

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

04 2021 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине (модулю)

**Б1.В.06 Теория информации**

(код и наименование дисциплины (модуля))

**27.03.04 Управление в технических системах**

(код и наименование направления подготовки)

**Системы и средства автоматизации технологических процессов**

**бакалавр**

квалификация

**форма обучения очная, очно-заочная**

Нижекамск, 2021 г.

Составитель ФОС:

доцент

(должность)

  
(подпись)

Н.В. Лежнева

(Ф.И.О.)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ИСТ,  
протокол от 15.03.2021 г. № 7

Зав. кафедрой

  
(подпись)

Матухина О.В.

(Ф.И.О.)

Эксперт:

ст.преподаватель кафедры ИСТ, Амаева Л.А.



**Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины**

**Компетенции:**

ПК-1 Способен осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, разрабатывать и оформлять рабочую документацию и проект АСУТП

ПК-1.1 Знает методы математического моделирования процессов и объектов автоматизации и управления

ПК-1.2 Умеет применять методы математического моделирования процессов и объектов автоматизации и управления

ПК-1.3 Владеет навыками проведения теоретических исследований и вычислительных экспериментов в соответствии с использованием выбранных стандартных программных средств

<b>Индекс Компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>				<b>Наименование оценочного средства</b>
	<b>Лекции</b>	<b>Практические Занятия, лабораторный практикум</b>	<b>Лабораторные занятия</b>	<b>Курсовой проект (работа)</b>	
ПК-1.1	<i>Тема 1- 12</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Л. работа 1-7</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Тестирование, экзамен, лаб. работы</i>
ПК-1.2	<i>Тема 1- 12</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Л. работа 1-7</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Тестирование, экзамен, лаб. работы</i>
ПК-1.3	<i>Тема 1- 12</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Л. работа 1-7</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Тестирование, экзамен, лаб. работы</i>

**Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)**

<b>Лабораторный практикум, контрольная работа (текущий рейтинг)</b>				
Лабораторная работа	Балл			
	очная форма		очно-заочная форма	
	4 семестр	5 семестр	5 семестр	6 семестр
№1	15-25		15-25	
№2	15-25		15-25	
№3	15-25		15-25	
№4	15-25		15-25	
№5		12-16		12-16
№6		12-16		12-16
№7		12-16		12-16
Тестирование		0-12		0-12
ИТОГО	60-100	36-60	60-100	36-60
<b>Экзаменационный рейтинг</b>				
Вопрос				Балл
Экзаменационный вопрос № 1				7-11
теоретическая часть (определения, общие характеристики и т.п.)				3-4
вывод формул				3-4
правильность конечного результата				1-3
Экзаменационный вопрос № 2				7-13
теоретическая часть (определения, общие характеристики и т.п.)				3-4
вывод формул				3-5
правильность конечного результата				1-4
Практическое задание (правильность конечного результата)				8-12
Дополнительный вопрос № 1				1-3
Дополнительный вопрос № 2				1-3
ИТОГО				24-40

### *Шкала оценивания*

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:	
			экзамен	зачет
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет Информационных технологий*  
*Кафедра Информационных систем и технологий*

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль: Системы и средства автоматизации технологических процессов, Системы управления технологическими производствами

**Экзаменационные вопросы**  
по дисциплине Теория информации

1. Структура системы передачи информации.
2. Временная и частотная формы представления сигналов.
3. Математические модели сигналов.
4. Спектры периодических сигналов.
5. Распределение энергии непериодического сигнала в спектре.
6. Соотношение между длительностью сигналов и шириной их спектров.
7. Спектры непериодических сигналов.
8. Случайный процесс как модель сигнала.
9. Частотное представление случайных процессов.
10. Спектральное представление случайных процессов.
11. Распределение энергии периодического сигнала в спектре.
12. Энтропия дискретного источника сообщений и ее свойства.
13. Информационные характеристики источника непрерывных сообщений.
14. Энтропия непрерывного источника сообщений и ее свойства.
15. Количество информации. Основные свойства количества информации.
16. Модели дискретных каналов связи.
17. Модели источника дискретных сообщений.
18. Информационные характеристики источника дискретных сообщений.
19. Информационные характеристики источника непрерывных сообщений.
20. Информационные характеристики дискретных каналов связи.
21. Информационные характеристики непрерывных каналов связи.
22. Основная теорема Шеннона о кодировании для канала связи без помех.
23. Условная энтропия и ее свойства.
24. Согласование физических характеристик сигнала и канала связи.
25. Дискретизация сигналов.
26. Выбор шага при равномерной дискретизации.
27. Теоретические и практические аспекты использования теоремы Котельникова.
28. Дискретизация с помощью интерполяционных многочленов.
29. Способы восстановления непрерывного сигнала. Критерии качества восстановления.
30. Адаптивная дискретизация.
31. Квантование сигнала при наличии помех.
32. Шум квантования.
33. Согласование статистических свойств источника сообщений и канала связи.
34. Методы эффективного кодирования для канала связи без помех.
35. Эффективное кодирование и его недостатки.
36. Методы эффективного кодирования коррелированной последовательности знаков.

37. Основная теорема Шеннона о кодировании для канала связи с помехами.
38. Помехоустойчивое кодирование.
39. Связь корректирующей способности кода с кодовым расстоянием.
40. Блочные корректирующие коды и их геометрическая интерпретация.
41. Определение проверочных равенств двоичного группового кода.
42. Линейные коды.
43. Показатели качества корректирующего кода.

**Критерии оценки:** Максимальное значение экзаменационного рейтинга равно 40 баллам, а минимальное - 24. В качестве критериев выбраны следующие:

Вопрос	Балл
Экзаменационный вопрос № 1	7-11
теоретическая часть (определения, общие характеристики и т.п.)	3-4
вывод формул	3-4
правильность конечного результата	1-3
Экзаменационный вопрос № 2	7-13
теоретическая часть (определения, общие характеристики и т.п.)	3-4
вывод формул	3-5
правильность конечного результата	1-4
Практическое задание (правильность конечного результата)	8-12
Дополнительный вопрос № 1	1-3
Дополнительный вопрос № 2	1-3
ИТОГО	24-40

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет Информационных технологий  
Кафедра Информационных систем и технологий

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль: Системы и средства автоматизации технологических процессов, Системы управления технологическими производствами

**Комплект лабораторных работ**  
по дисциплине «Теория информации»

**Лабораторная работа №1**

**Тема: «Математические модели детерминированных периодических сигналов».**

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал (принципы разложения периодического сигнала в ряд Фурье).

2. Вычислить спектральные характеристики последовательности унipoлярных треугольных

импульсов:  $x(t) = \frac{2h}{T} |t - iT|, -\frac{T}{2} + iT \leq t < \frac{T}{2} + iT, i = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

3. Вычислить спектральные характеристики периодического колебания пилообразной формы:

$x(t) = \frac{2h}{T} t - i2h, -\frac{T}{2} + iT \leq t < \frac{T}{2} + iT, i = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

4. Подготовить таблицу 1 для обоих спектров.

Таблица 1. Спектральные характеристики

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A <sub>k</sub>											
Θ <sub>k</sub>											

5. Ввести спектральные характеристики сигналов. Убедиться в правильности их формирования.

6. Отобразить результаты в лабораторном отчете.

**Исходные данные для выполнения лабораторной работы:**

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
h	1.5	2.4	3.1	4.6	5.7	6.3	7.4	8.2	9.3	2.9

№ вар-та	11	12	13	14	15
h	3.7	4.1	5.5	6.8	7.7

**Лабораторная работа №2**

**Тема: «Математические модели детерминированных непериодических сигналов».**

**Задание:**

1. Изучить принципы получения спектральных характеристик детерминированных непериодических сигналов.

2. Вывести формулы для спектральной плотности одиночного экспоненциального импульса



$$x(t) = \begin{cases} h e^{-\beta(t-t_0)}, & t \geq t_0 \\ 0, & t < t_0 \end{cases} \quad S(j\omega), \text{ ее модуля } S(\omega) \text{ и аргумента } \Theta(\omega).$$

3. Подготовить набор значений параметров  $h$ ,  $\beta$ ,  $t_0$  и построить семейство кривых  $S(\omega)|_{h,\beta,t_0}$ ,  $\theta(\omega)|_{h,\beta,t_0}$ ,  $\lambda(\omega)|_{h,\beta,t_0}$ .
4. Установить влияние каждого параметра на АЧХ, ФЧХ одиночного экспоненциального импульса, а также интегральную кривую распределения энергии в спектре частот.
5. Исследовать представление сигнала в виде ряда Котельникова.
6. Отобразить результаты в лабораторном отчете.

#### Исходные данные для выполнения лабораторной работы:

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$h$	1.5	2.4	3.1	4.6	5.7	6.3	7.4	8.2	9.3	2.9
$\beta$	0.5	0.2	0.1	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1
$t_0$	1	0.5	2	2.5	3	3.5	1.5	2.7	3.8	2.2

№ вар-та	11	12	13	14	15
$h$	3.7	4.1	5.5	6.8	7.7
$\beta$	0.75	0.85	0.95	1.5	1.2
$t_0$	0.75	1.15	2.8	3.4	1.9

#### Лабораторная работа №3

**Тема: «Математические модели случайных сигналов и элементы теории оптимального приема»**

##### Задание:

1. Изучить особенности спектральных характеристик случайных сигналов, а также элементы теории оптимального приема.
2. Вывести формулы порогового уровня для обнаружения постоянного сигнала величиной  $A$  на фоне аддитивной, нормально распределенной помехи  $\zeta$  с параметрами  $m_\zeta$ ,  $\sigma_\zeta$ . Метод приема - однократный отсчет. Решающие правила: 1) критерий максимума правдоподобия, 2) критерий идеального наблюдателя, 3) критерий минимального риска.
3. Вычислить пороговый уровень  $x_{pi}$ ,  $i=1, 2, 3$ .
4. Проверить правильность вычислений  $x_{pi}$ ,  $i=1, 2, 3$ . В случае неправильных вычислений скорректировать входные данные или значения пороговых уровней.
5. Провести исследование априорных данных на процесс принятия решения. Построить графики и сделать соответствующие выводы.
6. Отобразить результаты в лабораторном отчете.

#### Исходные данные для выполнения лабораторной работы:

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$A$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2.5
$m_\zeta$	0.5	0.2	0.1	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.25	0.15
$\sigma_\zeta$	0.1	0.05	0.2	0.25	0.3	0.35	0.15	0.27	0.08	0.22

№ вар-та	11	12	13	14	15
$A$	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5
$m_\zeta$	0.35	0.33	0.55	0.75	1.2
$\sigma_\zeta$	0.75	0.18	0.28	0.34	0.19

## Лабораторная работа №4

### Тема: «Количественная оценка информации»

#### Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Исследовать свойства энтропии, построить соответствующие графики. Сделать выводы.
3. Определить количество информации в одном сообщении, если известно:
  - а) максимально возможное количество сообщений  $N$ ;
  - б) количество качественных признаков  $m$ , из которых составлены сообщения, а также количество символов  $n$  в каждом сообщении.

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N	10	8	16	20	27	10	20	8	27	25
m	2	4	4	2	8	10	8	10	16	16
n	10	5	10	4	12	5	8	12	15	20

№ вар-та	11	12	13	14	15
N	16	8	25	14	30
m	5	12	5	12	18
n	15	5	12	12	25

4. Определить энтропию источника сообщений, характеризующегося следующими вероятностями появления символов на его выходе:

№ варианта	1	2	3	4
	$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \\ 0.3 & 0.1 & 0.25 & 0.15 & 0.2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ 0.4 & 0.1 & 0.3 & 0.2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ 0.4 & 0.1 & 0.3 & 0.2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ 0.25 & 0.15 & 0.3 & 0.3 \end{pmatrix}$

№ вар-та	5	6	7	8
	$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ 0.1 & 0.17 & 0.24 & 0.49 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \\ 0.12 & 0.18 & 0.2 & 0.1 & 0.4 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ 0.22 & 0.11 & 0.3 & 0.37 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \\ 0.2 & 0.35 & 0.1 & 0.11 & 0.24 \end{pmatrix}$

№ вар-та	9	10	11	12
	$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \\ 0.4 & 0.19 & 0.11 & 0.15 & 0.15 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ 0.27 & 0.2 & 0.24 & 0.29 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ 0.23 & 0.1 & 0.12 & 0.55 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ 0.41 & 0.18 & 0.13 & 0.28 \end{pmatrix}$

№ вар-та	13	14	15
	$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \\ 0.33 & 0.1 & 0.22 & 0.25 & 0.1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ 0.23 & 0.26 & 0.2 & 0.31 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \\ 0.38 & 0.1 & 0.11 & 0.3 & 0.11 \end{pmatrix}$

5. Сигнал формируется в виде двоичного кода с вероятностями появления символов 1 и 0, равными соответственно  $p(b_1)$  и  $p(b_2)$ . Появление любого из символов взаимосвязано условными вероятностями

$P\left(\frac{A}{B}\right)$ . Определить условную энтропию.

№ варианта	1	2	3	4	5	6
------------	---	---	---	---	---	---

$p(b_1), p(b_2)$	0.6, 0.4	0.8, 0.2	0.5, 0.5	0.65, 0.35	0.3, 0.7	0.25, 0.75
$P\left(\frac{A}{B}\right)$	$\begin{pmatrix} 0.1 & 0.9 \\ 0.9 & 0.1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.25 & 0.3 \\ 0.75 & 0.7 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.3 & 0.35 \\ 0.7 & 0.65 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.45 & 0.6 \\ 0.55 & 0.4 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.27 & 0.55 \\ 0.73 & 0.45 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.22 & 0.6 \\ 0.78 & 0.4 \end{pmatrix}$

№ Вар-та	7	8	9	10	11	12
$p(b_1), p(b_2)$	0.33, 0.67	0.72, 0.28	0.53, 0.47	0.61, 0.39	0.36, 0.64	0.29, 0.71
$P\left(\frac{A}{B}\right)$	$\begin{pmatrix} 0.2 & 0.72 \\ 0.8 & 0.28 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.31 & 0.3 \\ 0.69 & 0.7 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.23 & 0.5 \\ 0.77 & 0.5 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.55 & 0.66 \\ 0.45 & 0.34 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.21 & 0.35 \\ 0.79 & 0.65 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.24 & 0.62 \\ 0.76 & 0.28 \end{pmatrix}$

№ варианта	13	14	15
$p(b_1), p(b_2)$	0.45, 0.55	0.71, 0.29	0.33, 0.67
$P\left(\frac{A}{B}\right)$	$\begin{pmatrix} 0.11 & 0.9 \\ 0.89 & 0.1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.65 & 0.13 \\ 0.35 & 0.87 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.28 & 0.15 \\ 0.72 & 0.85 \end{pmatrix}$

6. Отобразить результаты в лабораторном отчете

### Лабораторная работа №5

Тема: «Информационные характеристики источников дискретных сообщений»

Задание:

1. Изучить теоретический материал.

2. Влияние помех в канале связи описывается матрицей  $P\left(\frac{A}{B}\right)$ , приведенной в п.9, вероятности появления символов на выходе источника сообщений равны  $p(a_1) = 0.2, p(a_2) = 0.1, p(a_3) = 0.7$ . Определить энтропию приемника сообщений.

3. Две взаимозависимые системы X и Y объединены в одну, матрица вероятностей состояний которой  $P(X, Y)$ . Определить безусловную энтропию системы X и системы Y, а также полные условные энтропии  $H(X/Y)$ ,  $H(Y/X)$  и энтропию объединения  $H(X, Y)$ .

№ вар.	1	2	3	4	5	6
$P(X, Y)$	$\begin{pmatrix} 0.3 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0.3 & 0.1 \\ 0 & 0.1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.4 & 0.1 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.1 \\ 0 & 0 & 0.2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0 & 0.3 & 0.1 \\ 0.1 & 0 & 0.2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.1 & 0.1 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.1 \\ 0 & 0.1 & 0.4 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.1 & 0.1 & 0.1 \\ 0 & 0.1 & 0.1 \\ 0 & 0.4 & 0.1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 0.3 & 0 \\ 0 & 0.1 & 0.1 \\ 0.1 & 0.3 & 0.1 \end{pmatrix}$

№ вар.	7	8	9	10	11
$P(X, Y)$	$\begin{pmatrix} 0 & 0.2 & 0 \\ 0.1 & 0 & 0.2 \\ 0.2 & 0.1 & 0.2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.1 & 0.1 & 0.1 \\ 0.2 & 0.2 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.2 & 0 & 0 \\ 0.1 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0.1 & 0.4 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.2 & 0 & 0.2 \\ 0.1 & 0.1 & 0.1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 0.3 & 0 \\ 0.2 & 0 & 0.1 \\ 0.15 & 0.15 & 0.1 \end{pmatrix}$

№ вар.	12	13	14	15
$P(X, Y)$	$\begin{pmatrix} 0.12 & 0.1 & 0 \\ 0.11 & 0.18 & 0.2 \\ 0.19 & 0 & 0.1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.1 & 0.15 & 0 \\ 0.1 & 0.15 & 0.15 \\ 0 & 0.15 & 0.2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.1 & 0.1 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.1 \\ 0 & 0.2 & 0.3 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.05 & 0.15 & 0 \\ 0.1 & 0.05 & 0.15 \\ 0.25 & 0.25 & 0 \end{pmatrix}$

4. Канал связи с помехами описан матрицей  $P(X, Y)$ , приведенной в задании 6. Определить  $I(X, Y)$ .

5. Определить информационные потери в канале связи, описываемом канальной матрицей  $P\left(\frac{A}{B}\right)$ , при равновероятном появлении символов алфавита в сообщениях.

№ вар.	1	2	3	4	5
$P\left(\frac{A}{B}\right)$	$\begin{pmatrix} 0.99 & 0.01 & 0 \\ 0.01 & 0.98 & 0 \\ 0 & 0.01 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0 & 0.9 & 0.8 \\ 0.8 & 0 & 0.2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.27 & 0.11 & 0.15 \\ 0.73 & 0.2 & 0.25 \\ 0 & 0.69 & 0.6 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.58 & 0.21 & 0.31 \\ 0.1 & 0 & 0.19 \\ 0.32 & 0.79 & 0.5 \end{pmatrix}$

№ вар.	6	7	8	9	10
$P\left(\frac{A}{B}\right)$	$\begin{pmatrix} 0.65 & 0.9 & 0.12 \\ 0 & 0.1 & 0.42 \\ 0.35 & 0 & 0.46 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.44 & 0.2 & 0.1 \\ 0.11 & 0.33 & 0.72 \\ 0.45 & 0.47 & 0.18 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.22 & 0.1 & 0.1 \\ 0.6 & 0.55 & 0.9 \\ 0.18 & 0.35 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.72 & 0 & 0.6 \\ 0.1 & 0.66 & 0 \\ 0.18 & 0.34 & 0.4 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.52 & 0 & 0.56 \\ 0.48 & 0.77 & 0 \\ 0 & 0.23 & 0.44 \end{pmatrix}$

№ вар.	11	12	13	14	15
$P\left(\frac{A}{B}\right)$	$\begin{pmatrix} 0.65 & 0.3 & 0 \\ 0.2 & 0.55 & 0.2 \\ 0.15 & 0.15 & 0.8 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.12 & 0.1 & 0 \\ 0.11 & 0.18 & 0.2 \\ 0.19 & 0.72 & 0.1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.55 & 0.44 & 0 \\ 0.1 & 0 & 0.75 \\ 0.35 & 0.56 & 0.25 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.11 & 0.3 & 0 \\ 0.89 & 0.7 & 0.1 \\ 0 & 0 & 0.9 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.35 & 0.15 & 0.55 \\ 0.1 & 0 & 0.45 \\ 0.55 & 0.85 & 0 \end{pmatrix}$

6. Отобразить результаты в лабораторном отчете

### Лабораторная работа №6

Тема: «Определение избыточности сообщений. Оптимальное кодирование»

Задание:

1. Изучить теоретический материал (методики оптимального кодирования).
2. Определить избыточность сообщений, построенных из алфавита с заданным распределением вероятностей появления символов в сообщениях.

Вариант	Вероятности
1	$p_a=0.03, p_b=0.26, p_c=0.09, p_d=0.05, p_e=0.16, p_f=0.1, p_g=0.09, p_h=0.22$
2	$p_a=0.1, p_b=0.05, p_c=0.04, p_d=0.01, p_e=0.1, p_f=0.03, p_g=0.07, p_h=0.5$
3	$p_A=0.1, p_B=0.25, p_C=0.35, p_D=0.3$
4	$p_a=0.125, p_b=0.125, p_c=0.125, p_d=0.125, p_e=0.125, p_f=0.125, p_g=0.125, p_h=0.125$
5	$p_a=0.5, p_b=0.25, p_c=0.098, p_d=0.052, p_e=0.04, p_f=0.03, p_g=0.019, p_h=0.011$
6	$p_a=0.25, p_b=0.25, p_c=0.125, p_d=0.125, p_e=0.0625, p_f=0.0625, p_g=0.0625, p_h=0.0625$
7	$p_A=0.25, p_B=0.25, p_C=0.25, p_D=0.1, p_E=0.1, p_F=0.05$
8	$p_a=0.03, p_b=0.02, p_c=0.13, p_d=0.18, p_e=0.13, p_f=0.15, p_g=0.16, p_h=0.11, p_i=0.02, p_j=0.07$
9	$p_A=0.17, p_B=0.17, p_C=0.11, p_G=0.09, p_D=0.07, p_E=0.03, p_J=0.04, p_I=0.02, p_K=0.31, p_L=0.03$
10	$p_a=0.18, p_b=0.18, p_c=0.18, p_d=0.18, p_e=0.1, p_f=0.09, p_g=0.09$
11	$p_A=0.5, p_B=0.15, p_C=0.12, p_G=0.1, p_D=0.04, p_E=0.04, p_J=0.03, p_I=0.02$
12	$p_A=0.5, p_B=0.15, p_C=0.12, p_D=0.1, p_E=0.04, p_F=0.04, p_G=0.03, p_H=0.02$
13	$p_a=0.19, p_b=0.19, p_c=0.19, p_d=0.19, p_e=0.08, p_f=0.08, p_g=0.08$
14	$p_a=0.3, p_b=0.18, p_c=0.15, p_d=0.15, p_e=0.07, p_f=0.06, p_g=0.05, p_i=0.04$
15	$p_A=0.38, p_B=0.24, p_C=0.18, p_G=0.1, p_D=0.06, p_E=0.02, p_J=0.02$

3. Произвести кодирование по методу Шеннона-Фано для алфавита, приведенного в предыдущем задании. Вычислить энтропию и среднюю длину кодового слова.
4. Произвести кодирование двоичным кодом по методу Хаффмена для алфавита, приведенного в задании 2. Определить избыточность полученного кода.
5. Алфавит состоит из трех букв А, В, С с заданными вероятностями. Произвести кодирование отдельных букв и двухбуквенных сочетаний по методам Шеннона-Фано и Хаффмена. Сравнить избыточность и эффективность полученных кодов.

Вариант	Вероятности
1	$p_A=0.7, p_B=0.2, p_C=0.1$
2	$p_A=0.5, p_B=0.3, p_C=0.2$
3	$p_A=0.6, p_B=0.2, p_C=0.2$
4	$p_A=0.8, p_B=0.1, p_C=0.1$
5	$p_A=0.5, p_B=0.1, p_C=0.4$
6	$p_A=0.4, p_B=0.2, p_C=0.4$
7	$p_A=0.85, p_B=0.1, p_C=0.05$

8	$p_A=0.6, p_B=0.3, p_C=0.1$
9	$p_A=0.55, p_B=0.25, p_C=0.2$
10	$p_A=0.65, p_B=0.15, p_C=0.2$
11	$p_A=0.75, p_B=0.15, p_C=0.1$
12	$p_A=0.7, p_B=0.15, p_C=0.15$
13	$p_A=0.25, p_B=0.25, p_C=0.5$
14	$p_A=0.6, p_B=0.25, p_C=0.15$
15	$p_A=0.75, p_B=0.2, p_C=0.05$

8. Отобразить результаты в лабораторном отчете.

### Лабораторная работа №7

**Тема: «Помехоустойчивое кодирование»**

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал (методики кодирования и декодирования циклических кодов).
2. Определить величину кодового расстояния между двумя заданными двоичными кодовыми комбинациями.

Вариант	Кодовые комбинации
1	1101101, 1001011
2	1001010, 1010101
3	0110011, 1000010
4	1111000, 0001000
5	1000000, 1100110
6	1100001, 0101110
7	1000111, 0001010
8	1100101, 1011001
9	1010110, 0111001
10	1101111, 1001100
11	1000110, 1011110
12	0010011, 0110011
13	1010110, 1000111
14	1011111, 0111100
15	1011100, 1010100

3. а) Определить величину кодового расстояния, обеспечивающего исправление  $s$ -кратных ошибок (варианты 1- 7);  
б) Определить наименьшее количество проверочных символов, а также количество информационных символов, необходимых для исправления  $s$ -кратных ошибок, если число символов в кодовой комбинации равно  $n$  (варианты 8-15).

Вариант	$s$	$n$
1	1	
2	2	
3	3	
4	4	
5	5	
6	6	
7	7	
8	2	10
9	3	10
10	3	14
11	2	11
12	2	14

13	3	11
14	3	12
15	2	12

4. Перемножить 3 заданных многочлена в алгебре циклических кодов. Прodelать аналогичную операцию и для двоичных эквивалентов.

Вариант	Многочлены
1	$x+1, x^2+x+1, x^3+x+1$
2	$x^2+1, x^3+1, x$
3	$x^3+x^2+x+1, x+1, x^2+x$
4	$x^4+1, x^3+x, x^2+1$
5	$x^2+x+1, x, x^4+1$
6	$x^3+x^2+x+1, x^2+1, x+1$
7	$x^4+x^3, x^4+1, x^2+x+1$
8	$x^3+x, x^2+x+1, x^4+x^2$
9	$x^4+x^3, x^3+x, x+1$
10	$x^2+x+1, x^4+1, x^3+x$
11	$x^4+x+1, x^3+1, x^2+x+1$
12	$x^4+1, x^3+x^2+1, x^2+x$
13	$x^5+1, x^2+x, x+1$
14	$x^4+x^3+1, x^3+x+1, x^2+1$
15	$x^4+x+1, x^3+x, x^3+x+1$

5. Найти остаток от деления многочлена 1 на многочлен 2. Прodelать аналогичную операцию для двоичных эквивалентов.

Вариант	Многочлен 1	Многочлен 2
1	$x^7+x^6+x^4+x+1$	$x^4+x+1$
2	$x^5+x^4+x$	$x^4+x^2$
3	$x^6+x^5+x^4+1$	$x^3+x^2+x$
4	$x^7+x^6+x^5$	$x^3+x+1$
5	$x^8+x^7+x^3+1$	$x^4+x^2$
6	$x^9+x+1$	$x^5+x^4+x$
7	$x^8+x^4+x^3+x$	$x^4+x^3+x^2$
8	$x^7+x^5+x^4$	$x^3+x^2+x$
9	$x^9+x^8+x^7$	$x^5+x^4+1$
10	$x^8+x^6+1$	$x^4+x^3+1$
11	$x^7+x^4+x$	$x^4+1$
12	$x^9+x^7+x^5$	$x^5+x^2+x$
13	$x^8+x^6+x^4+1$	$x^6+x^2+x$
14	$x^7+x^6+x$	$x^3+x^2+x$
15	$x^8+x^7+x^6+x^5$	$x^4+x^2+x$

6. Закодировать в циклическом коде заданную кодовую комбинацию  $h(x)$ .

Вариант	$h(x)$
1	100011
2	110011
3	100101
4	100110
5	100111
6	110111
7	101001
8	101100
9	100010

10	101101
11	100001
12	110101
13	101110
14	101111
15	111100

7. Проверить принятую кодовую комбинацию  $h(x)$  на наличие одиночной ошибки. При обнаружении ошибки исправить ее.

Вариант	$h(x)$
1	$x^{14} + x^{11} + x^8 + x^6 + x^3 + x^2 + x$
2	$x^{13} + x^{12} + x^9 + x^8 + x^5 + 1$
3	$x^{12} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x$
4	$x^{14} + x^{13} + x^{10} + x^8 + x^5 + x^4$
5	$x^{13} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^2 + x + 1$
6	$x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^6 + x^4 + x$
7	$x^{13} + x^8 + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + 1$
8	$x^{14} + x^{11} + x^9 + x^7 + x^5 + x$
9	$x^{12} + x^{11} + x^8 + x^7 + x^6 + x + 1$
10	$x^{13} + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$
11	$x^{14} + x^{10} + x^8 + x^5 + x^3 + x$
12	$x^{12} + x^9 + x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + 1$
13	$x^{13} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^5 + x^4 + x$
14	$x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x + 1$
15	$x^{12} + x^{11} + x^9 + x^8 + x^6 + x^5$

8. Заданные кодовые комбинации закодировать в циклическом коде. В правильно закодированные кодовые комбинации внести одиночные ошибки и по образующей матрице определить местоположение ошибки.

Вариант	Кодовые комбинации		
	1	2	3
1	110100	100011	1001
2	1101010	110000	1010
3	11010000	1000	11010
4	110101	100100	1011
5	1101011	11000	1100
6	1101000	1101	10100
7	11010011	1001	11011
8	110110	100100	1101
9	1101100	110010	1110
10	1100111	1110	10101
11	11010010	1010	11100
12	110111	100101	1111
13	1101101	110011	1001
14	1100110	0111	10110
15	11101001	1100	11101

9. Отобразить результаты в лабораторном отчете.

**Критерии оценки:** Максимальное количество баллов, которое можно получить за лабораторную работу 25 баллов в 4-м семестре (очная форма обучения), 5-м семестре (очно-заочная форма обучения) и 16 баллов в 5-м семестре (очная форма обучения), в 6-м семестре (очно-заочная форма обучения), а минимальное значение – 15 баллов в 5-м семестре (очная форма обучения), 6-м семестре (очно-заочная форма обучения) и 12 баллов в 5-м семестре (очная

форма обучения), 6-м семестре (очно-заочная форма обучения).

<b>Лабораторный практикум, контрольная работа (текущий рейтинг)</b>				
Лабораторная работа	Балл			
	очная форма		очно-заочная форма	
	4 семестр	5 семестр	5 семестр	6 семестр
№1	15-25		15-25	
№2	15-25		15-25	
№3	15-25		15-25	
№4	15-25		15-25	
№5		12-16		12-16
№6		12-16		12-16
№7		12-16		12-16
ИТОГО	60-100	36-48	60-100	36-48

Составитель \_\_\_\_\_  Н.В. Лежнева

(подпись)  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет Информационных технологий  
Кафедра Информационных систем и технологий

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль: Системы и средства автоматизации технологических процессов, Системы управления технологическими производствами

**Комплект тестовых заданий** по дисциплине Б1.В.06 Теория информации

### **Вариант №1**

#### **Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов**

*Из предложенных вариантов ответов выберите несколько верных.*

1.1. Каноническим разложением корреляционной функции стационарного случайного процесса  $U(t)$  является

1.  $R_u(t_1, t_2) = \sum_k D_k \varphi_k(t_1) \varphi_k(t_2);$
2.  $R_u(\tau) = \frac{1}{2} \sum_{k=-\infty}^{\infty} D_k e^{j\omega_k \tau};$
3.  $R_u(t_1 - t_2) = \frac{1}{2} \sum_{k=-\infty}^{\infty} D_k e^{j\omega_k t_1} e^{-j\omega_k t_2};$
4.  $R_u(\tau) = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} S_{uu}(\omega) e^{j\omega \tau} d\omega;$
5.  $R_u(t_1 - t_2) = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} S_{uu}(\omega) e^{j\omega t_1} e^{-j\omega t_2} d\omega.$

1.2. При дискретизации сигнала  $u(t)$  в качестве координат можно использовать

1.  $u'(t_j);$
2.  $\int u(t) \xi_j(t) dt;$
3.  $u(t_j);$
4.  $u(t_j) - u(t - t_j).$

1.3. Для согласования статистических свойств источника сообщений, обладающего избыточностью, и канала связи необходимо

1. введение кодера и декодера канала
2. введение кодера и декодера источника
2. введение кодера и декодера источника, а также кодера и декодера канала

1.4. Недостатками эффективного кодирования являются:

1. различие в длине кодовых комбинаций
2. возникновение задержки в передаче информации
3. одинаковая длина кодовых комбинаций
4. специфическое влияние помех на достоверность приема
5. сложность технической реализации

1.5. Обратное преобразование Фурье для непериодического детерминированного сигнала  $u(t)$  имеет вид

1.  $\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \mathcal{F}(\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega,$

$$2. \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \xi(\omega) \cdot \cos[\omega t - \phi(\omega)] d\omega,$$

$$3. \int_{-\infty}^{\infty} \xi(t) \cdot e^{-j\omega t} dt.$$

1.6 В основе корреляционной теории сигналов лежат результаты исследования случайных процессов в их временном представлении, т.е. с помощью

$$1) m_u = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T \xi(t) dt = u_0,$$

$$2) D_u = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T (\xi(t) - u_0)^2 dt,$$

$$3) R_{\xi}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T (\xi(t) - u_0)(\xi(t + \tau) - u_0) dt.$$

1.7. Мера неопределенности выбора дискретным источником сообщений состояния из ансамбля называется:

- 1) энтропией дискретного источника;
- 2) количеством информации;
- 2) энтропией конечного ансамбля.

1.8. Каноническим разложением случайного процесса является:

- 1)  $m_u + \sum_k (a_k \cos k\omega_1 t + b_k \sin k\omega_1 t);$
- 2)  $\frac{1}{2} \sum_{k=-\infty}^{\infty} C_k \cdot e^{j\omega_k t};$
- 3)  $\frac{1}{2} \sum_{k=-\infty}^{\infty} D_k \cdot e^{j\omega_k t_1} \cdot e^{-j\omega_k t_2};$
- 4)  $\int_{-\infty}^{\infty} \xi(\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega.$

## **Часть II. Задание с выбором одного верного ответа**

*Из предложенных вариантов ответов выберите только один верный вариант.*

2.1. Наиболее адекватной реальным сигналам математической моделью является:

1. детерминированная функция;
2. стационарный случайный процесс;
3. нестационарный случайный процесс.

2.2. Спектр периодического сигнала является:

1. непрерывным;
2. дискретным.

2.3. Комплексной формой ряда Фурье является:

1.  $u(t) = \frac{A_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos(k\omega_0 t) + b_k \sin(k\omega_0 t));$
2.  $u(t) = \frac{A_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos(k\omega_0 t + \varphi_k);$
3.  $u(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S(j\omega) e^{j\omega t} d\omega;$

$$4. u(t) = \frac{1}{2} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \dot{A}_k e^{jk\omega_0 t}.$$

2.4. При равномерном квантовании сигнала при отсутствии помех среднеквадратическая ошибка квантования равна

1.  $\frac{\Delta}{2\sqrt{3}};$
2.  $\frac{\Delta^2}{12};$
3.  $\frac{2\Delta}{\sqrt{3}};$
4.  $\frac{3\Delta}{\sqrt{2}}.$

2.5. Энтропией непрерывного источника информации является:

1.  $-\int_{-\infty}^{\infty} p(u) \log p(u) du - \lim_{\Delta u \rightarrow 0} \log \Delta u;$
2.  $-\int_{-\infty}^{\infty} p(u) \log p(u) du;$
3.  $-\sum_{i=1}^N p(u_i) \log p(u_i).$

2.6. Методика построения эффективных кодов основана на

1. присвоении более коротких кодовых комбинаций менее вероятным знакам;
2. присвоении более коротких кодовых комбинаций более вероятным знакам.

2.7. В системах управления, работающих в реальном времени, при восстановлении сигнала используются

- 1) экстраполяционные методы;
- 2) интерполяционные методы.

2.8. Создаваемые эргодическим источником сообщений длинные последовательности знаков, каждая из которых имеет настолько малую вероятность, что даже суммарная вероятность всех таких последовательностей очень мала, называются:

- 1) нетипичными;
- 2) типичными.

2.9. Создаваемые эргодическим источником сообщений длинные последовательности знаков, которые имеют практически одинаковые вероятности появления, называются:

- 1) нетипичными;
- 2) типичными.

2.10. Для обнаружения всех независимых ошибок кратности до  $r$  включительно и для исправления всех ошибок кратности до  $s$  включительно, причем  $r \geq s$ , минимальное хэммингово расстояние между разрешенными кодовыми комбинациями выбирается из условия:

- 1)  $d_{0min} \geq r+s;$
- 2)  $d_{0min} \geq r+s+1;$
- 3)  $d_{0min} \geq 2r+s+1;$
- 4)  $d_{0min} \geq 2r+s.$

2.11. В современных информационных системах используются, в основном, цифровые методы передачи и преобразования информации, поэтому непрерывные сигналы с датчиков преобразуются в дискретные, описываемые

- 1) дискретными случайными процессами;
- 2) непрерывными случайными последовательностями;
- 3) непрерывными случайными процессами;
- 4) дискретными случайными последовательностями.

2.12. Преобразование сигналов в символы называется

- 1) кодированием;

- 2) модуляцией;
- 3) декодированием;
- 4) демодуляцией.

### **Часть III. Задание на упорядочение ответов**

*Установите соответствие между разрозненными частями утверждения*

3.1. Найдите соответствие между сигналом и его спектром

- |                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1. периодический сигнал   | а) имеет непрерывный спектр |
| 2. непериодический сигнал | б) имеет дискретный спектр  |

3.2. Найдите соответствие между характеристиками стационарного случайного процесса  $U(t)$ :

1. спектральная плотность	а) $\int_0^{\infty} S_u(\omega) \cos \omega \tau d\omega$
2. корреляционная функция	б) $\frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} R_u(\tau) \cos \omega \tau d\tau$

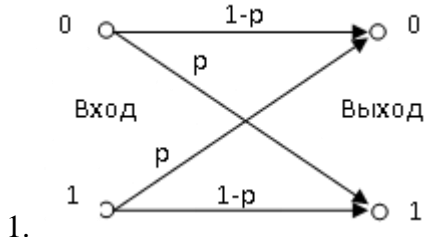
3.3. Найдите соответствие между критериями качества восстановления сигнала  $u(t)$

1) критерий равномерного восстановления	а) $\varepsilon = \frac{1}{\Delta_j} \int_{\Delta_j} \delta_u(t) dt \leq \varepsilon_D$
2) критерий среднеквадратического приближения	б) $\delta_{max} = \max_{t \in \Delta_j}  \delta_u(t)  \leq \delta_D$
3) интегральный критерий приближения	в) $P\{\delta_u(t) \leq \delta_0\} \geq P_D$
4) вероятностный критерий	г) $\sigma = \sqrt{\frac{1}{\Delta_j} \int_{\Delta_j} \delta_u^2(t) dt} \leq \sigma_D$

3.4 Найдите соответствие между типом источника информации и формулой для количества информации

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| 1. дискретный источник  | а) $I(Z, W) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N p(z_i w_j) \log \frac{p(z_i w_j)}{p(z_i) p(w_j)}$              |
| 2. непрерывный источник | б) $I(Z, W) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} p(zw) \log \frac{p(zw)}{p(z)p(w)} dz dw$ |

3.5. Найдите соответствие между моделью дискретного канала связи и ее изображением в виде графа:

1. двоичный канал	
-------------------	--

2. двоичный симметричный канал	<p>2.</p>
3. двоичный канал со стиранием с помехами	<p>3.</p>
4. двоичный канал со стиранием без помех	<p>4.</p>

## Вариант №2

### Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов

Из предложенных вариантов ответов выберите несколько верных.

1.2. Энергия периодического сигнала  $u(t)$  равна

1.  $\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt$ ;

2.  $\int_{-\infty}^{\infty} |u(t)|^2 dt$ ;

3.  $\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} |S(\omega)|^2 d\omega$ .

1.2. Шаг дискретизации по теореме Котельникова равен

1.  $\frac{1}{2F_c}$ , где  $F_c$  - наибольшая частота в спектре сигнала;

2.  $\frac{\pi}{\omega_c}$ , где  $\omega_c$  - наибольшая круговая частота в спектре сигнала;

3.  $\tau_0$  - интервал корреляции;

4.  $\frac{du/dt}{\Delta u}$ , где  $\Delta u$  - шаг квантования.

1.3. Основными свойствами энтропии дискретного источника информации являются:

1. энтропия является относительной мерой неопределенности;

2. энтропия является вещественной и неотрицательной величиной;

3. энтропия равна 0, когда состояние источника полностью определено;

4. энтропия- величина ограниченная;
5. энтропия максимальна, когда все состояния источника равновероятны;
6. энтропия объединения нескольких статистически независимых источников равна сумме энтропий исходных источников.
- 1.4. Основными информационными характеристиками каналов связи являются:
  1. скорость передачи информации;
  2. ширина полосы пропускания;
  3. пропускная способность;
  4. объем (емкость) канала.
- 1.5. Основными показателями качества корректирующего кода являются:
  1. избыточность;
  2. количество разрешенных кодовых комбинаций;
  3. число исправляемых ошибок;
  4. сложность технической реализации процессов кодирования и декодирования.
- 1.6. Для согласования статистических свойств источника сообщений, не обладающего избыточностью, и канала связи с помехами необходимо
  1. введение кодера и декодера канала
  2. введение кодера и декодера источника
  2. введение кодера и декодера источника, а также кодера и декодера канала
- 1.7. Кодирование, обеспечивающее минимальное среднее число символов, требующихся для выражения одного знака сообщения, называется:
  - 1) оптимальным;
  - 2) помехоустойчивым;
  - 3) эффективным.
- 1.8. Основными информационными характеристиками источника дискретных сообщений являются:
  - 1) энтропия;
  - 2) производительность;
  - 3) избыточность.

## **Часть II. Задание с выбором одного верного ответа**

*Из предложенных вариантов ответов выберите только один верный вариант.*

- 2.1. При увеличении длительности сигнала его спектр
  1. укорачивается;
  2. расширяется;
  3. не изменяется.
- 2.3. Спектр непериодического сигнала является:
  1. непрерывным;
  2. дискретным.
- 2.4. Тригонометрической формой ряда Фурье является:
  1.  $u(t) = \frac{A_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos(k\omega_0 t) + b_k \sin(k\omega_0 t));$
  2.  $u(t) = \frac{A_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos(k\omega_0 t + \varphi_k);$
  3.  $u(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S(j\omega) e^{j\omega t} d\omega;$
  4.  $u(t) = \frac{1}{2} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \dot{A}_k e^{jk\omega_0 t}.$
- 2.5. Реальные сигналы обладают
  1. ограниченным спектром;
  2. неограниченным спектром.
- 2.6. Дифференциальной энтропией непрерывного источника информации является:

1.  $-\int_{-\infty}^{\infty} p(u) \log p(u) du - \lim_{\Delta u \rightarrow 0} \log \Delta u;$
2.  $-\int_{-\infty}^{\infty} p(u) \log p(u) du;$
3.  $-\sum_{i=1}^N p(u_i) \log p(u_i).$

2.7. Представление сигнала в виде ряда Котельникова имеет вид:

- 1)  $\psi(t) = \sum_k C_k \cdot \psi_k(t), t \in [t_1, t_2];$
- 2)  $\psi(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \psi(n \cdot \Delta t) \frac{\sin \omega_c(t - n \cdot \Delta t)}{\omega_c(t - n \cdot \Delta t)};$
- 3)  $\psi(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \mathcal{F}(\alpha) \cdot \phi(\alpha, t) d\alpha.$

2.8 Источник связанного русского текста, элементарными сообщениями которого являются отдельные буквы русского алфавита, является

- 1) источником без памяти;
- 2) источником с памятью.

2.9. Когда канал связи имеет полосу пропускания, меньшую, чем практическая ширина спектра сигнала, подлежащего передаче, то практическую ширину спектра сигнала можно уменьшить за счет :

- 1) увеличения длительности сигнала;
- 2) увеличения емкости сигнала;
- 3) уменьшения длительности сигнала;
- 4) уменьшения емкости сигнала.

2.10. Для обнаружения ошибок кратности до  $r$  включительно минимальное хэммингово расстояние между разрешенными кодовыми комбинациями должно быть:

- 1)  $d_{0min} \geq r+1;$
- 2)  $d_{0min} \geq r;$
- 3)  $d_{0min} \geq 2r+1;$
- 4)  $d_{0min} \geq 2r.$

2.11. Разложение сигнала, в котором в качестве базисных функций используются экспоненциальные функции, называется:

- 1) частотным представлением сигнала;
- 2) временным представлением сигнала.

2.12. В Теории информации изучаются проблемы

- 1) семантического уровня;
- 2) синтаксического уровня;
- 3) прагматического уровня.

### **Часть III. Задание на упорядочение ответов**

*Установите соответствие между разрозненными частями утверждения*

3.1. Какие непрерывные распределения обладают максимальной дифференциальной энтропией

1. случайная величина имеет ограниченную дисперсию	а) равномерное распределение
2. случайная величина имеет ограниченную область значений	б) нормальное распределение
	в) экспоненциальное распределение
	г) распределение Вейбулла

3.2 Установите соответствие между методиками эффективного кодирования некоррелированной последовательности знаков

1. код Шеннона-Фано	а) буквы алфавита сообщений выписывают в таблицу в порядке убывания вероятностей; две последние буквы объединяют в одну вспомогательную букву, которой приписывают суммарную вероятность; вероятность букв, не участвующих в объединении, и полученную суммарную вероятность снова располагают в порядке убывания вероятностей, а две последние объединяют; процесс продолжают до тех пор, пока не получат единственную вспомогательную букву с вероятностью, равной единице.
2. код Хаффмена	б) буквы алфавита сообщений выписывают в таблицу в порядке убывания вероятностей; затем их деля на две группы так, чтобы суммы вероятностей в каждой из групп были по возможности одинаковыми; всем знакам верхней группы приписывают 0, а всем нижним – 1; каждую из полученных групп, в свою очередь, разбивают на две подгруппы с одинаковыми суммарными вероятностями и.т.д.; процесс продолжают до тех пор, пока в каждой группе не останется по одному знаку.

3.3. Укажите соответствие между разновидностями помехоустойчивых кодов

1. алгебраические	а) коды, при построении которых каждой букве сообщения сопоставляется блок из n символов
2. блочные	б) коды, обладающие свойством обнаруживать и исправлять ошибки вследствие своей алгебраической структуры
3. непрерывные	в) коды, в которых введение избыточных символов в кодируемую последовательность информационных символов осуществляется непрерывно, без разделения ее на независимые блоки

3.4. Укажите соответствие между разновидностями методов сжатия дискретной информации и их классификацией

1. статистические характеристики источника сообщений неизвестны	а) кодирование по методу Хаффмена
2. статистические характеристики источника сообщений полностью известны	б) универсальное кодирование
	в) кодирование по методу Шеннона-Фано

3.5. Установите соответствие между энтропией объединения двух источников сообщений:

1. статистически независимые источники сообщений	а) сумма безусловной энтропии одного ансамбля и условной энтропии другого относительно первого
2. статистически зависимые источники сообщений	б) сумма энтропий исходных источников

### Вариант №3

#### Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов

*Из предложенных вариантов ответов выберите несколько верных.*

1.1. Прямое преобразование Фурье для непериодического детерминированного сигнала  $u(t)$  имеет вид

$$1. \int_{-\infty}^{\infty} u(t) e^{-j\omega t} dt;$$



$$2. \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \xi(\omega) \cdot \cos[\omega t - \phi(\omega)] d\omega;$$

$$3. \int_{-\infty}^{\infty} \psi(t) \cdot \cos \omega t dt - j \int_{-\infty}^{\infty} \psi(t) \cdot \sin \omega t dt;$$

$$4. \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \xi(j\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega.$$

1.2. Дискретным каналом связи называется

1. канал связи, на входе и выходе которого сигналы, непрерывные во времени и дискретные по уровню;

2. канал связи, на входе и выходе которого сигналы, непрерывные во времени и по уровню;

3. канал связи, на входе и выходе которого сигналы, дискретные во времени и по уровню;

4. канал связи, на входе и выходе которого сигналы, дискретные во времени и непрерывные по уровню.

1.3. Энтропия дискретного источника сообщений является

1. положительной;

2. отрицательной;

3. нулевой.

1.4. Методы сжатия дискретной информации при частично известных статистических характеристиках источника сообщений делятся на:

1) кодирование по методу Шеннона-Фано;

2) кодирование длин серий;

3) кодирование по методу Хаффмена;

4) адресно-позиционное кодирование;

5) итерации простых подстановок;

6) адаптивное кодирование в разрядной плоскости.

1.5. Скорость передачи информации по дискретному каналу связи зависит от следующих характеристик канала:

1) объем алфавита символов;

2) техническая скорость их передачи;

3) статистических свойств помех в линии связи;

4) быстродействие аппаратуры канала;

5) свойств линии связи;

6) вероятностей поступающих на вход символов и их статистической взаимосвязи.

1.6. Укажите основные параметры сигнала, которые рассматривают при оценке возможностей его передачи сигнала по каналу связи с заданными физическими характеристиками:

1) длительность сигнала;

2) ширина спектра сигнала;

3) объемом или емкостью канала сигнала;

4) сигнала над помехой.

1.7. На практике предельные возможности системы передачи информации определяются следующими показателями:

1) достоверность;

2) средняя скорость передачи;

3) сложность технической реализации.

1.8. Пропускная способность дискретного канала связи равна:

1)  $V_T \log m$  ;

$$2) \max_{p\{u\}} V_T \sum_{i=1}^{m_1} \sum_{j=1}^{m_2} p(v_j u_i) \log \frac{p(v_j u_i)}{p(v_j) p(u_i)};$$

$$3) F_{\kappa} \log(1 + P_u / P_{\xi}).$$

## **Часть II. Задание с выбором одного верного ответа**

*Из предложенных вариантов ответов выберите только один верный вариант.*

2.1. Энергия периодического сигнала является

1. бесконечной;
2. конечной.

2.2. Под кодированием в узком смысле понимают

1. преобразование сообщения в сигнал, удобный для передачи по данному каналу связи;
2. операцию представления исходных знаков в другом алфавите с меньшим числом

знаков, называемых символами.

2.3. Энтропия объединения нескольких статистически независимых источников информации равна

1. сумме энтропий исходных источников;
2. произведению энтропий исходных источников;
3. разности энтропий исходных источников.

2.4. Если единственным ограничением для непрерывной случайной величины является область ее возможных значений, то максимальной дифференциальной энтропией обладает

1. нормальное распределение;
2. равномерное распределение;
3. экспоненциальное распределение;
4. хи-квадрат распределение.

2.5. Наиболее адекватной реальным сигналам математической моделью является:

- 1) нестационарный случайный процесс;
- 2) детерминированная функция;
- 3) стационарный случайный процесс.

2.6. Методы сжатия дискретной информации при неизвестных статистических характеристиках источника сообщений делятся на:

- 1) кодирование по методу Шеннона-Фано;
- 2) кодирование длин серий;
- 3) кодирование по методу Хаффмена;
- 4) адресно-позиционное кодирование;
- 5) итерации простых подстановок;
- 6) универсальное кодирование.

2.7. Для минимизации наибольшей возможной ошибки квантования уровни квантования размещают

- 1) в середине шага квантования;
- 2) на верхней границе шага квантования;
- 3) на нижней границе шага квантования.

2.8. Стационарный источник дискретных сообщений у которого вероятность выбора одного знака сообщения зависит от того, какие знаки были выбраны источником до этого, называется

- 1) источником без памяти;
- 2) источником с памятью.

2.9. Когда широкополосный канал связи предоставляется на время, меньшее длительности сигнала, то согласование осуществляется за счет:

- 1) сокращения спектра сигнала;
- 2) увеличения емкости сигнала;
- 3) расширения спектра сигнала;
- 4) уменьшения емкости сигнала.

2.10. Коды, обеспечивающие заданную корректирующую способность при минимально возможной избыточности, называются

- 1) идеальными;
- 2) оптимальными;
- 3) эффективными.

2.11. Представление сигнала  $u(t)$  в виде 
$$\psi(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \psi(n \cdot \Delta t) \frac{\sin \omega_c(t - n \cdot \Delta t)}{\omega_c(t - n \cdot \Delta t)}$$
 называется

- 1) рядом Тейлора;
- 2) рядом Лагранжа;
- 3) рядом Котельникова.

2.12. Информация, заключенная в характере следования знаков сообщения называется

- 1) семантической или смысловой;
- 2) синтаксической;
- 3) прагматической.

### **Часть III. Задание на упорядочение ответов**

*Установите соответствие между разрозненными частями утверждения*

3.1. Установите соответствие между энтропией и свойствами энтропии:

1) энтропия дискретного источника сообщений	а) является относительной мерой неопределенности
2) энтропия непрерывного источника сообщений	б) вещественная и неотрицательная величина
	в) максимальна, если все состояния источника равновероятны
	г) не зависит от конкретных значений случайной величины

3.2. Установите соответствие между информационными характеристиками дискретных каналов связи:

1) техническая скорость передачи	а) $C_D = V_T \log m$
2) скорость передачи информации	б) $C_D = \max_{p(u)} V_T V_T \sum_{i=1}^{m_1} \sum_{j=1}^{m_2} p(v_j   u_i) \log \frac{p(v_j   u_i)}{p(v_j) p(u_i)}$
3) пропускная способность дискретного канала связи без помех	в) $(\bar{I}(V, U)) = V_T (\bar{I}(V, U))$
4) пропускная способность дискретного канала связи с помехами	г) $V_T = 1 / \tau_{cp}$

3.3. Установите соответствие между правилом принятия решения (критерием) и пороговым значением:

1) максимум правдоподобия (критерий Фишера)	а) $\lambda_0 = P(a_1) / P(a_2)$
---	----------------------------------

2) идеального наблюдателя (критерий Зигерта-Котельникова)	б) $\lambda_0 = r_{21} P(a_1) / (r_{12} P(a_2))$
3) минимального риска (критерий Байеса)	в) $\lambda_0 = 1$

3.4. Установите соответствие между необходимым и достаточным условиями принципиальной возможности неискаженной передачи сигнала по данному каналу связи:

1) необходимое условие	а) $T_c \leq T_K; F_c \leq F_K; H_c \leq H_K$
2) достаточное условие	б) $V_c \leq V_K$

3.5. Установите соответствие между вероятностью правильного квантования при равномерном квантовании сигнала и воздействием на квантуемый сигнал равномерно распределенной помехи ( $a/2$  - амплитуда помехи, симметричной относительно мгновенного значения сигнала) и соотношением между шагом квантования и амплитудой помехи:

1) $a < \Delta$	а) $p_i(i) = \Delta / a$
2) $a > 2\Delta$	б) $p(i) = 1 - \frac{a}{4\Delta}$
3) $\Delta < a \leq 2\Delta$	

#### Вариант №4

##### Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов

*Из предложенных вариантов ответов выберите несколько верных.*

1.1. Непрерывным каналом связи называется

1. канал связи, на входе и выходе которого сигналы, непрерывные во времени и дискретные по уровню;
2. канал связи, на входе и выходе которого сигналы, непрерывные во времени и по уровню;
3. канал связи, на входе и выходе которого сигналы, дискретные во времени и по уровню;
4. канал связи, на входе и выходе которого сигналы, дискретные во времени и непрерывные по уровню.

1.2. Дифференциальная энтропия может быть

1. положительной;
2. отрицательной;
3. нулевой.

1.3. Энтропия дискретного источника максимальна в том случае, когда

1. все сообщения источника независимы;
2. все сообщения источника равновероятны;
3. все сообщения источника зависимы;
4. все сообщения источника неравновероятны.

1.4. Методы сжатия дискретной информации при полностью известных статистических характеристиках источника сообщений делятся на:

- 1) кодирование по методу Шеннона-Фано;
- 2) кодирование длин серий;
- 3) кодирование по методу Хаффмена;
- 4) адресно-позиционное кодирование;
- 5) итерации простых подстановок;
- 6) адаптивное кодирование в разрядной плоскости.

1.5. Для увеличения скорости передачи информации по дискретному каналу связи без помех и приближения ее к пропускной способности канала последовательность букв сообщения должна так преобразовываться в кодере, чтобы различные символы в его выходной последовательности

- 1) появлялись равновероятно;

- 2) статистические связи между символами существовали бы
- 3) появлялись неравновероятно;
- 4) статистические связи между символами отсутствовали бы.

1.6. Укажите основные параметры, которыми характеризуется непрерывный канал связи:

- 1) времени, в течении которого канал связи используется для передачи сигнала;
- 2) ширина полосы пропускания канала связи;
- 3) объемом или емкостью канала связи;
- 4) допустимое превышение сигнала над помехой.

1.7. Методы дискретизации, обеспечивающие минимальное число координат при заданной погрешности воспроизведения сигнала называются методами

- 1) оптимальной дискретизации;
- 2) адаптивной дискретизации;
- 3) предельной дискретизации.

1.8. Энергия непериодического сигнала  $u(t)$  равна:

- 1)  $\int_{-\infty}^{\infty} |u(t)|^2 dt$ ;
- 2)  $\int_{-\infty}^{\infty} |u(t)|^2 dt$ ;
- 3)  $\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} |U(\omega)|^2 d\omega$ ;
- 4)  $\frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} |U(\omega)|^2 d\omega$ .

## **Часть II. Задание с выбором одного верного ответа**

*Из предложенных вариантов ответов выберите только один верный вариант.*

2.1. Энергия непериодического сигнала является

- 1. бесконечной;
- 2. конечной.

2.2. Под кодированием в широком смысле понимают

- 1. преобразование сообщения в сигнал, удобный для передачи по данному каналу связи,
- 2. операцию представления исходных знаков в другом алфавите с меньшим числом

знаков, называемых символами.

2.3. На практике применяется

- 1. частотный критерий выбора отсчетов;
- 2. корреляционный критерий выбора отсчетов.

2.4. Энтропия дискретного источника сообщений максимальна при

- 1. неравновероятных состояниях источника;
- 2. равновероятных состояниях источника,

2.5. Если область значений непрерывной случайной величины не ограничена, но ограничена ее дисперсия, то максимальной дифференциальной энтропией обладает

- 1. нормальное распределение,
- 2. равномерное распределение,
- 3. экспоненциальное распределение,
- 4. хи-квадрат распределение.

2.6. Наиболее распространенной математической моделью стационарного дискретного двоичного канала связи является:

- 1) двоичный канал;
  - 2) двоичный симметричный канал;
  - 3) двоичный симметричный канал со стиранием.
- 2.7. Согласно свойству, дифференциальная энтропия
- 1) не зависит от конкретных значений случайной величины;
  - 2) зависит от конкретных значений случайной величины.
- 2.8. Стационарный источник дискретных сообщений, выдающий каждый знак формируемой последовательности независимо от других знаков, называется
- 1) источником без памяти;
  - 2) источником с памятью.
- 2.9. При построении эффективных кодов более короткие кодовые комбинации присваиваются
- 1) более вероятным знакам;
  - 2) менее вероятным знакам
- 2.10. При построении эффективных кодов более длинные кодовые комбинации присваиваются
- 1) более вероятным знакам;
  - 2) менее вероятным знакам.
- 2.11. Информация поступает в систему в форме
- 1) сообщений;
  - 2) сигналов;
  - 3) знаков.
- 2.12. Информация, основанная на однозначной связи знаков или сигналов с объектами реального мира, называется
- 1) семантической или смысловой;
  - 2) синтаксической;
  - 3) прагматической.

### **Часть III. Задание на упорядочение ответов**

*Установите соответствие между разрозненными частями утверждения*

3.1. Установите соответствие между максимальным количеством информации о состоянии источников сообщений и ее значением:

1) непрерывный источник сообщений	а) бесконечность
2) дискретный источник сообщений	б) ноль
	в) энтропия источника

3.2. Установите соответствие между информационными характеристиками непрерывных каналов связи:

1) скорость передачи информации	а) $F_K \log(1 + P_U / P_\xi)$
2) пропускная способность непрерывного канала связи без помех	б) $\lim_{T \rightarrow \infty} (I_{VU}) / T$

3.3. Установите соответствие между видом кодирования сообщений и его определением:

1) кодирование в широком смысле	а) операция, заключающаяся в представлении исходных знаков в другом алфавите с меньшим числом знаков, называемых символами.
2) кодирование в узком смысле	б) преобразование сообщения в сигнал, удобный для передачи по данному КС, называется кодированием в широком смысле

3.4. Установите соответствие между характеристиками стационарного случайного процесса:

1) корреляционная функция	а) $\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} R_U(\tau) \cdot e^{-j\omega \tau} d\tau$
---------------------------	--

2) ) спектральная плотность	б) $\frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} S_{uu}(\omega) \cdot e^{j\omega\tau} d\omega$
	в) $\frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} R_{uu}(\tau) \cdot \cos\omega\tau d\tau$
	г) $\int_0^{\infty} S_{uu}(\omega) \cdot \cos\omega\tau d\omega$

3.5. Установите соответствие между критериями качества восстановления сигнала:

1) критерий равномерного воспроизведения (критерий наибольшего отклонения)	а) $\varepsilon = \frac{1}{\Delta_j} \int_{\Delta_j} \delta_u(t) dt \leq \varepsilon_D$
2) критерий среднеквадратического приближения	б) $\delta_{max} = \max_{t \in \Delta_j}  \delta_u(t)  \leq \delta_D$
3) интегральный критерий приближения	в) $P\{\delta_u(t) \leq \delta_0\} \geq P_D$
4) вероятностный критерий	г) $\sigma = \sqrt{\frac{1}{\Delta_j} \int_{\Delta_j} \delta_u^2(t) dt} \leq \sigma_D$

### Критерии оценки

При оценке результатов выполнения тестовых заданий в рамках дисциплины «Теория информации» используется рейтинговая система. Согласно рейтинговой системе оценка результатов тестирования формирует текущий рейтинг  $R_{тек}$ .

Максимальное значение оценки равно 12 б. Тест считается пройденным, если студент получил за него не менее – 6 б. Критерии оценки представлены в табл.

Критерии оценки	Количество баллов
Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов	0-4
Часть II. Задание с выбором одного верного ответа	0-4
Часть III. Задание на упорядочение ответов	0-4
ИТОГО	0-12