. Уровни моделей и их назначение. Как связаны модели, в чем различия?
2. Ethernet с разделяемой средой. Метод доступа CSMA/CD.
3. Типы устройств Ethernet и различия между ними. Передача данных коммутаторами и алгоритм прозрачного моста в Ethernet.
4. Широковещательные штормы в сетях Ethernet: причины возникновения и их эффект. Методы борьбы с широковещательными штормами в Ethernet.
5. Протокол покрывающего дерева (STP). В чем его назначение, какие проблемы он позволяет решить? Модификации RSTP и MSTP.
6. Виртуальные сети (VLAN).
7. Задачи сетевого уровня. Различия между коммутацией пакетов и каналов.
8. Алгоритмы поиска кратчайших путей Дейкстры и Беллмана-Форда.
9. Алгоритмы поиска максимального потока в сети.
10. Маршрутизация и пересылка. Методы борьбы с перегрузками.
11. Методы маршрутизации: маршрутизация по вектору расстояний, по состоянию соединений, иерархическая маршрутизация.
12. Методы многоадресной и широковещательной маршрутизации. Anycast-маршрутизация. Маршрутизация для мобильных узлов.
13. Структура IPv4-адреса. Полноклассовая и бесклассовая адресация. Основные отличия IPv6.
14. Маршрутизация в сетях IP. Протокол RIP.
15. Принципы работы протоколов OSPF и BGP.
16. Служебные протоколы сетевого уровня ARP и ICMP.
17. Задачи транспортного уровня. Порты и сокет. UDP.
18. Метод скользящего окна. Протокол TCP.
19. Протокол Web: HTTP.
20. IP-телефония и протокол SIP.
21. Интернет вещей и протокол MQTT.
22. Опишите способы борьбы с перегрузками в сети.
23. Опишите методы обеспечения QoS.
24. Проблемы скрытых и засвеченных станций. Схема работы протокола MACA.
25. Сети ALOHA и дискретная ALOHA. Расчет их производительности.
26. Стек протоколов IEEE 802.11. Топологии сетей IEEE 802.11. Какие схемы доступа определяет IEEE 802.11 и в чем их назначение и различие?
27. Схема доступа CSMA/CA (DCF) и процедура backoff. Как обеспечивается приоритизация кадров-подтверждений? Принцип приоритизации сообщений в схеме DCF.
28. Модель Bianchi. Опишите пространство состояний цепи. Каковы основные допущения модели? Каково время нахождения в состоянии? Как рассчитывается пропускная способность канала?
29. Режим доступа PCF и его отличия от DCF.
30. Режим доступа EDCA и его отличия от DCF. Классы трафика и приоритизация.
31. Протокол доступа MCCA и его отличия от HCCA и EDCA.
32. Отличия между протоколами маршрутизации для проводных сетей и mesh-сетей. Типы (категории) протоколов маршрутизации. Опишите способы борьбы с лавинами, и перечислите, какие из них применимы в mesh-сетях.
33. Реактивное построение маршрутов в протоколе HWMP. Прямой и обратный маршруты. Назначение полей записей в таблице маршрутизации.
34. Списки предшественников (precursors list) в HWMP и обработка ошибок. Способы ускорения построения маршрутов.
35. Проактивное построение маршрутов в протоколе HWMP. Сообщения RANN и Proactive PREP.

36. Протокол OLSR. Алгоритм выбора MPR.
37. Применение, архитектура и виды топологий сетей ZigBee. Схема доступа к каналу и организация передачи данных.
38. Адресация и маршрутизация в сетях ZigBee. Иерархическая маршрутизация, ее преимущества и недостатки.
39. Технология и классификация систем RFID. Отличия между пассивными и активными системами. Что такое передача на отраженном сигнале (backscatter communication)?
40. Метки и считыватели RFID стандарта EPC Class 1 Gen. 2. Кодирование команд считывателя и ответов меток. Структура памяти метки.
41. Антиколлизийный протокол стандарта EPC Class 1 Gen. 2.
42. Архитектура NFC. Принципы передачи данных в NFC.
43. Классификация систем массового обслуживания. Вывод формулы Литтла для систем G/G/1. Процесс гибели и размножения и его стационарное распределение вероятностей.
44. Построение процессов гибели и размножения для систем M/M/1 и M/M/1/N. Распределение вероятностей состояний процессов. Вычисление средней длины очереди и времени нахождения в системе.

Примеры билетов для проведения экзамена:

Билет 1.

1. Проблемы скрытых и засвеченных станций. Схема работы протокола MACA.
2. Построение процессов гибели и размножения для систем M/M/1 и M/M/1/N. Распределение вероятностей состояний процессов. Вычисление средней длины очереди и времени нахождения в системе.

Билет 2.

1. Сети ALOHA и дискретная ALOHA. Расчет их производительности.
2. Классификация систем массового обслуживания. Вывод формулы Литтла для систем G/G/1. Процесс гибели и размножения и его стационарное распределение вероятностей.

Критерии оценивания

- отлично (10) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений;
- отлично (9) - выставляется студенту, показавшему свободное оперирование знаниями учебной программы дисциплины, выполнение заданий творческого характера;
- отлично (8) - выставляется студенту, показавшему владение программным учебным материалом с наличием несущественных ошибок в действиях, самостоятельно исправляемых учащимся;
- хорошо (7) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и, по существу, излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускается в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- хорошо (6) - выставляется студенту если он осознает воспроизведение программного учебного материала, в том числе и различной степени сложности, с несущественными ошибками, затруднения в применении отдельных навыков;
- хорошо (5) - выставляется студенту если теоретическое содержание освоено не полностью, некоторые практические навыки сформированы недостаточно, в некоторых случаях были допущены ошибки;

- удовлетворительно (4) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- удовлетворительно (3) - выставляется студенту в случае большого количества недочетов и неправильных ответов, а также пассивной работе в ходе занятий, многие учебные задания не выполнены;
- неудовлетворительно (2) - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач;
- неудовлетворительно (1) - выставляется студенту, который не освоил теоретическое и практическое содержание курса, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

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

Экзамен проводится в устной форме. При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 1 час на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов.

Во время проведения экзамен обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.