

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Теория информации

: 17.05.01

,

:

: 3,

: 5

		5
1	()	3
2		108
3	, .	56
4	, .	36
5	, .	18
6	, .	0
7	, .	9
8	, .	2
9	, .	
10	, .	52
11	(, ,)	
12		

(): 17.05.01

1161 12.09.2016 . , : 28.09.2016 .

: 1, ,

(): 17.05.01

, 7 20.06.2017

, 5 21.06.2017

:

,

:

,

:

.

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасность и угрозы возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны; в части следующих результатов обучения:	
2.	
4.	
Компетенция ФГОС: ПСК.43 способность использовать фундаментальные методы исследования сигналов; в части следующих результатов обучения:	
1.	
2.	
3.	
1.	
2.	
3.	

2.

2.1

(, , ,)	
-----------	--

.2. 2	
1.о задачах, решаемых на базисе знаний теории информации.	; ;
.2. 4	
2.о различиях в подходах к решению вопросов передачи информации с наименьшими потерями по каналу связи.	; ;
.43. 2	
3.Методы помехоустойчивого кодирования	; ;
.2. 4	
4.О прикладных вопросах теории информации, интенсивно развиваемых в настоящее время применительно к IP телефонии, передаче изображения и звука по цифровым каналам.	; ;
.43. 2	
5.о вопросах помехоустойчивого кодирования, решаемых для конкретных систем.	; ;
.2. 2	
6.объект курса (обеспечение информационной безопасности ее элементный состав), предмет курса (возможности источников информации и возможности информационного канала), задачи курса (выбор показателей количества информации и пропускной способности канала и методов их расчета.), место теории информации, как базовой дисциплины для других курсов.	; ;
.2. 4	
7.понятие количественной меры информации, КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСКРЕТНЫХ ИСТОЧНИКОВ СООБЩЕНИЙ И КАНАЛОВ.	; ;
.2. 2	

8.понятие условной энтропии и взаимной информации.			
.43. 1			
9.понятие дискретного источника сообщений с памятью, понятие избыточности дискретного источника сообщений, понятие производительности источника дискретных сообщений и скорости передачи информации			
.43. 3			
10.Теорему Шеннона для канала без шума			
.43. 2			
11.корректирующие коды			
.43. 3			
12.Математическую модель дискретизированного сигнала и спектр дискретизированного сигнала.			
.43. 1			
14.согласовать дискретный источник с дискретным каналом с шумом			
.43. 3			
15.построить помехоустойчивые коды, учитывая информационный предел избыточности			
.43. 3			
16.выбирать, параметры квантования и дискретизации для непрерывного сообщения.			
.43. 2			
17.Применять теорему Котельникова.			
.43. 1			
19.Оценить информацию в непрерывных сообщениях, то есть энтропию и -производительность источника непрерывных сообщений			
21.Использовать информационный подход к оценке качества функционирования систем связи			
.43. 3			
22.Владеть навыками кодирования и сжатия информации			

3.

3.1

: 5			
:			
1.	0	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

2.	.	0	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
3.	.	0	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
4.	.	0	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
5.	.	0	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
:				
6.	.	0	4	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
7.	.	0	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
8.	.	0	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
:				
9.	.	0	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
:				
10.	.	0	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
11.	.	0	4	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
12.	.	0	4	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
:				
13.	.	0	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

14.	,	0	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
15.	,	0	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

3.2

	,			
: 5				
:				
1.	,	1	4	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
2.		2	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
3.		2	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
:				
4.	; ; ; - ; ;	0	6	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
5.	.	2	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
6.	,	2	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

4.

: 5					
1			1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	20	1

4 : . . . 1 :
 3
 " (010503),
 " (080801) / . . . - ; [. . . .
]. - , 2006. - 27, [1] .. - :
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000067407
 « » []: - :
 / . . . ; . . . - . - , [2012]. - :
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000162666. -
 : 3
 " "
 (010500.62) / . . . - ; [. . . . , . . .]. - , 2015. -
 68, [1] . : . , .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000216623
 . []: - / . . .
 ; . . . - . - , [2014]. - :
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208545. -

2		1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 22, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	20	1
---	--	--	----	---

4 : . . . 1 :
 3
 " (010503), "
 " (080801) / . . . - ; [. . . .]. - , 2006. - 27,
 [1] .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000067407
 « » []: - :
 / . . . ; . . . - . - , [2012]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000162666. -
 : 3
 " "
 (010500.62) / . . . - ; [. . . . , . . .]. - , 2015. - 68, [1] . : . , .. - :
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000216623
 []: - / . . . ; . . . - . - , [2014]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208545. -

3		1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 2, 21, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	12	1
---	--	--	----	---

4 : . . . 1 :
 3
 " (010503), "
 " (080801) / . . . - ; [. . . .]. - , 2006. - 27, [1] .. - :
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000067407
 « » []: - :
 / . . . ; . . . - . - , [2012]. - :
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000162666. -
 : 3
 " "
 (010500.62) / . . . - ; [. . . . , . . .]. - , 2015. -
 68, [1] . : . , .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000216623
 []: - / . . .
 ; . . . - . - , [2014]. - :
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208545. -

5.

(. 5.1).

5.1

	-
	e-mail;
	;
	;

5.2

1	
Краткое описание применения: Дискуссия по теме обратимые и необратимые преобразования. Пути развития кодирования	

6.

(),

-
15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

: 5		
<i>Практические занятия:</i>	0	30
<i>РГЗ:</i>	30	50
<i>Зачет:</i>	0	20

6.2

6.2

.2	2.		+	+
	4.		+	+
.43	1.		+	+
	2.		+	+

	3.		+	+	+
	1.		+	+	+
	2.		+	+	+
	3.		+	+	+

1

7.

1. Воробьев Л. В. Системы и сети передачи информации : [учебное пособие для вузов по специальностям "Компьютерная безопасность" и "Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем"] / Л. В. Воробьев, А. В. Давыдов, Л. П. Щербина. - М., 2009. - 328, [1] с. : схемы
2. Филиппов Б. И. Основы теории информации [Электронный ресурс] : конспект лекций / Б. И. Филиппов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183276. - Загл. с экрана.
3. Гулятьева Т. А. Основы теории информации и криптографии : конспект лекций / Т. А. Гулятьева; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 86, [1] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/gulyaeva.pdf>
4. Литвинская О. С. Основы теории передачи информации : [учебное пособие по специальности 230101 "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети"] / О. С. Литвинская, Н. И. Чернышев. - М., 2010. - 168 с. : ил., табл.
5. Панин В. В. Основы теории информации : учебное пособие для вузов [по специальности № 140306 "Электроника и автоматика физических установок"] / В. В. Панин. - М., 2011. - 438 с. : ил., табл.
6. Могилевская Н. С. Введение в теорию информации : учебное пособие / Н. С. Могилевская ; Дон. гос. техн. ун-т. - Ростов-на-Дону, 2013. - 124 с. : ил., табл.
7. Хиценко В. Е. Теория информации [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. Е. Хиценко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208545. - Загл. с экрана.
8. Биккенин Р. Р. Теория электрической связи : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Телекоммуникации"] / Р. Р. Биккенин, М. Н. Чесноков. - М., 2010. - 327, [1] с. : ил., табл.

1.

2. Ричардсон Я. Видеокодирование. H.264 и MPEG-4 - стандарты нового поколения / Ян Ричардсон ; пер. с англ. В. В. Чепыжова. - М., 2005. - 366 с. : ил.
3. Вернер М. Основы кодирования : [учебник для вузов по направлению "Прикладные математика и физика"] / М. Вернер ; пер. с нем. Д. К. Зигангирова. - М., 2006. - 286 с. : ил., схемы, табл.
4. Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Прикладная математика" / Д. Сэломон ; пер. с англ. В. В. Чепыжова. - М., 2006. - 365 с. : ил.
5. Вернер М. Основы кодирования : Учебник для вузов: Пер. с нем. / М. Вернер. - М., 2004. - 286 с. : ил.
6. Теория информации и кодирование : [учебное пособие для вузов] / Б. Б. Самсонов [и др.]. - Ростов-на-Дону, 2002. - 287 с. : ил.

1	(
	Internet)	

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автономных информационных и управляющих систем

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА
д.т.н., профессор С.Д. Саленко
“ ___ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория информации

Образовательная программа: 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, специализация:
Автономные системы управления действием средств поражения

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Теория информации приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.2 способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасность и угрозы возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны	з2. знать понятие условной энтропии и взаимной информации	<p>Введение. Предмет и задачи курса. Математический аппарат теории информации</p> <p>Второй способ доказательства прямой теоремы Шенона для канала без Шума. Метод Фоно. Оптимальные кды. Задача согласования дискретного источника с дискретным каналом с шумом</p> <p>Избыточность источника сообщений.</p> <p>Производительность источника сообщений.</p> <p>Скорость передачи информации по каналу.</p> <p>Пропускная способность дискретного канала.</p> <p>Пропускная способность двоичного канала</p> <p>Количественная мера информации. Мера Хартли, Мера Шенона. Условная энтропия, Источник с памятью. Обратимое и не обратимые преобразования</p> <p>Криптография, Стеганография</p> <p>Линейные коды; параметры кодов и их границы ; корректирующие свойства кодов; циклические коды; БЧХ- коды; код Хемминга; сверточные коды.</p> <p>Марковские и эргодические источники; информационная дивергенция; граница Симмонса. Методы построения помехоустойчивых кодов.</p> <p>Информационный предел избыточности Оптимальное кодирование; префиксные коды; неравенство Крафта.</p> <p>Согласование дискретного источника с дискретным каналом с шумами. Теорема шеннона для канала с шумом.</p> <p>Методика построения помехоустойчивых кодов.</p> <p>Информационный предел избыточности. Основные теоремы теории информации</p> <p>Аксиомы Хинчина и</p>	РГЗ, разделы 1-32	Зачет, вопросы.1-32

		<p>Фаддеева. Оценка погрешности дискретизации, обусловленная конечной длительностью отсчётных импульсов. Оценка погрешности дискретизации, обусловленная не идеальностью интерполяционного фильтра</p> <p>Ошибка дискретизации, обусловленная неограниченностью спектра реального сигнала</p> <p>Пропускная способность дискретного канала, Пропускная способность дискретного канала без памяти.</p> <p>Пропускная способность двоичного канала</p> <p>Согласование дискретного источника с дискретным каналом. Устранение избыточности. Эффективное кодирование. Теорема Шеннона для канала без шумов. Кодирование по методу Шеннона - Фано</p> <p>Спектр дискретного сигнала</p> <p>Теорема Котельникова</p> <p>Теорема Шеннона для дискретного канала с шумом.</p> <p>Условная энтропия. Свойства взаимной информации.</p> <p>Обратимые и необратимые преобразования. энтропия источников; дискретный источник без памяти</p> <p>Энтропия. Количественная мера информации. Мера Шеннона, мера Хартли и их взаимосвязь. Основные свойства энтропии.</p>		
ОПК.2	34. знать понятие количественной меры информации	<p>Введение. Предмет и задачи курса. Математический аппарат теории информации</p> <p>Второй способ доказательства прямой теоремы Шеннона для канала без Шума. Метод Фано. Оптимальные коды.</p> <p>Задача согласования дискретного источника с дискретным каналом с шумом</p> <p>Избыточность источника сообщений.</p> <p>Производительность источника сообщений.</p> <p>Скорость передачи информации по каналу.</p> <p>Пропускная способность дискретного канала.</p> <p>Пропускная способность двоичного канала</p> <p>Количественная мера информации. Мера Хартли, Мера Шеннона. Условная энтропия, Источник с памятью. Обратимые и необратимые преобразования</p>	РГЗ, разделы 1-32	Зачет, вопросы 1-32

	<p>Криптография, Стеганография Линейные коды; параметры кодов и их границы ; корректирующие свойства кодов; циклические коды; БЧХ- коды; код Хемминга; сверточные коды. Марковские и эргодические источники; информационная дивергенция; граница Симмонса. Методы построения помехоустойчивых кодов. Информационный предел избыточности Оптимальное кодирование; префиксные коды; неравенство Крафта. Согласование дискретного источника с дискретным каналом с шумами. Теорема Шеннона для канала с шумом. Методика построения помехоустойчивых кодов. Информационный предел избыточности. Основные теоремы теории информации Аксиомы Хинчина и Фаддеева. Оценка погрешности дискретизации, обусловленная конечной длительностью отсчётных импульсов. Оценка погрешности дискретизации, обусловленная неидеальностью интерполяционного фильтра Ошибка дискретизации, обусловленная неограниченностью спектра реального сигнала Пропускная способность дискретного канала, Пропускная способность дискретного канала без памяти. Пропускная способность двоичного канала Согласование дискретного источника с дискретным каналом. Устранение избыточности. Эффективное кодирование. Теорема Шеннона для канала без шумов. Кодирование по методу Шеннона - Фано Спектр дискретного сигнала Теорема Котельникова Теорема Шеннона для дискретного канала с шумом. Условная энтропия. Свойства взаимной информации. Обратимые и необратимые преобразования. энтропия источников; дискретный источник без памяти Энтропия. Количественная мера информации. Мера Шеннона , мера Хартлм и их взаимосвязь. Основные</p>		
--	--	--	--

		свойства энтропии.		
ПСК.43 способность использовать фундаментальные методы исследования сигналов	з1. знать количественные информационные характеристики дискретных источников сообщений и каналов	<p>Введение. Предмет и задачи курса. Математический аппарат теории информации</p> <p>Второй способ доказательства прямой теоремы Шенона для канала без Шума. Метод Фано. Оптимальные коды. Задача согласования дискретного источника с дискретным каналом с шумом</p> <p>Избыточность источника сообщений.</p> <p>Производительность источника сообщений.</p> <p>Скорость передачи информации по каналу.</p> <p>Пропускная способность дискретного канала.</p> <p>Пропускная способность двоичного канала</p> <p>Количественная мера информации. Мера Хартли, Мера Шенона. Условная энтропия, Источник с памятью. Обратимое и не обратимые преобразования</p> <p>Криптография, Стеганография</p> <p>Линейные коды; параметры кодов и их границы ; корректирующие свойства кодов; циклические коды; БЧХ- коды; код Хемминга; сверточные коды.</p> <p>Марковские и эргодические источники; информационная дивергенция; граница Симмонса. Методы построения помехоустойчивых кодов.</p> <p>Информационный предел избыточности</p> <p>Оптимальное кодирование; префиксные коды; неравенство Крафта.</p> <p>Согласование дискретного источника с дискретным каналом с шумами. Теорема Шеннона для канала с шумом. Методика построения помехоустойчивых кодов.</p> <p>Информационный предел избыточности. Основные теоремы теории информации</p> <p>Аксиомы Хинчина и Фаддеева. Оценка погрешности дискретизации, обусловленная конечной длительностью отсчётных импульсов. Оценка погрешности дискретизации, обусловленная не идеальностью интерполяционного фильтра</p> <p>Ошибка дискретизации,</p>	РГЗ, разделы 1-32	Зачет, вопросы 1-32

		<p>обусловленная неограниченностью спектра реального сигнала Пропускная способность дискретного канала, Пропускная способность дискретного канала без памяти. Пропускная способность двоичного канала</p> <p>Согласование дискретного источника с дискретным каналом. Устранение избыточности. Эффективное кодирование. Теорема Шеннона для канала без шумов. Кодирование по методу Шеннона - Фано</p> <p>Спектр дискретного сигнала</p> <p>Теорема Котельникова</p> <p>Теорема Шенна для дискретного канала с шумом. Условная энтропия. Свойства взаимной информации. Обратимые и необратимые преобразования. энтропия источников; дискретный источник без памяти</p> <p>Энтропия. Количественная мера информации. Мера Шеннона , мера Хартлм и их взаимосвязь. Основные свойства энтропии.</p>		
ПСК.43	32. знать методы помехоустойчивого кодирования	<p>Введение. Предмет и задачи курса. Математический аппарат теории информации</p> <p>Второй способ доказательства прямой теоремы Шеннона для канала без Шума. Метод Фано. Оптимальные кды. Задача согласования дискретного источнмка с дискретным каналом с шумом</p> <p>Избыточность источника сообщений.</p> <p>Производительность источника сообщений.</p> <p>Скорость передачи информации по каналу.</p> <p>Пропускная способность дискретного канала.</p> <p>Пропускная способность двоичного канала</p> <p>Количественная мера информации. Мера Хартли, Мера Шенона. Условная энтропия, Источник с памятью. Обратимое и не обратимые преобразования</p> <p>Криптография, Стеганография</p> <p>Линейные коды; параметры кодов и их границы ; корректирующие свойства кодов; циклические коды; БЧХ- коды; код Хемминга; сверточные коды.</p> <p>Марковские и эргодические источники; информационная дивергенция; граница</p>	РГЗ, разделы 1-32	Зачет, вопросы 1-32

		<p>Симмонса. Методы построения помехоустойчивых кодов. Информационный предел избыточности Оптимальное кодирование; префиксные коды; неравенство Крафта. Согласование дискретного источника с дискретным каналом с шумами. Теорема Шеннона для канала с шумом. Методика построения помехоустойчивых кодов. Информационный предел избыточности. Основные теоремы теории информации Аксиомы Хинчина и Фаддеева. Оценка погрешности дискретизации, обусловленная конечной длительностью отсчётных импульсов. Оценка погрешности дискретизации, обусловленная не идеальностью интерполяционного фильтра Ошибка дискретизации, обусловленная неограниченностью спектра реального сигнала Пропускная способность дискретного канала, Пропускная способность дискретного канала без памяти. Пропускная способность двоечного канала Согласование дискретного источника с дискретным каналом. Устранение избыточности. Эффективное кодирование. Теорема Шеннона для канала без шумов. Кодирование по методу Шеннона - Фано Спектр дискретного сигнала Теорема Котельникова Теорема Шенна для дискретного канала с шумом. Условная энтропия. Свойства взаимной информации. Обратимые и необратимые преобразования. энтропия источников; дискретный источник без памяти Энтропия. Количественная мера информации. Мера Шеннона , мера Хартлм и их взаимосвязь. Основные свойства энтропии.</p>		
ПСК.43	<p>33. знать математическую модель дискретизированного сигнала и спектр дискретизированного сигнала</p>	<p>Введение. Предмет и задачи курса. Математический аппарат теории информации Второй способ доказательства прямой теоремы Шеннона для канала без Шума. Метод Фано. Оптимальные коды. Задача согласования дискретного источника с</p>	РГЗ, разделы 1-32	Зачет, вопросы 1-32

		<p>дискретным каналом с шумом Избыточность источника сообщений. Производительность источника сообщений. Скорость передачи информации по каналу. Пропускная способность дискретного канала. Пропускная способность двоичного канала Количественная мера информации. Мера Хартли, Мера Шеннона. Условная энтропия, Источник с памятью. Обратимое и не обратимые преобразования Криптография, Стеганография Линейные коды; параметры кодов и их границы ; корректирующие свойства кодов; циклические коды; БЧХ- коды; код Хемминга; сверточные коды. Марковские и эргодические источники; информационная дивергенция; граница Симмонса. Методы построения помехоустойчивых кодов. Информационный предел избыточности Оптимальное кодирование; префиксные коды; неравенство Крафта. Согласование дискретного источника с дискретным каналом с шумами. Теорема Шеннона для канала с шумом. Методика построения помехоустойчивых кодов. Информационный предел избыточности. Основные теоремы теории информации Аксиомы Хинчина и Фаддеева. Оценка погрешности дискретизации, обусловленная конечной длительностью отсчётных импульсов. Оценка погрешности дискретизации, обусловленная не идеальностью интерполяционного фильтра Ошибка дискретизации, обусловленная неограниченностью спектра реального сигнала Пропускная способность дискретного канала, Пропускная способность дискретного канала без памяти. Пропускная способность двоичного канала Согласование дискретного источника с дискретным каналом. Устранение избыточности. Эффективное кодирование. Теорема</p>		
--	--	--	--	--

		<p>Шеннона для канала без шумов. Кодирование по методу Шеннона - Фано Спектр дискретного сигнала Теорема Котельникова Теорема Шенна для дискретного канала с шумом. Условная энтропия. Свойства взаимной информации. Обратимые и необратимые преобразования. энтропия источников; дискретный источник без памяти Энтропия. Количественная мера информации. Мера Шеннона , мера Хартлм и их взаимосвязь. Основные свойства энтропии.</p>		
ПСК.43	<p>у1. уметь согласовать дискретный источник с дискретным каналом</p>	<p>Введение. Предмет и задачи курса. Математический аппарат теории информации Второй способ доказательства прямой теоремы Шеннона для канала без Шума. Метод Фано. Оптимальные кды. Задача согласования дискретного источнмка с дискретным каналом с шумом Избыточность источника сообщений. Производительность источника сообщений. Скорость передачи информации по каналу. Пропускная способность дискретного канала. Пропускная способность двоечного канала Количественная мера информации. Мера Хартли, Мера Шеннона. Условная энтропия, Источник с памятью. Обратимое и не обратимые преобразования Криптография, Стеганография Линейные коды; параметры кодов и их границы ; корректирующие свойства кодов; циклические коды; БЧХ- коды; код Хемминга; сверточные коды. Марковские и эргодические источники; информационная дивергенция; граница Симмонса. Методы построения помехоустойчивых кодов. Информационный предел избыточности Оптимальное кодирование; префиксные коды; неравенство Крафта. Согласование дискретного источника с дискретным каналом с шумами. Теорема шеннона для канала с шумом. Методика построения помехоустойчивых кодов. Информационный предел</p>	РГЗ, разделы 1-32.	Зачет, вопросы 1-32

		<p>избыточности. Основные теоремы теории информации Аксиомы Хинчина и Фаддеева. Оценка погрешности дискретизации, обусловленная конечной длительностью отсчётных импульсов. Оценка погрешности дискретизации, обусловленная не идеальностью интерполяционного фильтра</p> <p>Ошибка дискретизации, обусловленная неограниченностью спектра реального сигнала</p> <p>Пропускная способность дискретного канала, Пропускная способность дискретного канала без памяти. Пропускная способность двоичного канала</p> <p>Согласование дискретного источника с дискретным каналом. Устранение избыточности. Эффективное кодирование. Теорема Шеннона для канала без шумов. Кодирование по методу Шеннона - Фано</p> <p>Спектр дискретного сигнала</p> <p>Теорема Котельникова</p> <p>Теорема Шенна для дискретного канала с шумом. Условная энтропия. Свойства взаимной информации. Обратимые и необратимые преобразования. энтропия источников; дискретный источник без памяти</p> <p>Энтропия. Количественная мера информации. Мера Шеннона, мера Хартлм и их взаимосвязь. Основные свойства энтропии.</p>		
ПСК.43	у2. уметь применять теорему Котельникова	<p>Введение. Предмет и задачи курса. Математический аппарат теории информации</p> <p>Второй способ доказательства прямой теоремы Шенна для канала без Шума. Метод Фано. Оптимальные кды.</p> <p>Задача согласования дискретного источника с дискретным каналом с шумом</p> <p>Избыточность источника сообщений.</p> <p>Производительность источника сообщений.</p> <p>Скорость передачи информации по каналу.</p> <p>Пропускная способность дискретного канала.</p> <p>Пропускная способность двоичного канала</p> <p>Количественная мера информации. Мера Хартли, Мера Шенна. Условная</p>	РГЗ, разделы 1-32	Зачет, вопросы 1-32

		<p>энтропия, Источник с памятью. Обратимое и не обратимые преобразования Криптография, Стеганография Линейные коды; параметры кодов и их границы ; корректирующие свойства кодов; циклические коды; БЧХ- коды; код Хемминга; сверточные коды. Марковские и эргодические источники; информационная дивергенция; граница Симмонса. Методы построения помехоустойчивых кодов. Информационный предел избыточности Оптимальное кодирование; префиксные коды; неравенство Крафта. Согласование дискретного источника с дискретным каналом с шумами. Теорема Шеннона для канала с шумом. Методика построения помехоустойчивых кодов. Информационный предел избыточности. Основные теоремы теории информации Аксиомы Хинчина и Фаддеева. Оценка погрешности дискретизации, обусловленная конечной длительностью отсчётных импульсов. Оценка погрешности дискретизации, обусловленная не идеальностью интерполяционного фильтра Ошибка дискретизации, обусловленная неограниченностью спектра реального сигнала Пропускная способность дискретного канала, Пропускная способность дискретного канала без памяти. Пропускная способность двоичного канала Согласование дискретного источника с дискретным каналом. Устранение избыточности. Эффективное кодирование. Теорема Шеннона для канала без шумов. Кодирование по методу Шеннона - Фано Спектр дискретного сигнала Теорема Котельникова Теорема Шеннона для дискретного канала с шумом. Условная энтропия. Свойства взаимной информации. Обратимые и необратимые преобразования. энтропия источников; дискретный источник без памяти Энтропия. Количественная</p>		
--	--	---	--	--

		мера информации. Мера Шеннона , мера Хартлм и их взаимосвязь. Основные свойства энтропии.		
ПСК.43	у3. уметь использовать информационный подход к оценке качества функционирования систем связи	<p>Введение. Предмет и задачи курса. Математический аппарат теории информации</p> <p>Второй способ доказательства прямой теоремы Шеннона для канала без Шума. Метод Фоно. Оптимальные кды. Задача согласования дискретного источника с дискретным каналом с шумом</p> <p>Избыточность источника сообщений.</p> <p>Производительность источника сообщений.</p> <p>Скорость передачи информации по каналу.</p> <p>Пропускная способность дискретного канала.</p> <p>Пропускная способность двоичного канала</p> <p>Количественная мера информации. Мера Хартли, Мера Шеннона. Условная энтропия, Источник с памятью. Обратимое и не обратимые преобразования</p> <p>Криптография, Стеганография</p> <p>Линейные коды; параметры кодов и их границы ; корректирующие свойства кодов; циклические коды; БЧХ- коды; код Хемминга; сверточные коды.</p> <p>Марковские и эргодические источники; информационная дивергенция; граница Симмонса. Методы построения помехоустойчивых кодов.</p> <p>Информационный предел избыточности</p> <p>Оптимальное кодирование; префиксные коды; неравенство Крафта.</p> <p>Согласование дискретного источника с дискретным каналом с шумами. Теорема шеннона для канала с шумом.</p> <p>Методика построения помехоустойчивых кодов.</p> <p>Информационный предел избыточности. Основные теоремы теории информации</p> <p>Аксиомы Хинчина и Фаддеева. Оценка погрешности дискретизации, обусловленная конечной длительностью отсчётных импульсов. Оценка погрешности дискретизации, обусловленная не идеальностью интерполяционного фильтра</p> <p>Ошибка дискретизации,</p>	РГЗ, разделы.1-32	Зачет, вопросы.1-32

		обусловленная неограниченностью спектра реального сигнала Пропускная способность дискретного канала, Пропускная способность дискретного канала без памяти. Пропускная способность двоичного канала Согласование дискретного источника с дискретным каналом. Устранение избыточности. Эффективное кодирование. Теорема Шеннона для канала без шумов. Кодирование по методу Шеннона - Фано Спектр дискретного сигнала Теорема Котельникова Теорема Шенна для дискретного канала с шумом. Условная энтропия. Свойства взаимной информации. Обратимые и необратимые преобразования. энтропия источников; дискретный источник без памяти Энтропия. Количественная мера информации. Мера Шеннона , мера Хартлм и их взаимосвязь. Основные свойства энтропии.		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится None, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПСК.43.

Зачет проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам). *или*

Зачет проводится в форме письменного тестирования, варианты теста составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.2, ПСК.43, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер,

необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Теория информации», 5 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам). Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1 – 15, второй вопрос из диапазона вопросов 16 – 32 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Теория информации»

1. Вопрос 1. Преобразование непрерывных сигналов в дискретные
2. Вопрос 2. 26. Теорема Шеннона. Канал с шумами
3. Задача. 2. Найти энтропию случайной величины x , функция распределения которой

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } -x \leq 0 \\ X/2 - \text{при } -0 < x \leq 1 \end{cases}$$

Утверждаю: зав. кафедрой _____ Легкий В.Н.
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0 -49 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает

непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 50 – 72 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 73 - 86 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 87 – 100 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

90-100	93-97	90-92	87-89	83-86	80-82	77-79	73-76	70-72	67-69	63-66	60-62	50-59	25-49	0-24
A+	A	A-	B+	B	B-	C+	C	C-	D+	D	D-	E	FX	F
отлично				хорошо				удовлетворительно				неудовл.		
зачтено													незачтено	

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Теория информации»

- 1 Классификация кодов.
2. Средства представления детерминированных сигналов.
3. Представление сигналов с использованием в качестве базисных единичных импульсных функций.
4. Функция корреляции аналитического сигнала.
5. Вероятностные характеристики
6. Дискретные и непрерывные спектры.
7. Понятия дискретизации по времени и по уровню.
8. Методы дискретизации.
9. Критерии качества восстановления. Квантование сигналов.
10. Преобразование непрерывных сигналов в дискретные
11. Ошибки квантования. Шум квантования.
- 12.. Количественная мера информации.
13. Свойства энтропии.
14. Условная энтропия.
- 15.. Энтропия ансамблей.
16. Энтропия непрерывных источников информации
- 17.. Свойства дифференциальной энтропии.
18. Количество информации.
19. Среднее количество информации при наличии помех.
- 20.. Передача информации от непрерывного источника.

21. Основные свойства количества информации.
22. Эпсилон энтропия случайной величины.
23. Одномерные и многомерные распределения.
24. Скорость поступления информации.
25. Теорема Шеннона. Канал без шумов
26. Теорема Шеннона. Канал с шумами
26. Канал связи. Пропускная способность.
27. Оптимальное кодирование;
28. Информационная дивергенция;
29. Неравенство Крафта;
30. Линейные коды; параметры кодов и их границы; корректирующие свойства кодов; циклические коды;
31. Сверточные коды;
32. Прямая и обратная теоремы кодирования.

8. ПРИМЕРЫ ЗАДАЧ, РЕШАЕМЫХ НА ЭКЗАМЕНЕ

1. Определить энтропию непрерывной случайной величины, подчиняющейся
 - а) нормальному закону распределения вероятностей с σ_x^2
 - б) экспоненциальному закону
 - с)

$$F(x) = \begin{cases} Ae^{-Cx} - n\mu - x \geq 0 \\ 0 - n\mu - x < 0 \end{cases}, \quad A - \text{Const}, \quad n\mu C \geq 0$$

Ответ:

- a) $\log_a(d - c)$
- b) $\log_a(\sigma x (2\pi e)^{0.5})$
- c) $\log_a(e/c)$

2. Найти энтропию случайной величины x , функция распределения которой

$$F(x) = \begin{cases} 0 - n\mu - x \leq 0 \\ X2 - n\mu - 0 < x \leq 1 \end{cases}$$

Ответ:

$$H(x) = \log_a(0,5e^{1/2})$$

3. Определить энтропию системы, состояние которой описывается непрерывной случайной величиной x с рядом распределений

x_i	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
p_i	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Теория информации», 5 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны разработать эффективные или помехоустойчивые коды в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ задания, выбрать и обосновать и спроектировать требуемые коды, разработать алгоритмы кодирования, выбрать аппаратные средства.

Обязательные структурные части РГЗ. смотри ниже

Оцениваемые позиции:

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 0 – 49 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 50 - 72 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 73 – 86 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 87 – 100 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

90-100	93-97	90-92	87-89	83-86	80-82	77-79	73-76	70-72	67-69	63-66	60-62	50-59	25-49	0-24
A+	A	A-	B+	B	B-	C+	C	C-	D+	D	D-	E	FX	F
отлично				хорошо				удовлетворительно				неудовл.		
зачтено													незачтено	

4. Примерный тип РГЗ(Р)

ЭФФЕКТИВНОЕ КОДИРОВАНИЕ (курсовая работа)

Цель работы: Способы эффективного кодирования информации по методам Шеннона-Фано и Хаффмана.

Теоретическая часть.

Задачи эффективного кодирования заключаются в следующем :

1. Запоминание максимального количества информации в ограниченной памяти.
2. Согласование производительности источника информации с пропускной способности канала.

Основы экономного кодирования

Сообщения, передаваемые с использованием *РТС ПИ* (речь, музыка, телевизионные изображения и т.д.) в большинстве своем предназначены для непосредственного восприятия органами чувств человека и обычно плохо приспособлены для их эффективной передачи по каналам связи. Поэтому они в процессе передачи, как правило, подвергаются кодированию.

Что такое кодирование и зачем оно используется?

Под *кодированием* в общем случае понимают *преобразование алфавита* сообщения $A\{\lambda_i\}$, ($i = 1, 2 \dots K$) в алфавит некоторым образом выбранных кодовых символов $\mathcal{R}\{x_j\}$, ($j = 1, 2 \dots N$). Обычно (но не обязательно) размер алфавита кодовых символов $\dim \mathcal{R}\{x_j\}$ меньше или намного меньше размера алфавита источника $\dim A\{\lambda_i\}$.

Кодирование сообщений может преследовать различные цели. Например, это кодирование с целью засекречивания передаваемой информации. При этом элементарным сообщениям λ_i из алфавита $A\{\lambda_i\}$ ставятся в соответствие последовательности, к примеру, цифр или букв из специальных кодовых таблиц, известных лишь отправителю и получателю информации.

Другим примером кодирования может служить преобразование дискретных сообщений λ_i из одних систем счисления в другие (из десятичной в двоичную, восьмеричную и т. п., из непозиционной в позиционную, преобразование буквенного алфавита в цифровой и т. д.).

Кодирование в канале, или помехоустойчивое кодирование информации, может быть использовано для уменьшения количества ошибок, возникающих при передаче по каналу с помехами.

Наконец, кодирование сообщений может производиться с целью *сокращения объема информации и повышения скорости ее передачи или сокращения полосы частот, требуемых для передачи*. Такое кодирование называют *экономным, безызбыточным, или эффективным кодированием*, а также *сжатием данных*. В данном разделе будет идти речь именно о такого рода кодировании. Процедуре кодирования обычно предшествуют (и включаются в нее) дискретизация и квантование непрерывного сообщения $\lambda(t)$, то есть его преобразование в последовательность элементарных дискретных сообщений $\{\lambda_{iq}\}$.

Прежде чем перейти к вопросу *экономного кодирования*, кратко поясним суть самой процедуры кодирования.

Изложение курсовой работы начинайте с вопроса В каких условиях целесообразно применять эффективное кодирование?

Любое дискретное сообщение λ_i из алфавита источника $A\{\lambda_i\}$ объемом в K символов можно закодировать последовательностью соответствующим образом выбранных кодовых символов x_j из алфавита $\mathcal{R}\{x_j\}$.

Например, любое число (а λ_i можно считать числом) можно записать в заданной позиционной системе счисления следующим образом:

$$\lambda_i = M = x_{n-1} \cdot m^{n-1} + x_{n-2} \cdot m^{n-2} + \dots + x_0 \cdot m^0, \quad (3.1)$$

где m - основание системы счисления; $x_0 \dots x_{n-1}$ - коэффициенты при степенях m ; $x \in 0, m-1$.

Пусть, к примеру, значение $\lambda_i = M = 59$, тогда его код по основанию $m = 8$, будет иметь вид

$$M = 59 = 7 \cdot 8^1 + 3 \cdot 8^0 = 73_8.$$

Код того же числа, но по основанию $m = 4$ будет выглядеть следующим образом:

$$M = 59 = 3 \cdot 4^2 + 2 \cdot 4^1 + 3 \cdot 4^0 = 323_4.$$

Наконец, если основание кода $m = 2$, то

$$M = 59 = 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 111011_2.$$

Таким образом, числа 73 , 323 и 111011 можно считать, соответственно, восьмеричным, четверичным и двоичным кодами числа $M = 59$.

В принципе основание кода может быть любым, однако наибольшее распространение получили двоичные коды, или коды с основанием 2 , для которых размер алфавита кодовых символов $\mathcal{R}\{x_j\}$ равен двум, $x_j \in 0,1$. Двоичные коды, то есть коды, содержащие только нули и единицы, очень просто формируются и передаются по каналам связи и, главное, являются внутренним языком цифровых ЭВМ, то есть без всяких преобразований могут обрабатываться цифровыми средствами. Поэтому, когда речь идет о кодировании и кодах, чаще всего имеют в виду именно двоичные коды. В дальнейшем будем рассматривать в основном двоичное кодирование.

Самым простым способом представления или задания кодов являются кодовые таблицы, ставящие в соответствие сообщениям λ_i соответствующие им коды (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Буква λ_i	Число λ_i	Код с основанием 10	Код с основанием 4	Код с основанием 2
А	0	0	00	000
Б	1	1	01	001
В	2	2	02	010
Г	3	3	03	011
Д	4	4	10	100
Е	5	5	11	101
Ж	6	6	12	110
З	7	7	13	111

Другим наглядным и удобным способом описания кодов является их представление в виде кодового дерева (рис. 3.1).

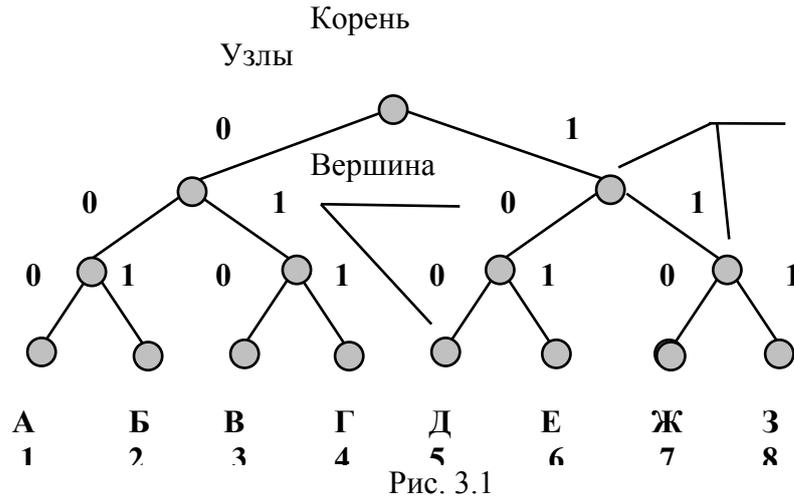


Рис. 3.1

Для того, чтобы построить кодовое дерево для данного кода, начиная с некоторой точки - *корня* кодового дерева - проводятся ветви - 0 или 1. На *вершинах* кодового дерева находятся буквы алфавита источника, причем каждой букве соответствуют своя вершина и свой путь от корня к вершине. К примеру, букве А соответствует код 000, букве В – 010, букве Е – 101 и т.д.

Код, полученный с использованием кодового дерева, изображенного на рис. 3.1, является *равномерным трехразрядным кодом*.

Равномерные коды очень широко используются в силу своей простоты и удобства процедур кодирования-декодирования: каждой букве – одинаковое число бит; приняв заданное число бит – ищи в кодовой таблице соответствующую букву.

Наряду с равномерными кодами могут применяться и неравномерные коды, когда каждая буква из алфавита источника кодируется различным числом символов, к примеру, А - 10, Б – 110, В – 1110 и т.д.

Кодовое дерево для неравномерного кодирования может выглядеть, например, так, как показано на рис.3.2.

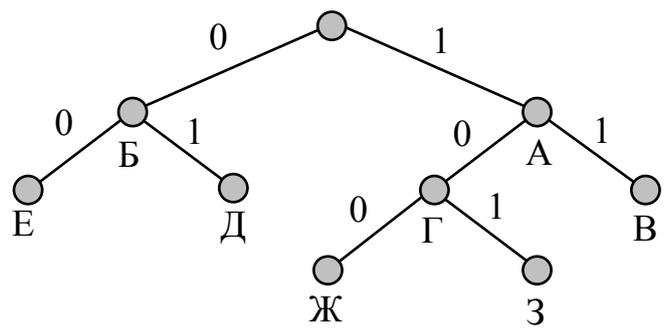


Рис. 3.2

При использовании этого кода буква А будет кодироваться, как 11, Б - как 0, В – как 11 и т.д. Однако можно заметить, что, закодировав, к примеру, текст АББА = 1001, мы не сможем его однозначно декодировать, поскольку такой же код дают фразы: ЖА = 1001, АЕА = 1001 и ГД = 1001. Такие коды, не обеспечивающие однозначного декодирования, называются *приводимыми, или непрефиксными*, кодами и не могут на практике применяться без специальных разделяющих символов. Примером применения такого типа кодов может служить азбука Морзе, в которой кроме точек и тире есть специальные символы деления букв и слов. Но это уже не двоичный код.

Однако можно построить неравномерные неприводимые коды, допускающие однозначное декодирование. Для этого необходимо, чтобы всем буквам алфавита соответствовали лишь вершины кодового дерева, например, такого, как показано на рис. 3.3. Здесь ни одна кодовая комбинация не является началом другой, более длинной, поэтому неоднозначности декодирования не будет. Такие неравномерные коды называются префиксными.

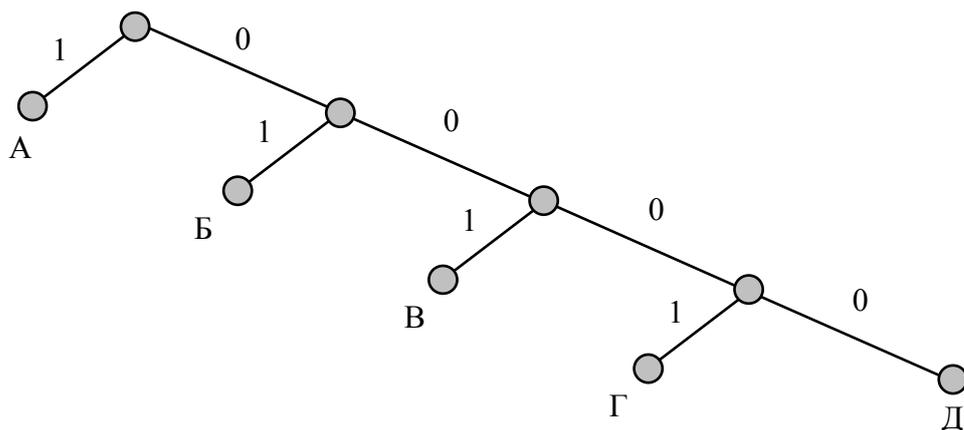


Рис. 3.3

Прием и декодирование неравномерных кодов - процедура гораздо более сложная, нежели для равномерных. При этом усложняется аппаратура декодирования и синхронизации, поскольку поступление элементов сообщения (букв) становится нерегулярным. Так, к примеру, приняв первый 0, декодер должен посмотреть в кодовую таблицу и выяснить, какой букве соответствует принятая последовательность. Поскольку такой буквы нет, он должен ждать прихода следующего символа. Если следующим символом будет 1, тогда декодирование первой буквы завершится – это будет Б, если же вторым принятым символом снова будет 0, придется ждать третьего символа и т.д.

Зачем же используются неравномерные коды, если они столь неудобны?

Рассмотрим пример кодирования сообщений λ_i из алфавита объемом $K = 8$ с помощью произвольного n -разрядного двоичного кода.

Пусть источник сообщения выдает некоторый текст с алфавитом от А до З и одинаковой вероятностью букв $P(\lambda_i) = 1/8$.

Кодирующее устройство кодирует эти буквы *равномерным трехразрядным кодом* (см. табл. 3.1).

Определим основные информационные характеристики источника с таким алфавитом:

- энтропия источника
$$H(\bar{\lambda}) = -\sum_{i=1}^K P_i \log P_i, H(\bar{\lambda}) = \log K = ?;$$

- избыточность источника
$$\rho_{\text{из}} = 1 - \frac{H(\bar{\lambda})}{\log K} = ?;$$

- среднее число символов в коде $\bar{n} = \sum_{i=1}^K n_i \cdot P_i = ?;$

- избыточность кода $\rho_k = 1 - \frac{H(\bar{\lambda})}{\bar{n}} = ?.$

Таким образом, при кодировании сообщений с равновероятными буквами избыточность выбранного (равномерного) кода оказалась равной нулю.

Пусть теперь вероятности появления в тексте различных букв будут разными (табл. 3.2).

Логарифмы надо брать с основанием 2

Таблица 3.2

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
$P_a=0.6$	$P_b=0.2$	$P_v=0.1$	$P_z=0.04$	$P_d=0.025$	$P_e=0.015$	$P_{ж}=0.01$	$P_z=0.01$

Энтропия источника $H(\bar{\lambda}) = -\sum_{i=1}^K P_i \log P_i$ в этом случае, естественно, будет меньшей и составит $H(\bar{\lambda}) = ?.$

Среднее число символов на одно сообщение при использовании того же равномерного трехразрядного кода

$$\bar{n} = \sum_{i=1}^K n_i P_i = n \sum_{i=1}^K P_i = n = ?$$

Избыточность кода в этом случае будет

$$\rho_k = 1 - \frac{H(\bar{\lambda})}{\bar{n}} = ?,$$

или довольно значительной величиной (в среднем 4 символа из 10 не несут никакой информации).

В связи с тем, что при кодировании неравновероятных сообщений равномерные коды обладают большой избыточностью, было предложено использовать неравномерные коды, длительность кодовых комбинаций которых была бы согласована с вероятностью выпадения различных букв.

Такое кодирование называется статистическим.

Неравномерный код при статистическом кодировании выбирают так, чтобы более вероятные буквы передавались с помощью более коротких комбинаций кода, менее вероятные - с помощью более длинных. В результате уменьшается средняя длина кодовой группы в сравнении со случаем равномерного кодирования.

Один из способов такого кодирования предложен Хаффменом. Построение кодового дерева неравномерного кода Хаффмена для передачи одного из восьми сообщений λ_i с различными вероятностями иллюстрируется табл. 3.3.

Таблица 3.3

Буква	Вероятность P_i	Кодовое дерево	Код	n_i	$n_i \cdot P_i$
А	0.6		1	1	0.6
Б	0.2		01	2	0.4
В	0.1		001	3	0.3
Г	0.04		0001	4	0.16
Д	0.025		00001	5	0.125
Е	0.015		000001	6	0.08
Ж	0.01		0000001	7	0.07
З	0.01		00000001	8	0.08

Среднее число символов для такого кода составит

$$\bar{n} = \sum_{i=1}^8 n_i P_i = ?$$

а избыточность кода

$$\rho_k = 1 - \frac{H(\bar{\lambda})}{\bar{n}} = ?$$

т.е. на порядок меньше, чем при равномерном кодировании.

Другим простейшим способом статистического кодирования является кодирование по методу Шеннона-Фано. Кодирование в соответствии с этим алгоритмом производится так:

- сначала все буквы из алфавита сообщения записывают в порядке убывания их вероятностей;
- затем всю совокупность букв разбивают на две примерно равные по сумме вероятностей группы; одной из них (в группе может быть любое число символов, в том числе – один) присваивают символ “1”, другой - “0”;
- каждую из этих групп снова разбивают (если это возможно) на две части и каждой из частей присваивают “1” и “0” и т.д.

Процедура кодирования по методу Шеннона-Фано иллюстрируется табл. 3.4.

Таблица 3.4

Буква	$P(\lambda_i)$	I	II	III	IV	V	Код	$n_i \cdot P_i$
А	0.6	1					1	0.6
Б	0.2	0	1	1			011	0.6
В	0.1			0			010	0.3

Г	0.04	0	0	1		001	0.12
Д	0.025			1		0001	0.1
Е	0.015			0		00001	0.075
Ж	0.01				1	000001	0.06
З	0.01				0	000000	0.06

Для полученного таким образом кода среднее число двоичных символов, приходящихся на одну букву, равно

$$\bar{n} = \sum_{i=0}^7 n_i P_i \approx ? ,$$

а избыточность кода составит

$$\rho_k = ?$$

то есть также существенно меньшую величину, нежели для равномерного кода.

Заполните сравнительную таблицу и сделайте выводы о том какой метод кодирования лучший и почему.

Сравнительная таблица

	Энтропия источника $H_{ист}$	Избыточность источника $\rho_{ист}$	Среднее число символов в коде \bar{n}	Избыточность кода ρ_k
Равномерный код(равновероятное появление букв)	3	0	3	0
Равномерный код с разной вероятностью появления букв, Таблица 3.2	1,7814	0,4063	3	0,407
Код Хаффмана Таблица 3.3	1,7814	0,4063	1,815	0,0185
Код Шеннона – Фано таблица 3.4	1,7814	0,4063	1,915	0,069

Обратим внимание на тот факт, что как для кода Хаффмена, так и для кода Шеннона-Фано среднее количество двоичных символов, приходящееся на символ источника, приближается к энтропии источника, но не равно ей. Данный результат представляет собой следствие *теоремы кодирования без шума для источника (первой теоремы Шеннона)*, которая утверждает:

Любой источник можно закодировать двоичной последовательностью при среднем количестве двоичных символов на символ источника λ_i , сколь угодно близком к энтропии, и невозможно добиться средней длины кода, меньшей, чем энтропия $H(\lambda)$.

Значение этой теоремы для современной радиотехники трудно переоценить – она устанавливает те границы в компактности представления информации, которых можно достичь при правильном ее кодировании.

Выводы о эффективности разных способов кодирования.

- 1.
- 2.
- 3.

Цель сжатия данных и типы систем сжатия

Передача и хранение информации требуют достаточно больших затрат. И чем с большим количеством информации нам приходится иметь дело, тем дороже это стоит. К сожалению, большая часть данных, которые нужно передавать по каналам связи и сохранять, имеет не самое компактное представление. Скорее, эти данные хранятся в форме, обеспечивающей их наиболее простое использование, например: обычные книжные тексты, ASCII коды текстовых редакторов, двоичные коды данных ЭВМ, отдельные отсчеты сигналов в системах сбора данных и т.д. Однако такое наиболее простое в использовании представление данных требует вдвое - втрое, а иногда и в сотни раз больше места для их сохранения и полосу частот для их передачи, чем на самом деле нужно. Поэтому сжатие данных – это одно из наиболее актуальных направлений современной радиотехники.

Таким образом, цель сжатия данных - обеспечить компактное представление данных, вырабатываемых источником, для их более экономного сохранения и передачи по каналам связи.

Учитывая *чрезвычайную важность* процедуры экономного кодирования данных при их передаче, выделим ее из обобщенной схемы *РТС ПИ* и подробно рассмотрим в настоящем разделе нашего курса.

Ниже приведена условная структура *системы сжатия данных*:

Данные источника → Кодер → Сжатые данные → Декодер → Восстановленные данные

В этой схеме вырабатываемые источником данные определим как *данные источника*, а их компактное представление - как *сжатые данные*. Система сжатия данных состоит из *кодера* и *декодера источника*. Кодер преобразует данные источника в сжатые данные, а декодер предназначен для восстановления данных источника из сжатых данных. *Восстановленные* данные, вырабатываемые декодером, могут либо абсолютно точно совпадать с исходными *данными источника*, либо незначительно отличаться от них.

Существуют два типа систем сжатия данных:

- системы сжатия без потерь информации (неразрушающее сжатие);
- системы сжатия с потерями информации (разрушающее сжатие).

Сжатие без потерь информации

В системах сжатия без потерь декодер восстанавливает данные источника абсолютно точно, таким образом, структура системы сжатия выглядит следующим образом:

Вектор данных X → Кодер → $V(X)$ → Декодер → X

Вектор данных источника X , подлежащих сжатию, представляет собой последовательность $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ конечной длины. Отсчеты x_i - составляющие вектора X - выбраны из конечного *алфавита данных A*. При этом размер вектора данных n ограничен, но он может быть сколь угодно большим. Таким образом, источник на своем

выходе формирует в качестве данных X последовательность длиной n из алфавита A .

Выход кодера - сжатые данные, соответствующие входному вектору X , - представим в виде двоичной последовательности $B(X) = (b_1, b_2, \dots, b_k)$, размер которой k зависит от X . Назовем $B(X)$ кодовым словом, присвоенным вектору X кодером (или кодовым словом, в которое вектор X преобразован кодером). Поскольку система сжатия - неразрушающая, одинаковым векторам $X_l = X_m$ должны соответствовать одинаковые кодовые слова $B(X_l) = B(X_m)$.

При решении задачи сжатия естественным является вопрос, насколько эффективна та или иная система сжатия. Поскольку, как мы уже отмечали, в основном используется только двоичное кодирование, то такой мерой может служить *коэффициент сжатия* r , определяемый как отношение

$$r = \frac{\text{размер данных источника в битах}}{\text{размер сжатых данных в битах}} = \frac{n \log_2 (\dim A)}{k}, \quad (3.2)$$

где $\dim A$ - размер алфавита данных A .

Таким образом, коэффициент сжатия $r = 2$ означает, что объем сжатых данных составляет половину от объема данных источника. Чем больше коэффициент сжатия r , тем лучше работает система сжатия данных.

Наряду с коэффициентом сжатия r эффективность системы сжатия может быть охарактеризована *скоростью сжатия* R , определяемой как отношение

$$R = k/n \quad (3.3)$$

и измеряемой в "количестве кодовых бит, приходящихся на отсчет данных источника". Система, имеющая *большой* коэффициент сжатия, обеспечивает *меньшую* скорость сжатия.

Содержание курсового задания

Титульный лист курсовой работы установленного образца

1. Цель работы.
2. Таблицы кодирования по методам кодирования Шеннона – Фано, Хаффмена и равномерному кодированию.
3. Расчётные формулы и численные значения информационных характеристик.
4. Выводы об особенностях, преимуществах и областях применения рассмотренных методов кодирования.
5. Для подготовки к теоретическому зачёту ответить на все контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. В каких условиях целесообразно применять эффективное кодирование?
2. Преимущества и недостатки эффективных кодов.
3. До какого предела может быть уменьшена средняя длина кодовой комбинации эффективного кода?
4. Как определяется средняя длина кодовой комбинации эффективного кода?
5. Сущность кодирования по методике Шеннона-Фано.
6. Алгоритм кодирования по методу Хаффмена.
7. Какой эффективный код называется префиксным?
8. Дайте определение понятию избыточности кода (коэффициент статистического сжатия).
9. Что называется коэффициентом относительной эффективности?
10. Чему равна минимальная длина двоичных кодовых комбинаций для 32-х буквенного алфавита, если буквы в тексте встречаются с равными вероятностями?

11. Алфавит источника содержит шесть сообщений, передаваемых независимо друг от друга с вероятностями: $P_1 = 0,4$; $P_2 = 0,3$; $P_3 = 0,1$; $P_4 = 0,08$; $P_5 = 0,07$; $P_6 = 0,05$. До какого предела может быть уменьшена средняя длина кодовой комбинации эффективного кода?
12. Первичный алфавит состоит из четырёх равновероятных символов. Рассчитать коэффициент относительной эффективности.
13. Какой код позволяет минимизировать среднюю длину передаваемой кодовой комбинации?

Литература: Лидовский В.В. «Теория информации». 2). Шульгин В.И. «Основы теории передачи информации». 3). А.С. Котоусов «Теория информации» 2003 г.

Контролирующие материалы

Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Вводная часть

Для аттестации студентов по дисциплине используется рейтинговая система. Сумма баллов за текущую деятельность в семестре составляет не более 60 баллов. Количество баллов по итоговой аттестации (экзамен) не превышает 40 баллов. В течение 5 семестра необходимо выполнить и защитить 8 лабораторных работ, РГЗ, решить задачи на практических занятиях, установленные учебным графиком (см. таблицу 6.1).

Правила текущей аттестации

Лабораторные работы

1. К защите лабораторной работы и РГЗ допускается студент, выполнивший соответствующее задание в полном объеме и представивший отчет.

2. На защите студент должен ответить на 2-3 теоретических вопроса (Пример вопросов представлен в приложении 1) и 1-2 вопроса по порядку выполнения работы (Пример вопросов представлен в приложении 2).

3. Максимальное количество баллов, соответствующее оценке "отлично", выставляется, если студент исчерпывающе ответил на все вопросы. Минимальное количество баллов, равное половине от максимального и соответствующее оценке "удовлетворительно", выставляется, если при защите были выявлены серьезные недочеты. Среднее количество баллов выставляется в промежуточном случае (см. шкалу баллов в таблице).

4. Пересдача лабораторной работы или РГЗ назначается в случае, если студент не ориентируется в учебном материале, не может объяснить ход и результаты выполнения работы. Пересдача, как и невыполнение учебного графика в срок, сопровождается снижением максимального количества баллов на 30%.

Расчётно-графическое задание (РГЗ)

1. К защите РГЗ студент, защитивший все текущие лабораторные работы, оформивший РГЗ в соответствии с требованиями ГОСТ.
2. РГЗ должно содержать задание, Обоснование метода расчётов, , список используемой литературы.
3. Защита сводится к обоснованию методов расчета и оценки объективности расчётных данных, ответ на три теоретических вопроса.
4. РГЗ оценивается по 30 –и бальной системе. Максимальные оценки: 1. 3 балла за оформление, по 7 баллов за каждый вопрос, 6 баллов за обоснование проекта. Оценка отлично ставится если студент набрал от 30 до 25 баллов, Оценка хороша ставится при наборе баллов от 24 до 17, удовлетворительно – от 16 до 12 баллов.

Правила итоговой аттестации

1. К экзамену допускаются студенты, набравшие не менее 30 баллов по результатам текущего рейтинга (таблица 6.1).

2. В билет входит 3 теоретических вопроса (Пример трёх экзаменационных вопросов представлен в приложении 3).

3. 34-40 баллов выставляется, если все задания выполнены полностью, без серьезных замечаний. 27-33 баллов - если без серьезных замечаний выполнены 2 задания из трех. 20-26 баллов - если выполнены два задания из трех, но с серьезными замечаниями.

Таблица 6.1

	Вид учебной работы	Диапазон баллов	Срок выполнения (неделя семестра)
1	Лабораторная работа 1, 2	3-6	2
2	Лабораторная работа 3, 4	3-6	6
3	Лабораторная работа 5, 6	3-6	10
4	Лабораторная работа 7, 8	3-6	14
5	Практические занятия	6-12	17
6	Защита РГЗ	6-12	15-16
7	Контрольная работа	6-12	12
Итого по текущему рейтингу		30-60	
8	Экзамен	20-40	
Итого по дисциплине		85-100 (отл.) 68-84 (хор.) 50-67 (удовл.)	

Для получения допуска к экзамену студент должен набрать не менее 30 баллов по позициям 1 - 7 таблицы 6.1.

Правила текущей аттестации

Приложение 1 Пример вопросов к защите лабораторной работы №1

1. Количественная мера информации..
2. Условная энтропия.
3. Энтропия ансамблей

Приложение 2 Правила итоговой аттестации (Примеры экзаменационных вопросов, входящих в билет)

1. Понятия дискретизации по времени и по уровню..
2. Среднее количество информации при наличии помех.
3. Теорема Шеннона. Канал с шумами

Перечень экзаменационных вопросов и требуемых ответов из учебников

1. Биккенин Р. Р. Теория электрической связи : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Телекоммуникации"] / Р. Р. Биккенин, М. Н. Чесноков. - М., 2010. - 327, [1] с. : ил., табл.

2. Баранов Л. А. Квантование по уровню и временная дискретизация в цифровых системах управления / Л. А. Баранов. - Москва, 1990. - 303, [1] с.
3. Гультаева Т. А. Основы теории информации и криптографии : конспект лекций / Т. А. Гультаева; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 86, [1] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/gulytaeva.pdf>

1 Классификация кодов.

Ответ [3] стр. 33-40

2. Средства представления детерминированных сигналов.

Ответ [1] стр. 37- 50

3. Представление сигналов с использованием в качестве базисных единичных импульсных функций.

Ответ [1] стр.55-60, 125-139

4. Функция корреляции аналитического сигнала.

Ответ [1] стр. 68

5. Вероятностные характеристики

Ответ [1] стр. 166-174

6. Дискретные и непрерывные спектры.

Ответ [1] стр. 55- 64

7. Понятия дискретизации по времени и по уровню.

Ответ [2] стр. 6-11

8. Методы дискретизации.

Ответ [2] стр. 19-43

9. Критерии качества восстановления. Квантование сигналов.

Ответ [2] стр. 76-99

10. Преобразование непрерывных сигналов в дискретные

Ответ [2] стр. 26-43

11. Ошибки квантования. Шум квантования.

Ответ [2] стр. 47-69

12.. Количественная мера информации.

Ответ [3] стр. 4-7

13. Свойства энтропии.

Ответ [3] стр. 7-9

14. Условная энтропия.

Ответ [3] стр. 9-13

15.. Энтропия ансамблей.

Ответ [3] стр. 13-15

16. Энтропия непрерывных источников информации

Ответ [3] стр. 15-18

17.. Свойства дифференциальной энтропии.

Ответ [3] стр. 18-19

18. Количество информации.

Ответ [3] стр. 19-20

19. Среднее количество информации при наличии помех.

Ответ [3] стр. 21

20.. Передача информации от непрерывного источника.

Ответ [3] стр. 22

21. Основные свойства количества информации.

Ответ [3] стр. 21

22. Эпсилон энтропия случайной величины.

Ответ [3] стр. 22

23. Одномерные и многомерные распределения

Ответ [3] стр. 23

24. Скорость поступления информации.

Ответ [3] стр. 24

25. Теорема Шеннона. Канал без шумов

Ответ [3] стр. 25

26. Теорема Шеннона. Канал с шумами

Ответ [3] стр. 33

26. Канал связи. Пропускная способность.

Ответ [3] стр. 34

27. Оптимальное кодирование;

Ответ [3] стр. 30

28. Информационная дивергенция;

Ответ [3] стр. 25

29. Неравенство Крафта;

Ответ [3] стр. 26

30. Линейные коды; параметры кодов и их границы; корректирующие свойства кодов; циклические коды;

Ответ [3] стр. 36-40

31. Сверточные коды;

Ответ [3] стр. 40

32. Прямая и обратная теоремы кодирования.

Ответ [3] стр. 42