

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

УТВЕРЖДЕНО

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

А.В. Дворкович

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Теория информации
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра радиотехники и систем управления
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - 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

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составил: А.А. Григорьев, канд. техн. наук, доцент, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры радиотехники и систем управления 24.04.2020

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- ознакомить студентов с основными проблемами, которые возникают при хранении, передаче и использовании информации, а также привить навыки научного решения этих проблем.

Задачи дисциплины

- рассмотрение и анализ обобщенных типовых моделей систем передачи информации, их характеристик и параметров;
- построение моделей источников информации и задание основной характеристики — энтропии, вычисление энтропии для типовых источников, включая наиболее популярные источники марковского типа;
- построение различных моделей дискретных, непрерывных и полунепрерывных каналов связи и вычисление основной характеристики — пропускной способности;
- освоение основных алгебраических понятий теории полей Галуа;
- рассмотрение наиболее эффективных алгебраических кодов — Хэмминга, Боуза—Чоудхури, Рида—Соломона.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные принципы теории передачи и хранения информации;
- существующие проблемы в области информатики.

уметь:

- применять методы теории информации на практике: современные методы сжатия данных, эффективные методы кодирования и декодирования;
- анализировать и определять характеристики систем хранения и передачи информации;
- пользоваться технической литературой научного и прикладного характера.

владеть:

- культурой постановки и моделирования научных задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления их с теоретическими и табличными данными;
- навыками самостоятельного моделирования;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой, ведения поиска и ориентирования в библиографии.

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	Информационные меры. Энтропия и количество информации	2			2
2	Схема передачи информации. Побуквенное кодирование и условие однозначного декодирования	2			2
3	Практические методы сжатия данных	2			2
4	Арифметическое кодирование	2			2
5	Каналы связи. Теоремы Шеннона	2			2
6	Стратегии декодирования	2			2
7	Непрерывные источники	2			2
8	Непрерывные каналы	2			2
9	Группы, кольца, конечные поля	2			2
10	Расширенный алгоритм Евклида	2			2
11	Блочные коды	2			2
12	Границы Синглтона, Плоткина, Варшамова	2			2
13	Циклические коды	2			2
14	Коды Боуза—Чоудхури	2			2
15	Коды Рида—Соломона	2			2
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: 7 (Осенний)

1. Информационные меры. Энтропия и количество информации

Различные определения информации. Информация, содержащаяся в реализации случайной величины. Энтропия (мера неопределенности) случайной величины и ее свойства. Условная энтропия при условии, что задано значение другой случайной величины. Условная энтропия при условии, что задана другая случайная величина. Цепное равенство. Информационная дивергенция.

2. Схема передачи информации. Побуквенное кодирование и условие однозначного декодирования

Схема дискретной передачи информации. Роль каждого из блоков в процессе передачи информации. Побуквенное кодирование. Необходимое и достаточное условие однозначного декодирования (неравенство Мак-Миллана). Префиксные коды и кодовые деревья. Неравенство Крафта. Обратная и прямая теоремы Шеннона для побуквенного кодирования. Кодирование стационарных источников. Обратная и прямая теоремы Шеннона для стационарных источников.

3. Практические методы сжатия данных

Практические методы сжатия данных. Коды Шеннона и Фано. Оптимальный код Крафта. Алгоритмы сжатия и восстановления Лемпела—Зива LZW и LZ77. Коэффициенты сжатия. Примеры для каждого случая.

4. Арифметическое кодирование

Арифметическое кодирование. Подробное объяснение этого метода на нескольких примерах. Вычисление коэффициента сжатия. Восстановление сжатого сообщения.

5. Каналы связи. Теоремы Шеннона

Дискретные каналы связи без памяти. Матрица переходных вероятностей. Каналы, симметричные по входу. Каналы, симметричные по выходу. Пропускная способность. Лемма об обработке данных. Лемма оценивания Фано. Теоремы Шеннона для канала с шумом. Принципы блочного кодирования.

6. Стратегии декодирования

Стратегии декодирования. Разделение всего пространства выходных сигналов на области по принципу наименьшей вероятности ошибки. Вывод формулы для вероятности ошибки. Два подхода – без отказов и с отказами от декодирования.

7. Непрерывные источники

Непрерывные источники. Информационные характеристики непрерывных источников. Теорема Котельникова о представлении непрерывного сообщения набором отсчётов в дискретные моменты времени.

8. Непрерывные каналы

Непрерывные каналы. Формула Шеннона для пропускной способности канала с белым Гауссовым шумом. Формула для пропускной способности с цветным Гауссовым шумом.

9. Группы, кольца, конечные поля

Группы, кольца, конечные поля. Аддитивные группы. Мультипликативные группы. Конечные кольца. Простые поля. Пространства.

10. Расширенный алгоритм Евклида

Многочлены над полем. Расширенный алгоритм Евклида. Расширенные поля.

11. Блочные коды

Блочные коды. Общие понятия. Длина, мощность и скорость кода. Границы Синглтона, Плоткина, Варшамова—Гилберта.

12. Границы Синглтона, Плоткина, Варшамова

Линейные коды. Порождающая матрица. Кодирование. Систематические коды. Проверочная матрица. Синдромное декодирование. Расстояние линейного кода.

13. Циклические коды

Циклические коды. Алгебраические методы построения циклических кодов. Порождающий многочлен.

14. Коды Боуза—Чоудхури

Коды Боуза—Чоудхури—Хоквингема (БЧХ). Конструкция и параметры. Проверочная матрица кодов БЧХ. Декодирование кодов БЧХ. Исправление одиночных и двойных ошибок. Общий случай исправления ошибок с помощью симметричных многочленов. Локаторы ошибок и их вычисление.

15. Коды Рида—Соломона

Коды Рида—Соломона. Конструкция и параметры кодов. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Циклическая свертка и произведение Адамара. Кодирование кодов Рида—Соломона с помощью ДПФ. Исправление ошибок с помощью обратного ДПФ. Пример: исправление одиночных и двойных ошибок.

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

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

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Лекции по теории информации [Текст] : учеб. пособие для вузов / Э. М. Габидулин, Н. И. Пилипчук ; М-во образования и науки, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т), Каф. радиотехники. — М. : Изд-во МФТИ, 2007. — 214 с.
2. Лекции по алгебраическому кодированию [Текст] : учеб. пособие для вузов / Э. М. Габидулин ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т). — М. : МФТИ, 2015. — 107 с.

Дополнительная литература

2. Колесник В.Д. Кодирование при передаче и хранении информации (Алгебраическая теория блочных кодов). — М.: Высш. шк., 2009. — 550 с.: ил.
3. Шеннон К.Э. Работы по теории информации и кибернетике. — М.: ИЛ, 1963. — 830 с.

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

Не используются

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

Adobe Reader или любая другая программа для чтения PDF файлов.

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

Внимательно слушать и конспектировать лекции, самостоятельно решать контрольные задачи, которые лектор задаёт в конце каждой лекции, анализировать ошибки, приходить на консультации к преподавателю, решать задачи из домашних заданий по мере поступления лекционного материала, не откладывая на последние дни перед указанным в задании сроком сдачи, в дополнение к лекциям читать учебные пособия по данному предмету и разбирать решения типовых задач, которые в пособии приведены.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра радиотехники и систем управления
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Экзамен

Разработчик: А.А. Григорьев, канд. техн. наук, доцент, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Теория информации» обучающийся должен:

знать:

- основные принципы теории передачи и хранения информации;
- существующие проблемы в области информатики.

уметь:

- применять методы теории информации на практике: современные методы сжатия данных, эффективные методы кодирования и декодирования;
- анализировать и определять характеристики систем хранения и передачи информации;
- пользоваться технической литературой научного и прикладного характера.

владеть:

- культурой постановки и моделирования научных задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления их с теоретическими и табличными данными;
- навыками самостоятельного моделирования;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой, ведения поиска и ориентирования в библиографии.

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

Проводится путем проведения коротких контрольных в конце каждой лекции и простых домашних заданий

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

Критерии оценивания

Оценка «отлично (10)» выставляется обучающемуся, если он правильно отвечает на все 10 вопросов, заданных ему на коллоквиуме.

Оценка «отлично (9)» выставляется обучающемуся, если он правильно отвечает на 9 из 10 вопросов, заданных ему на коллоквиуме.

Оценка «отлично (8)» выставляется обучающемуся, если он правильно отвечает на 8 из 10 вопросов, заданных ему на коллоквиуме.

Оценка «хорошо (7)» выставляется обучающемуся, если он правильно отвечает на 7 из 10 вопросов, заданных ему на коллоквиуме.

Оценка «хорошо (6)» выставляется обучающемуся, если он правильно отвечает на 6 из 10 вопросов, заданных ему на коллоквиуме.

Оценка «хорошо (5)» выставляется обучающемуся, если он правильно отвечает на 5 из 10 вопросов, заданных ему на коллоквиуме.

Оценка «удовлетворительно (4)» выставляется обучающемуся, если он правильно отвечает на 4 из 10 вопросов, заданных ему на коллоквиуме.

Оценка «удовлетворительно (3)» выставляется обучающемуся, если он правильно отвечает на 3 из 10 вопросов, заданных ему на коллоквиуме.

Оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется обучающемуся, если он правильно отвечает на 2 из 10 вопросов, заданных ему на коллоквиуме.

Оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется обучающемуся, если он правильно отвечает на 1 из 10 заданных ему вопросов.

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

3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

Перечень контрольных вопросов:

1. Задано совместное распределение двух случайных величин, принимающих два значения каждое. Найти маргинальные и условные распределения.
2. Считая известным совместное распределение двух случайных величин, записать определения энтропий и условных энтропий.
3. Входной алфавит состоит из 11 символов. Выходной алфавит состоит из трех символов 0,1,2. Построить разделимый код.
4. Заданы вероятности 6 входных сообщений. Построить оптимальный троичный код Хаффмена и дерево Хаффмена.
5. Задан входной блок длины 3 двоичного симметричного канала. Найти распределение выходного блока.
6. Случайные величины X, Y, Z образуют простую цепь Маркова. Доказать, что эти же случайные величины, взятые в обратном порядке Z, Y, X , также образуют простую цепь Маркова.
7. Проверить, что норма Хэмминга действительно норма.
8. $g_0(x)=x^4+x+1$. $g_1(x)=x^2$. Найти обратный к $g_1(x)$ элемент по модулю многочлена $g_0(x)$.
9. В кольце целых чисел по модулю q вес Ли целого числа i равен i , если $i < q$, и $q-i$ в противном случае. Доказать, что вес Ли является нормой.
10. Найти порождающую матрицу и минимальное кодовое расстояние кода с порождающим многочленом $1+x+x^2+x^4$.
11. Найти матрицу ДПФ, задаваемого корнем неприводимого двоичного многочлена степени 4. Найти ДПФ конкретного вектора.
12. Найти ранг некоторого вектора над полем $GF(64)$.

Студенты должны выполнить в течение семестра 2 задания. Все задания индивидуальные. Примеры типичных заданий:

Задание 1

А.

Пусть X, Y, Z --случайные величины, принимающие конечное число значений. Пусть $W = f(X,Z)$, где $f(*)$ -- произвольная функция. Доказать соотношения $H(XZW) = H(XZ)$; $H(W|Z) \leq H(X|Z)$; $I(XZW;Y) = I(XZ;Y)$.

При каких условиях имеет место знак равенства во втором соотношении?

В.

С помощью алгоритма LZ77 осуществить компрессию текста [B] [A] [D] [C] [C] [C] [B] [D] [D] [D][A] [A] [A] [C] [C] [A] [D] [B] [A] [D] [A] [B] [B] [D]. Найти коэффициент сжатия. Размер поискового буфера --- 8 символов, размер буфера необработанной части сообщения --- также 8 символов. Исходные символы кодируются 8 битами, позиция и длина в сжатом тексте кодируются 3 битами. Изначально поисковый буфер заполнен символами А.

С.

С помощью алгоритма LZW осуществить декомпрессию текста [C] [D] [A] [A] [D] [B] [A] [B] [257][C] [258] [B] [265] [267] [266] [D] [D] [C] [273] [A]. Найти

коэффициент сжатия, считая исходные символы 8-битовыми, а символы сжатого текста --- 9-битовыми. Примечание. Символ EOF не входит ни в исходные, ни в закодированные сообщения.

D.

Источник порождает двумерную случайную величину $\underline{U}=(X,Y)$, где X,Y - независимые двоичные случайные величины с распределениями $\{4/5, 1/5\}$ и $\{7/20, 13/20\}$. На входе приемника с вероятностью 0.45 регистрируется величина $Z=x + y$, а с вероятностью 0.55 регистрируется величина $Z=x + xy + 1$. Приемник выносит решения по правилу:

Если $Z=0$, то выносится решение $u=\{0 \& 0\}$ с вероятностью $1/5$.

Если $Z=1$, то выносится решение $u=\{0 \& 0\}$ с вероятностью $3/7$, $u=\{0 \& 1\}$ с вероятностью $3/7$, $u=\{1 \& 0\}$ с вероятностью $1/7$.

Если $Z=2$, то выносится решение $u=\{1 \& 0\}$ с вероятностью 1.

Если $Z=3$, то выносится решение $u=\{1 \& 1\}$ с вероятностью 1.

Найти взаимные информации $I(U;Z)$, $I(U;X)$, $I(U;Y)$ и проверить лемму об обработке. Найти оценку вероятности ошибки и точное значение вероятности ошибки.

E.

Для стационарного источника X_1, X_2, X_3, \dots , доказать существование предела $\lim_{n \rightarrow \infty} H(X_n | X_1, X_2, X_3, \dots, X_{n-1})$.

Пусть X_1, X_2, X_3, \dots - двоичный стационарный Марковский источник 1-го порядка такой, что $P_{X_i | X_{i-1}}(X_i=0 | X_{i-1}=0) = 1/10, P_{X_i | X_{i-1}}(X_i=1 | X_{i-1}=0) = 9/10, P_{X_i | X_{i-1}}(X_i=0 | X_{i-1}=1) = 1, P_{X_i | X_{i-1}}(X_i=1 | X_{i-1}=1) = 0$. Найти энтропию этого источника.

F.

Вход канала X является случайной величиной, равномерно распределенной в интервале $[0, 16]$. Выход канала равен $Z=X+Y$, где Y - не зависящая от X случайная величина с равномерным распределением в интервале $[0, 2]$. Найти распределение случайной величины Z , дифференциальные энтропии $H(Z)$, $H(X)$, $H(Y)$ и взаимную информацию $I(Z;X)$.

Задание 2

1. Найти все делители вида x^k-1 двучленов $x^{63}-1, x^{127}-1$ и $x^{255}-1$.
2. Пусть G_1 и G_2 - порождающие матрицы кодов (n_1, k, d_1) и (n_2, k, d_2) соответственно. Найдите параметры кода с порождающей матрицей $G = (G_1 | G_2)$.
3. Для линейного $(5,2)$ -кода с проверочной матрицей
$$H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$
 найти порождающую матрицу G и множество лидеров смежных классов. Перечислить все исправляемые кодом ошибки. Найти результат декодирования блока $y = (1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0)$.
4. Рассмотрим код Рида-Соломона над $GF(8)$, исправляющий 2 ошибки. Укажите параметры кода. Найдите порождающий полином кода. Закодируйте сообщение $(1\alpha^2)$, α -- примитивный элемент $GF(8)$. Укажите параметры расширенного двоичного кода. Декодируйте сообщение $(0 \ 1\alpha^2\alpha^3 \ 1 \ 0)$.

Пример экзаменационных билетов (письменный экзамен):

1. Пусть X, Y, Z -- случайные величины, принимающие конечное число значений. Показать, что из того, что эти величины, взятые в обратном порядке, образуют цепь Маркова следует, что $H(Z|XY) = H(Z|Y)$.

2. С помощью алгоритма LZW осуществить декомпрессию текста [D] [C] [D] [B] [D] [260] [C] [A] [259][258] [257] [263] [B] [A] [A] [C] [262] [260] [A]. Найти коэффициент сжатия, считая исходные символы 8-битовыми, а символы сжатого текста --- 9-битовыми. Примечание. Символ EOF не входит ни в исходные, ни в закодированные сообщения.

3. Дискретный канал без памяти описывается матрицей переходных вероятностей

$$\begin{pmatrix} q & p \\ p & q \end{pmatrix}, \quad q = \frac{2}{3}, p = \frac{1}{3}.$$

Входной и выходной алфавиты состоят из символов 0, 1. Сообщения, подлежащие передаче, равны

$$\begin{array}{lll} \mathbf{x}_1 & = & (00000); \quad \mathbf{x}_2 = (11010); \\ \mathbf{x}_3 & = & (00111); \quad \mathbf{x}_4 = (11101). \end{array}$$

Найти оптимальные области декодирования для этих сообщений. Найти точные значения для вероятностей ошибок.

4. Проверочная матрица двоичного рангового кода длины $n=3$ с ранговым расстоянием $d=3$ равна

$$H = \begin{pmatrix} 1 & \alpha & \alpha^2 \\ 1 & \alpha^2 & \alpha^4 \end{pmatrix}, \quad \text{где } \alpha - \text{корень многочлена } \varphi(x) = x^3 + x^2 + 1. \text{ Найти}$$

порождающую матрицу.

Сообщение передаётся как кодовый вектор \mathbf{v} . Декодировать сообщение, предполагая, что при передаче произошла ошибка \mathbf{e} ранга 1.

5. Найти наибольший общий делитель многочленов $r_1(x)$ и $r_2(x)$ в кольце $GF(2)[x]$, где

$$\begin{aligned} r_1(x) &= x^8 + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1, \\ r_2(x) &= x^{14} + x^{13} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1. \end{aligned}$$

4. Критерии оценивания

Оценка	Баллы	Критерии
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.
	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.
	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.
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.
	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.
	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.
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.
	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.
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.
	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

Экзамен проводится в письменной форме.

Время проведения письменного экзамена составляет четыре астрономических часа.

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, любыми пособиями по теории информации и алгебраическому кодированию, а также простыми калькуляторами. Пользование гаджетами, содержащими телефон, фотокамеру и другие средства удаленной связи не разрешается.