

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

**УТВЕРЖДЕНО**

**ИО директора физтех-школы  
радиотехники и компьютерных  
технологий**

**Д.А. Гаврилов**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Алгебраические коды. Дополнительные главы
<b>по направлению:</b>	Инфокоммуникационные технологии и системы связи
<b>профиль подготовки:</b>	Телекоммуникационные сети и системы
	Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий
	кафедра проблем передачи информации и анализа данных
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

1 (осенний) - Зачет

2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 60 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: В.Б. Афанасьев, канд. техн. наук, доцент, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры проблем передачи информации и анализа данных 22.03.2021

## Аннотация

В рамках курса студенты знакомятся с базовыми понятиями теории линейных кодов (основные понятия, кодирование и декодирование линейных кодов, границы кодирования, методы построения кодов), а также теории циклических кодов (кольцо многочленов над полем Галуа, определение циклического кода, необходимое и достаточное условие существования циклического кода с порождающим многочленом  $g(x)$ , кодирование и декодирование циклических кодов, коды Хэм-минга, коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема (БЧХ-коды), коды Рида-Соломона). Эти классы кодов наиболее часто применяются на практике. Теория линейных кодов самым тесным образом связана с дискретным анализом, теорией групп, теорией Галуа, конечными геометриями, теорией графов, теорией блок-схем, криптографией.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

Освоение студентами основных положений теории алгебраических кодов.

#### Задачи дисциплины

- фундаментальная подготовка студентов в области теории алгебраических кодов.

### 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, 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

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия и утверждения теории алгебраических кодов;
- современные направления развития теории алгебраических кодов.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы.

владеть:

- навыком освоения большого объема информации;
- навыками постановки научно-исследовательских задач и навыками самостоятельной работы.

### 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	Модели: источники, каналы, помехи и сигналы.	2			1
2	Энтропия. Пропускная способность. Теорема кодирования.	2			1
3	Введение в теорию кодирования.	2			1
4	Теория сравнений. Функция Эйлера. Первообразные корни и индексы.	2			1
5	Группа. Подгруппа. Кольца и поля.	4			2
6	Поля Галуа. Теоремы о полях Галуа.	4			2
7	Линейные коды. Операции над кодами.	2			1
8	Границы параметров кодов. Спектр весов кода.	4			2
9	Кодирование и декодирование линейного кода. Вероятность ошибки декодера.	2			1
10	Коды Хэмминга и двойственные им. Коды на матрицах Адамара.	2			1
11	Коды с мажоритарным декодированием.	2			1
12	Коды Рида-Маллера.	2			1
13	Циклические коды. Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема (коды БЧХ).	2			1
14	Коды Гоппы.	4			2
15	Коды с максимально достижимым кодовым расстоянием (МДР-коды) – коды Ри-да-Соломона.	4			2
16	Алгебраическое декодирование. Алгоритм Берлекэмп-Мэсси. Исправление стираний и ошибок.	2			1
17	Каскадные коды. Код произведения. Коды Форни и коды Юстессена.	4			2

18	Обобщенные каскадные коды Зяблова и Зиновьева.	4			2
19	Алгебраическое итеративное декодирование. Алгоритмы Чейза.	2			1
20	Совместное декодирование циклических кодов в декодировании каскадных кодов.	2			1
21	Методы быстрых вычислений в конечных полях.	2			1
22	Быстрые алгоритмы вычислений для линейных кодов.	2			1
23	Коды, сигналы и декодирование с мягким решением.	2			1
Итого часов		60			30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

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

##### Семестр: 1 (Осенний)

##### 1. Модели: источники, каналы, помехи и сигналы.

Источники: независимые, с памятью, Марковские. Каналы: общее определение, симметричные, аддитивные, состояния канала с памятью. Помехи: аддитивные, независимые, с памятью. Сигналы: ортогональные и неортогональные.

##### 2. Энтропия. Пропускная способность. Теорема кодирования.

Определение энтропии, условная энтропия. Информация: собственная, условная, средняя.

Пропускная способность канала (системы): общий случай – максимизация взаимной информации, симметричный случай. Теорема кодирования источника. Теорема кодирования канала.

##### 3. Введение в теорию кодирования.

Двоичный симметричный и стирающий каналы. Кодовое расстояние. Исправление и обнаружение ошибок. Исправление стираний. Граница Гилберта (вывод для нелинейного кода). Метод исчерпания. Код Хэмминга. Декодирование и сложность вычислений при декодировании.

##### 4. Теория сравнений. Функция Эйлера. Первообразные корни и индексы.

Определение. Свойства сравнений, полная и приведенная системы вычетов. Теоремы о свойствах систем вычетов. Функция Эйлера. Определение. Мультипликативность и вычисление функции Эйлера. Теоремы Эйлера и Ферма. Первообразные корни и индексы. Показатель, которому принадлежит число по некоторому модулю. Связь сравнимости чисел со сравнимостью их показателей. Показатели чисел по модулю  $m$ , как делители функции Эйлера. Первообразные корни. Модули, по которым существуют первообразные корни. Число первообразных корней. Индексы. Аналогия между индексами и логарифмами. Основные теоремы об индексах.

##### 5. Группа. Подгруппа. Кольца и поля.

Группа. Определение группы. Единичный и обратный элементы. Порядок группы, порядок элемента группы. Показатель группы. Циклическая группа и порядки ее элементов. Примеры групп. Когда приведенная система вычетов является циклической группой.

Подгруппа. Примеры подгрупп. Смежные классы. Разложение группы по подгруппе. Фактор-группа. Теорема Лагранжа. Нормальные делители. Изоморфизм и гомоморфизм групп. Кольца и поля. Определение кольца. Делители нуля. Область целостности. Определение поля, характеристика поля. Подполе. Примеры колец и полей. Идеал. Примеры идеалов. Идеалы поля.

#### 6. Поля Галуа. Теоремы о полях Галуа.

Поля Галуа. Определение поля и построение поля по модулю неприводимого многочлена. Расширение поля, степень расширения. Мультипликативная группа поля. Элементы поля, как корни многочлена. Теоремы Эйлера и Ферма. Теорема Вильсона. Цикличность мультипликативной группы поля. Аддитивная группа поля. Поле как векторное пространство. Базис поля. Теоремы о полях Галуа. Минимальный многочлен; неприводимость, делимость на минимальный многочлен. Существование минимального многочлена для произвольного элемента поля. Делимость многочлена на неприводимый многочлен над  $F$ . Делимость многочлена на многочлен  $f$ . Элементы  $\alpha$  и  $\beta$  как корни одного и того же многочлена. Сопряженные элементы поля Галуа. Циклотомические классы. Подполе поля. Степени неприводимых делителей многочлена. Порядок корней неприводимого многочлена и порядок неприводимого многочлена. Примитивный многочлен. Изоморфизм полей. Автоморфизмы поля Галуа. Группа автоморфизмов (группа Галуа) поля Галуа. Порядок группы Галуа. Связь между подгруппами группы автоморфизмов с подполями поля Галуа.

#### 7. Линейные коды. Операции над кодами.

Определение линейного кода как подпространства. Ортогональные подпространства. Минимальное расстояние и минимальный вес кода. Порождающая и проверочная матрицы кода, их приведённо-ступенчатые формы и связь между ними. Информационные и проверочные символы кода. Связь проверочной матрицы линейного кода с минимальным расстоянием  $d$ .

Удлинение, укорочение линейного кода. Выкалывание. Расширение линейного кода. Пополнение и выбрасывание.

#### 8. Границы параметров кодов. Спектр весов кода.

Границы параметров кодов. Граница Варшавова-Гилберта (вывод для линейных кодов). Границы Синглтона, Хэмминга, Плоткина и Элайса. Другие границы. Оценка сумм биномиальных коэффициентов, асимптотическая форма границ.

#### 9. Кодирование и декодирование линейного кода. Вероятность ошибки декодера.

Кодирование и декодирование линейного кода. Информационный вектор и его умножение на порождающую матрицу. Синдром. Синдромы и смежные классы в разложении пространства по кодовому подпространству. Стандартное расположение, лидеры смежных классов. Совершенные коды.

#### 10. Коды Хэмминга и двойственные им. Коды на матрицах Адамара.

Коды Хэмминга и двойственные кодам Хэмминга. Кодовое расстояние. Коды, построенные на основе матриц Адамара. Мощность и корректирующая способность. Построение матриц Адамара. Матрицы Адамара и граница Плоткина.

#### 11. Коды с мажоритарным декодированием.

Мажоритарное декодирование. Разделенные проверки. Реализация кодового расстояния.

## 12. Коды Рида-Маллера.

Порождающая матрица. Порядок кода Рида-Маллера. Кодовое расстояние. Кодирование и декодирование. Сложность декодирования.

Семестр: 2 (Весенний)

## 13. Циклические коды. Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема (коды БЧХ).

Циклические коды. Кольцо многочленов по модулю многочлена. Циклическое подпространство, циклический код, как идеал. Порождающий многочлен. Проверочный многочлен. Порождающая и проверочная матрицы циклического кода, их приведённо-ступенчатые формы и связь между ними. Кодирование циклического кода. Задание циклического кода корнями его порождающего многочлена. Длина и число проверочных символов циклического кода.

Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема (коды БЧХ). Определение кода БЧХ. Длина кода. Гарантированное и истинное кодовое расстояние кода БЧХ. Число информационных символов кода БЧХ. Двоичные коды БЧХ. Декодирование двоичного кода БЧХ, исправляющего две ошибки. Общий случай декодирования двоичного кода. Многочлен локаторов ошибок. Алгоритм декодирования Питерсона-Цирлера. Тожества Ньютона.

## 14. Коды Гоппы.

Построение двоичных кодов Гоппы. Коды Гоппы как обобщение кодов БЧХ. Параметры кодов.

## 15. Коды с максимально достижимым кодовым расстоянием (МДР-коды) - — коды Рида-Соломона.

Информационные совокупности кода. Связь между информационными совокупностями кода и кодовым расстоянием МДР-кода. Дуальный код МДР-кода. Укорочение и выкалывание МДР-кода. Миноры порождающей матрицы. Коды Рида-Соломона. Удлинение кодов Рида-Соломона. Проверочные матрицы удлиненных кодов. Информационный многочлен и компоненты кодового вектора. Декодирование кодов Рида-Соломона. Исправление пачек ошибок.

## 16. Алгебраическое декодирование. Алгоритм Берлекэмпа-Мэсси. Исправление стираний и ошибок.

Синдром БЧХ кода в области Фурье. Вывод ключевого уравнения. Многочлен локаторов и значений ошибок. Корни и локаторы ошибок. Значения ошибок. Многочлен локаторов стираний и ошибок. Поиск корней многочленов над конечным полем.

## 17. Каскадные коды. Код произведения. Коды Форни и коды Юстессена.

Матричное представление кодовых слов. Кодирование строк и столбцов. Код произведения. Кодовое расстояние. Сочетания кодов над различными полями: внешние и внутренние коды. Параметры кодов.

## 18. Обобщенные каскадные коды Зяблова и Зиновьева.

Обобщенный линейный каскадный код (код Зяблова) как сумма кодов произведений. Системы внутренних вложенных кодов. Теорема о кодовом расстоянии. Нелинейные обобщенные каскадные коды Зиновьева. Границы для каскадных кодов.

## 19. Алгебраическое итеративное декодирование. Алгоритмы Чейза.

Итеративное декодирование линейных обобщенных каскадных кодов. Декодирование с оценкой надежности промежуточного решения.

20. Совместное декодирование циклических кодов в декодировании каскадных кодов.

Перекрытие линейных кодов как частный случай кода произведения. Группирование ошибок. Покрывающий вектор ошибок. Построение объединенной системы линейных уравнений. Границы.

21. Методы быстрых вычислений в конечных полях.

Способы ускорения вычислений. Алгоритм Карацубы. Алгоритмы Тоома-Кука. Теоретико-числовые преобразования. Быстрое преобразование Фурье над конечным полем.

22. Быстрые алгоритмы вычислений для линейных кодов.

Быстрое кодирование циклических кодов и быстрое вычисление синдрома. Быстрое решение ключевого уравнения и исправление ошибок. Асимптотика сложности декодирования.

23. Коды, сигналы и декодирование с мягким решением.

Способы отображения кодовых на последовательности сигналов. Демодуляция с мягким решением. Возможные методы алгебраического декодирования с мягким решением алгоритмы Судана и Кёттера.

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

Учебная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием (проектор или плазменная панель), доской.

## **6. Перечень рекомендуемой литературы**

### Основная литература

Фонд литературы базовой кафедры (организации):

1. Сагалович Ю.Л. Введение в алгебраические коды. М.: ИППИ РАН, 2010. – 302 с.
2. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. М.: Мир. 1986. – 576 с.
3. Мак-Вильямс Ф.Дж., Слоэн Н.Дж. Теория кодов, исправляющих ошибки. М.: Связь. 1979. – 744 с.

### Дополнительная литература

Фонд литературы базовой кафедры (организации):

1. Ван дер Варден Б.Л. Алгебра. М.: Наука. 1976. – 648 с.
2. Питерсон У., Уэлдон Э. Коды, исправляющие ошибки. М.: Мир. 1976. – 593 с.
3. Виноградов И.М. Основы теории чисел. М.: Наука, 1972. – 408 с.
4. Бухштаб А.А. Теория чисел. М.: Просвещение, 1966. – 385 с.

## **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.

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

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

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

Студент, изучающий дисциплину, должен, с одной стороны, овладеть общими понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия, современные направления развития.

Успешное освоение курса требует напряженной самостоятельной работы студента. В программе курса отведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам занятий, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенные для самостоятельного изучения, решение задач;
- подготовка к дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов следует обращаться за консультациями к лектору.



**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Инфокоммуникационные технологии и системы связи
<b>профиль подготовки:</b>	Телекоммуникационные сети и системы Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра проблем передачи информации и анализа данных
<b>курс:</b>	<u>1</u>
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

1 (осенний) - Зачет

2 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** В.Б. Афанасьев, канд. техн. наук, доцент, доцент

## 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 «Алгебраические коды. Дополнительные главы» обучающийся должен:

### знать:

- основные понятия и утверждения теории алгебраических кодов;
- современные направления развития теории алгебраических кодов.

### уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы.

### владеть:

- навыком освоения большого объема информации;
- навыками постановки научно-исследовательских задач и навыками самостоятельной работы.

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

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится короткий (10-15 минут) опрос по материалу прошедших занятий в устной или письменной форме.

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

Перечень контрольных вопросов к дифференцированному зачёту:

1. Теория сравнений.
2. Функция Эйлера.
3. Первообразные корни и индексы.
4. Группа.
5. Подгруппа.
6. Кольца и поля.
7. Поля Галуа.
8. Теоремы о полях Галуа.
9. Введение в теорию кодирования. Двоичный симметричный и стирающий каналы. Кодовое расстояние. Исправление и обнаружение ошибок. Исправление стираний. Метод исчерпания. Код Хэмминга.
10. Линейные коды.
11. Кодирование и декодирование линейного кода.
12. Операции над кодами.
13. Границы параметров кодов.
14. Коды-произведения
15. Сверточные коды.
16. Каскадные коды.
17. Алгоритм Витерби.
18. Циклические коды.
19. Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема (коды БЧХ).
20. Коды с максимально достижимым кодовым расстоянием (МДР-коды).

#### **Критерии оценивания**

Для зачета:

"Зачтено" - выставляется студенту, показавшему владение основными положениями курса, умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

"Не зачтено" - 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.

Критерии оценивания для дифференцированного зачёта и текущего контроля:

Оценка отлично (10) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9) 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.

Оценка отлично (8) выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5) выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка 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 освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2) выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1) выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

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

Зачет выставляется по результатам текущего контроля.

Дифференцированный зачет проводится в устной форме.

При проведении дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на дифференцированном зачете не должен превышать 45 мин.

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой и проч.