



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра радиофизики и радиоэлектроники



Декан ~~_____~~ Буднев Н.М.

«17» апреля 2024 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) Б1.О.31 Основы теории кодирования
Направление подготовки 03.03.03. Радиофизика
Направленность (профиль) подготовки Радиофизика в области связи,
информационных и телекоммуникационных технологий
Квалификация выпускника бакалавр
Форма обучения очная

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол №42 от «15» апреля 2024 г.

Председатель ~~_____~~ Буднев Н.М.

Рекомендовано кафедрой радиофизики и радиоэлектроники:

Протокол № 8 от «08» апреля 2024 г.

И.О. зав. кафедрой ~~_____~~ Колесник С.Н.

Содержание

I. Цели и задачи дисциплины	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины.....	3
IV. Содержание и структура дисциплины.....	4
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	4
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы (в том числе КСР) обучающихся по дисциплине	5
4.3 Содержание учебного материала	6
4.4 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	7
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	7
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	8
6.1 Учебно-лабораторное оборудование:	8
6.2 Программное обеспечение:.....	8
6.3 Технические и электронные средства:.....	8
VII. Образовательные технологии.....	9
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	9

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса – изучить основы теории кодирования, методы сжатия данных, их экономного и помехоустойчивого кодирования.

Задачи курса – научить студентов квалифицировано использовать основные приемы и методы кодирования информации в телекоммуникационных сетях, представлять тенденции их дальнейшего развития.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина Основы теории кодирования входит в базовую часть профессионального цикла ОПОП.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами «Алгоритмы и основы программирования», «Численные методы и программирование», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теория информации и базы данных».

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Теория передачи сигналов», «Цифровые системы передачи информации», «Спутниковые системы радионавигации».

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности) 03.03.03 Радиофизика

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-3 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИДКОПК-3.2 Применяет современные информационные технологии для решения профессиональных задач в области радиофизики	Знать: основные методы экономного и помехоустойчивого кодирования информации и ее сжатия. Уметь: использовать технологии сжатия информации при решении профессиональных задач в области радиофизики. Владеть: навыками кодирования информации.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часов.

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа (в том числе, внеаудиторная СР, КСР)	Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекция	Практическое занятие	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Введение	7	2		2				
2	T1. Основы теории кодирования. Теоремы о кодировании информации	7	10,1		2	2	0,1	6	Письменный текущий контроль
3	T2. Оптимальные коды	7	10,1		2	2	0,1	6	Письменный текущий контроль
4	T3. Помехоустойчивое кодирование	7	14,3		4	4	0,3	6	Письменный текущий контроль
5	T4. Двумерные и модульные коды	7	14,3		4	4	0,3	6	Письменный текущий контроль

6	T5. Сжатие данных	7	13,2		2	4	0,2	7	Контрольная работа
---	-------------------	---	------	--	---	---	-----	---	--------------------

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы (в том числе КСР) обучающихся по дисциплине

Семес тр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно- методическое обеспечение самостоятельно й работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполне ния	Трудоемкос ть (час.)		
7	Введение	Работа с учебником, справочной литературой, первоисточниками, конспектом				Из перечня литературы
	T1. Основы теории кодирования. Теоремы о кодировании информации		3-я нед	6	Письменный текущий контроль	
	T2. Оптимальные коды		4-7	6		
	T3. Помехоустойчивое кодирование		8-12	6		
	T4. Двумерные и модульные коды		13-15	6		
	T5. Сжатие данных		16-18	7	Контрольная работа	
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				31		
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)				0		

4.3 Содержание учебного материала

Введение.

Тема 1. Основы теории кодирования. Теоремы о кодировании информации.

- 1.1. Цели кодирования.
- 1.2. Классификация кодов.
- 1.3. Теоремы о кодировании информации.

Тема 2. Оптимальные коды.

- 2.1. Оптимальные коды и их свойства.
- 2.2. Коды Шеннона-Фано, Хаффмана.
- 2.3. Использование принципов экономного кодирования для построения классификаторов.

Тема 3. Помехоустойчивое кодирование.

- 3.1. Общие принципы помехоустойчивого кодирования.
- 3.2. Расстояние Хэмминга.
- 3.3. Блочные линейные систематические коды.
- 3.4. Код Хемминга.
- 3.5. Фундаментальный предел теории информации при кодировании.

Тема 4. Двумерные и модульные коды.

- 4.1. Коррекция групповых ошибок.
- 4.2. Исправление замещений, потерь и вставок символов.

Тема 5. Сжатие данных

- 5.1. Классификация методов сжатия данных.
- 5.2. Методы, группирующие подобные символы или блоки различных алфавитов.
- 5.3. Словарные методы.
- 5.4. Методы, сжимающие диапазон изменения числовых величин.
- 5.5. Вероятностные методы.

5.6. Методы, учитывающие статистические связи между отдельными частями информации.

5.7. Методы, представляющие исходную информацию в виде набора функциональных зависимостей.

5.8. Методы, использующие геометрическое подобие различных фрагментов изображений.

4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	T1	ПЗ1. Решение задач по T1.	2		Письменный текущий контроль.	ОПК-3. ИДК _{ОПК-3.2}
2	T2	ПЗ2. Решение задач по T2.	2		Письменный текущий контроль.	ОПК-3. ИДК _{ОПК-3.2}
3	T3	ПЗ3. Решение задач по T3.	4		Письменный текущий контроль.	ОПК-3. ИДК _{ОПК-3.2}

4	T4	ПЗ4. Решение задач по T4.	4		Письменный текущий контроль.	ОПК-3. ИДК _{ОПК-3.2}
5	T5	ПЗ.5 Решение задач по T5.	4		Контрольная работа.	ОПК-3. ИДК _{ОПК-3.2}

4.3.2 Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Введение		ОПК-3	ИДК _{ОПК-3.2}
2	T1. Основы теории кодирования. Теоремы о кодировании информации	Осмысление материала лекций. Подготовка к ПЗ1.		
3	T2. Оптимальные коды	Осмысление материала лекций. Подготовка к ПЗ2		
4	T3. Помехоустойчивое кодирование	Осмысление материала лекций. Подготовка к ПЗ3.		
5	T4. Двумерные и модульные коды	Осмысление материала лекций. Подготовка к ПЗ4.		
6	T5. Сжатие данных	Осмысление материала лекций. Подготовка к ПЗ5.		

4.4 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа бакалавров – индивидуальная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя, в ходе которой бакалавр активно воспринимает, осмысливает полученную информацию, решает теоретические и практические задачи.

На самостоятельную работу выносятся следующие вопросы и задания по темам дисциплины:

T1. Код Шеннона для экономного кодирования информации.

T3. Фундаментальный предел теории информации при кодировании.

T4. Получение алгоритма исправления одиночных вставок символов.

T5. Методы сжатия, представляющие исходную информацию в виде набора функциональных зависимостей.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает доступ к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины (модуля).

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

Обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах

дисциплин (модулей).

а) перечень литературы

1. Березкин Е.Ф. Основы теории информации и кодирования: учебное пособие для вузов / Е.Ф. Березкин // Москва : Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт», 2010. – 312 с. – ISBN 978-5-7262-1294-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://reader.lanbook.com/book/75818#3>
2. Осокин, А. Н. Теория информации : учебное пособие для вузов / А. Н. Осокин, А. Н. Мальчуков. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 208 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16333-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537327>
3. Сажин В.И. Введение в теорию информации и методы обработки информации для передачи по каналам связи : учебное пособие / В.И. Сажин. – Иркутск : Издательство ИГУ, 2023. – 158 с.

б) периодические издания

в) список авторских методических разработок:

(см перечень литературы)

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ИГУ http://library.isu.ru/ru/resources/edu_resources/index.html
2. БД книг и продолжающихся изданий http://elibnb.library.isu.ru/cgi-bin/irbis64r_15/cgiirbis_64.htm?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IRCAT&P21DBN=IRCAT
3. Электронный читальный зал «БиблиоТех» <https://isu.bibliotech.ru/>
4. Электронная библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com>
5. Электронная библиотечная система «РУКОНТ» <http://rucont.ru>

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебно-лабораторное оборудование:

Класс ЭВМ, аудитория 323А, оснащенная вычислительной техникой, специальным ПО и свободным доступом в сеть Internet.

6.2 Программное обеспечение:

1. ABBY PDF Transformer 3.0 Пакет из 10 неименных лицензий Per Seat (10лиц.) EDU. Код позиции: АТ30-1S1P10-102 Котировка № 03-165-11 от 23.11.2011. Бессрочно.
2. Microsoft OfficeProPlus 2013 RUS OLP NL Acdmc. Контракт № 03-013-14 от 08.10.2014.Номер Лицензии Microsoft 45936786. Бессрочно.
3. WinPro10 Rus Upgrd OLP NL Acdmc. Сублицензионный договор № 502 от 03.03.2017 Счет № ФРЗ- 0003367 от 03.03.2017 Акт № 4496 от 03.03.2017 Лицензия № 68203568. Бессрочно.
4. Kaspersky Free (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: <http://www.kaspersky.ru/free-antivirus/>. Бессрочно.
5. СУБД MS SQL Server 2019.
6. Учебные базы данных, созданные для выполнения лабораторных работ.

6.3 Технические и электронные средства:

Мультимедийный проектор, экран, меловая или маркерная доска.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

На лекциях используются активные методы обучения (задание вопросов на выяснение понимания наиболее важных моментов излагаемого материала, разработка проектов по отдельным разделам лекционного курса с последующей их защитой). Практические занятия проводятся в интерактивной форме.

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Текущий контроль реализуется в виде письменного текущего контроля на ПЗ1-ПЗ4 и письменной контрольной работы на ПЗ5. Текущий контроль направлен на выявление сформированности компетенции ОПК-3.

Для реализации текущего контроля может быть использована балльно-рейтинговая система оценки, принятая в университете. Письменный текущий контроль и контрольная работа оценивается по пятибалльной шкале.

Параметры оценочного средства для письменного текущего контроля и контрольной работы, а также при решении задачи у доски или самостоятельного досрочного решения всех задач, выносимых на ПЗ1-ПЗ5.

Параметры оценочного средства для письменного текущего контроля.

Критерии оценки	Оценка / баллы			
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Выполнение заданий	Полностью и корректно выполнены все задания.	Полностью выполнены все задания, допущены одна – две ошибки.	Не полностью выполнены задания, допущены одна – две ошибки.	Задание не выполнены или задание выполнено не полностью и допущено более 3-х ошибок.

Примеры вопросов для письменного текущего контроля приведены ниже:

- Пз.1 Приведите классификацию кодов
Приведите формулировку теоремы Шеннона для канала с помехами
Приведите формулировку теоремы Шеннона для канала без помех
- Пз.2 Перечислите цели кодирования информации
Дайте определение оптимальных кодов и их свойств
Приведите методики построения кодов Шеннона-Фано, Хаффмана
Приведите методику использования принципов экономного кодирования для построения классификаторов
- Пз.3 Сформулируйте принципы помехоустойчивого кодирования.
Дайте определение расстояния Хэмминга.
Дайте определение блочных линейных систематических кодов.
Приведите методику построения кода Хемминга.
Дайте определение фундаментального предела теории информации при кодировании.
- Пз.4 Приведите методику построения кода с проверкой на четность.
Приведите методику построения расширенного кода Хемминга.
Дайте определение методов, исправляющих рассредоточенные ошибки высокой кратности на основе двумерного кодирования.
Дайте определение методов, исправляющих групповые ошибки высокой кратности на основе декорреляции ошибок.

Приведите методику построения модульных кодов, исправляющих несимметричные замещения символов.

Приведите методику построения модульных кодов, исправляющих вставки и потери символов.

Пз.5 Приведите классификацию методов сжатия данных.

Дайте определение методов, группирующих подобные символы или блоки различных алфавитов на примере группового кодирования.

Дайте определение словарных методов на примере метода LZW.

Дайте определение вероятностных методов.

Приведите методику применения арифметического кодирования.

Приведите методику применения для сжатия кода Хаффмана.

Дайте определение методов, учитывающих статистические связи между отдельными частями информации. Сжатие с прогнозированием и коррекцией.

Дайте определение методов, представляющих исходную информацию в виде набора функциональных зависимостей. Вейвлет – сжатие. Сжатие с потерями на основе применения квадратичного сплайна.

Дайте определение методов, использующих геометрическое подобие различных фрагментов изображений.

Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме зачета с оценкой).

Промежуточная аттестация направлена на проверку сформированности компетенции ОПК-3 и проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет выставляется по сумме баллов, полученных при изучении дисциплины. Оценка выставляется как среднее арифметическое оценок за письменный текущий контроль и контрольную работу.

В случае если студент не согласен с оценкой или получена оценка «неудовлетворительно», студент на зачете пишет контрольную работы и отвечает на теоретический вопрос, по результатам выставляется оценка.

Критерии	Оценка			
	Отлично	Хорошо	Удовлетв.	Неудовлетв.
Знание	Всесторонние глубокие знания	Знание материала в пределах программы	Отмечены пробелы в усвоении программного материала	Не знает основное содержание дисциплины
Понимание	Полное понимание материала, приводит примеры, дополнительные вопросы не требуются	Понимает материал, приводит примеры, но испытывает затруднения с выводами, однако достаточно полно отвечает на дополнительные вопросы	Суждения поверхностны, содержат ошибки, примеры не приводит, ответы на дополнительные вопросы неуверенные	С трудом формулирует свои мысли, не приводит примеры, не дает ответа на дополнительные вопросы
Применение проф. терминологии	Дает емкие определения основных понятий,	Допускает неточности в определении понятий, не в	Путает понятия, редко использует профессиональную терминологию	Затрудняется в определении основных понятий

	корректно использует профессиональную терминологию	полном объеме использует профессиональную терминологию		дисциплины, некорректно использует профессиональную терминологию
Соблюдение норм литературного языка	Соблюдает нормы литературного языка, преобладает научный стиль изложения	Соблюдает нормы литературного языка, допускает единичные ошибки	Допускает множественные речевые ошибки при изложении материала	Косноязычная речь искажает смысл ответа

Примерный перечень вопросов и заданий к зачету

- 1 Теорема Шеннона о кодировании в системах без помех.
- 2 Оптимальные коды и их свойства.
- 9 Выполнение кодирования для различных примеров по методикам Шеннона-Фано, Хаффмана.
- 10 Общие принципы помехоустойчивого кодирования.
- 11 Теорема Шеннона для канала с помехами.
- 12 Методика построения кода Хемминга.
- 13 Выполнение кодирования по методике Хемминга для различных примеров.
- 14 Фундаментальный предел теории информации при кодировании
- 15 Методика построения кода с проверкой на четность.
- 16 Методику построения расширенного кода Хемминга.
- 17 Методы, исправляющие рассредоточенные ошибки высокой кратности на основе двумерного кодирования.
- 18 Методы, исправляющие групповые ошибки высокой кратности на основе декорреляции ошибок.
- 19 Методика построения модульных кодов, исправляющих несимметричные замещения символов.
- 20 Методика построения модульных кодов, исправляющих вставки и потери символов.
- 21 Метод сжатия данных 'Арифметическое кодирование'.
- 22 Метод сжатия данных LZW.
- 23 Метод сжатия данных прогноза и коррекции.
- 24 Методы сжатия, учитывающие статистические связи между отдельными частями информации.
- 25 Правила выделения ПО для построения базы данных.
- 26 Структурирование информации о ПО
- 27 Рекомендации по определению числа, структуры таблиц и связей между ними
- 28 Организация индексных файлов для быстрого поиска данных
- 29 Компоненты входного языка СУБД
- 30 Методы реализации проекта БД
- 31 Основные методы работы с данными
- 32 Организация связей между таблицами базы
- 33 Организационно-правовые аспекты работы с данными.
- 34 Меры осуществления информационной безопасности

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Контролируемые компетенции/ индикаторы
1	2	3	4
1	Письменный текущий контроль.	T1	ОПК-3 ИДК _{ОПК-3.2}
2	Письменный текущий контроль.	T2	
3	Письменный текущий контроль.	T3	
4	Письменный текущий контроль.	T4	
5	Контрольная работа	T5	

Пример тестовых заданий для проверки сформированности компетенции ОПК-3:

1. Как называется обратный процесс кодирования?
А) редактирование
Б) декодирование
В) изменение
Г) информирование
2. Вставьте пропущенное слово: «...кодированием называется код, к которому дается всегда одинаковая разрядность».
А) равнозначным
Б) равномерным
В) выравнивающим
3. Совпадают ли коды Шеннона-Фано и Хаффмана для источника $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$ с равномерным распределением вероятностей:
А) да
Б) нет
В) возможны обе ситуации
4. Адаптивные методы кодирования применяются для кодирования сообщений, которые порождают источники:
А) с известной статистикой
Б) с неизвестной статистикой
В) с равномерным распределением вероятностей

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учитывает рекомендации ПООП по направлению и профилю подготовки **03.03.03 Радиофизика**.

Разработчик:



преподаватель, Данильчук Е.И.

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники «08» апреля 2024 г. протокол № 8

И.О. зав. кафедрой  Колесник С.Н.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.