

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 14

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель образовательной программы

К.Т.Н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

В.Л. Оленев  
(инициалы, фамилия)

(подпись)  
«19» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория информации»  
(Наименование дисциплины)

|   |   |
|---|---|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 09.03.01  |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Информатика и вычислительная техника                                  |
| Наименование<br>направленности                        | Программирование, аналитика данных и цифровая<br>трансформация систем |
| Форма обучения  | очная   |
| Год приема  | 2025  |

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.ф.-м.н.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

Д.И. Сикерина  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 14

«19» февраля 2025 г, протокол № 6

Заведующий кафедрой № 14

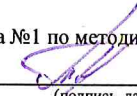
К.Т.Н., доц.  
(уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

В.Л. Оленев  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

В.Е. Таратун  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Теория информации» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» направленности «Программирование, анализ данных и цифровая трансформация систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№14».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

ПК-2 «Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основных понятий измерения информации; основных предельных соотношений, позволяющих определить теоретические возможности систем обработки, хранения и передачи информации; формулировки и доказательства основных теорем кодирования; эффективные методы кодирования информации.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента и консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины "Теория информации" является изучение основных понятий, связанных с измерением информации; основных предельных соотношений, позволяющих определить теоретические возможности систем обработки, хранения и передачи информации; формулировок и доказательств основных теорем кодирования; эффективных методов кодирования

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции  |
|--------------------------------|---|---|
| Универсальные компетенции      | УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | УК-2.У.3 уметь выдвигать альтернативные варианты действий с целью выбора оптимальных способов решения задач, в том числе с помощью цифровых средств   |
| Профессиональные компетенции   | ПК-2 Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности   | ПК-2.3.1 знать методы концептуального, функционального и логического проектирования, принципы разработки технико-экономических характеристик вариантов концептуальной архитектуры<br>ПК-2.У.1 уметь разрабатывать технико-экономическое обоснование, определять ключевые свойства системы, определять ограничения системы, варианты концептуальной архитектуры системы<br>ПК-2.В.1 владеть навыками определения ключевых свойств и ограничений системы, навыками определения вариантов концептуальной архитектуры системы, навыками описания технико-экономического обоснования |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Аналитическая геометрия и линейная алгебра
- Информатика
- Основы программирования

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- Сети и телекоммуникации
- Защита информации

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы  | Всего  | Трудоемкость по семестрам |
|---|--------|---------------------------|
|   |        | №4                        |
| 1   | 2      | 3                         |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>   | 4/ 144 | 4/ 144                    |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>   | 34     | 34                        |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>   | 68     | 68                        |
| в том числе:  |        |                           |
| лекции (Л), (час)   | 34     | 34                        |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)  |        |                           |
| лабораторные работы (ЛР), (час)   | 34     | 34                        |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)  |        |                           |
| экзамен, (час)  | 27     | 27                        |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>  | 49     | 49                        |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Экз.   | Экз.                      |

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины   | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|--|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 4  |              |               |          |          |           |
| Раздел 1. Введение   | 2            |               |          |          |           |
| Раздел 2. Измерение информации   | 8            |               | 8        |          | 8         |
| Раздел 3. Кодирование дискретного источника без потерь                   | 8            |               | 16       |          | 16        |
| Раздел 4. Кодирование в дискретных каналах связи                         | 8            |               |          |          | 9         |
| Раздел 5 Кодирование дискретных источников с заданным критерием качества | 8            |               |          |          | 16        |
| Итого в семестре:  | 34           |               | 34       |          | 49        |

|       |    |   |    |   |    |
|-------|----|---|----|---|----|
| Итого | 34 | 0 | 34 | 0 | 49 |
|-------|----|---|----|---|----|

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий  |
|---------------|--|
| 1             | Раздел 1. Введение<br>История теории информации. Роль теории информации в развитии современных технологий передачи и хранения информации. Создание новых средств хранения и передачи звука и изображений. Структура курса. Роль отечественных ученых в постановке и решении задач теории информации.   |
| 2             | Раздел 2. Измерение информации<br>Тема 2.1. Дискретные ансамбли источники сообщений. Конечное множество сообщений, произведение конечных множеств. Дискретный ансамбль сообщений, произведение дискретных ансамблей. Свойства. Источники сообщений. Классификация источников. Эргодические дискретные источники сообщений, постоянные источники сообщений.<br>Тема 2.2. Количество собственной информации в сообщении. Энтропия. Количество собственной информации в сообщении ансамбля. Свойства количества собственной информации. Энтропия ансамбля. Свойства энтропии<br>Тема 2.3. Энтропия произведения ансамблей, условная энтропия. Энтропия произведения ансамблей. Условная энтропия. Свойства условной энтропии<br>Тема 2.4. Энтропия на сообщение дискретного стационарного источника. Среднее количество информации, содержащееся в сообщении на выходе стационарного источника, при известных $n$ предшествующих ему сообщениях. Зависимость его значения от $n$ . Энтропия на сообщение в последовательности сообщений длины $n$ на выходе источника. Зависимость энтропии на сообщение от $n$ . Скорость создания информации стационарным дискретным источником |
| 3             | Раздел 3. Кодирование дискретных источников без потерь<br>Тема 3.1. Кодирование дискретных источников равномерными кодами. Постановка задачи кодирования дискретного равномерными кодами. Теоремы кодирования для дискретных источников. Эргодические дискретные источники и теоремы их кодирования.<br>Тема 3.2. Кодирование дискретных источников неравномерными кодами. Постановка задачи кодирования дискретного источника неравномерными кодами. Неравенство Крафта. Теоремы кодирования стационарных дискретных источников. Построение оптимальных   |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>неравномерных кодов. Коды Шеннона, Гильберта - Мура, Хаффмена, Арифметическое кодирование.</p> <p>Тема 3.3. Принципы кодирования при неизвестной статистики источника. Кодирование за два прохода. Нумерационное кодирование Фитингофа. Кодирование длин серий и кодирование по методу "стопки книг". Алгоритмы Зива - Лемпела.</p>  |
| 4 | <p>Раздел 4. Кодирование в дискретных каналах</p> <p>Тема 4.1. Взаимная информация. Взаимная информация и её свойства Теорема об обработке информации</p> <p>Тема 4.2. Постановка задачи кодирования в канале. Понятие модели канала связи. Классификация каналов связи. Постановка. задачи кодирования в канале.</p> <p>Тема 4.3. Общая обратная теорема кодирования для дискретных каналов. Неравенство Фано. Информационная ёмкость стационарных каналов с дискретным временем. Общая обратная теорема кодирования для каналов с дискретным временем</p> <p>Тема 4.4. Симметричные каналы. Информационная ёмкость постоянных каналов дискретного времени. Симметричные каналы. Прямая теорема кодирования для постоянных каналов с дискретным временем.</p>  |
| 5 | <p>Раздел 5. Кодирование дискретных источников с заданным критерием качества. (раздел для самостоятельного изучения)</p> <p>Тема 5.1. Непрерывные ансамбли и источники. Непрерывные ансамбли и источники. Определение количества взаимной информации для непрерывных ансамблей. Относительная энтропия и её свойства</p> <p>Тема 5.2. Квантование непрерывных ансамблей. Скалярное квантование. Квантование Макса-Ллойда. Векторное квантование. Алгоритм Линде-Бузо-Грея. Понятие функции скорость-искажение.</p> <p>Тема 5.3 Кодирования дискретного источника с заданным критерием качества. Постановка задачи кодирования дискретного источника с заданным критерием качества. Эпсилон-энтропия дискретного ансамбля. Вычисление эпсилон-энтропии для гауссовского источника. Обратная теорема кодирования дискретного постоянного источника при заданном критерии качества</p> |

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п                           | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                           |                            |                     |                                       |                      |
|                                 |                           |                            |                     |                                       |                      |
| Всего                           |                           |                            |                     |                                       |                      |

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п     | Наименование лабораторных работ                   | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|---|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 4 |   |                     |                                       |                      |
| 1         | Построение модели источника сообщений             | 4                   |                                       | 2                    |
| 2         | Нахождение информационных характеристик источника | 4                   |                                       | 2                    |
| 3         | Кодирование источника кодом Хаффмена              | 4                   |                                       | 3                    |
| 4         | Кодирование источника кодом Шеннона               | 4                   |                                       | 3                    |
| 5         | Кодирование источника кодами Гильберта-Мура       | 4                   |                                       | 3                    |
| 6         | Арифметическое кодирование источника              | 4                   |                                       | 3                    |
| 7         | Двухпроходное кодирование источника               | 4                   |                                       | 3                    |
| 8         | Кодирование источника по методу "стопка книг"     | 2                   |                                       | 3                    |
| 9         | Кодирование источника алгоритмами Зива-Лемпела    | 4                   |                                       | 3                    |
| Всего     |   | 34                  |                                       |                      |

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы                        | Всего, час | Семестр 4, час |
|---|------------|----------------|
| 1   | 2          | 3              |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 20         | 20             |
| Курсовое проектирование (КП, КР)                  |            |                |
| Расчетно-графические задания (РГЗ)                |            |                |
| Выполнение реферата (Р)                           |            |                |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 15         | 15             |
| Домашнее задание (ДЗ)                             |            |                |
| Контрольные работы заочников (КРЗ)                |            |                |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        | 14         | 14             |
| Всего:  | 49         | 49             |

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/<br>URL адрес | Библиографическая ссылка   | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|--------------------|--|---|
| (621.391(075) К 88 | Кудряшов Б.Д. Теория информации. Учебник для вузов.-СПб.: Питер,2009.320с.   | 78  |
| 621.391 Д 85       | Духин А.А. Теория информации: учебное пособие. М:Гелиос АРВ,2007.-248с.  | 1   |
| (621.391.2 К60)    | Колесник В.Д., Полтырев Г.Ш. Курс теории информации. - М.: Наука, 1982, 416 с  | 96  |
| [621.391 Г15)      | Галлагер Р. Теория Галлагер Р. Теория информации и надежная связь – М.: Советское радио, 1974.   | 50  |
| (621.391.2 В54)    | Витерби, А. Дж. Принципы цифровой связи и кодирования: монография/ А. Дж. Витерби, Дж. К. Омура; Пер. с англ. К. Ш. Зигангирова. - М.: Радио и связь, 1982. - 536 с.                         | 2   |
| (621.391.23 Ф21)   | Фано, Р. М.. Передача информации: статистическая теория связи /монография/ Р. М. Фано; Ред. Р. Л. Добрушин; Пер. с англ. И. А. Овсеевич, М. С. Пинскер. . Пинскер. - М.: Мир, 1965. - 438 с. | 33  |
| [519.7 Я29)        | Яглом А.М., Яглом И.М. Вероятность и информация. - М.: Наука, 1973.  | 30  |

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес   | Наименование                            |
|---|---|
| <a href="http://www.instit/studies/courses/2256/140/info">http://www.instit/studies/courses/2256/140/info</a> | Основы теории информации и криптографии |

#### 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

#### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|---|-------------------------------------|
| 1     | Лекционная аудитория                                      |                                     |
| 2     | Компьютерный класс  |                                     |

#### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств |
|------------------------------|----------------------------|
| Экзамен                      | Список вопросов к экзамену |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции     | Характеристика сформированных компетенций   |
|------------------------|---|
| 5-балльная шкала       |   |
| «отлично»<br>«зачтено» | – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;<br>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;<br>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;<br>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;<br>– делает выводы и обобщения;<br>– свободно владеет системой специализированных понятий. |

| Оценка компетенции<br>5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций   |
|--|---|
| «хорошо»<br>«зачтено»                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>  |
| «удовлетворительно»<br>«зачтено»       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено»  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>   |

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена  | Код индикатора       |
|-------|---|----------------------|
| 1     | Конечное множество сообщений, произведение конечных множеств. Свойства.   | УК-2.У.3<br>ПК-2.З.1 |
| 2     | Дискретный ансамбль сообщений, произведение дискретных ансамблей. Свойства.   | ПК-2.У.1<br>ПК-2.В.1 |
| 3     | Источники сообщений. Классификация источников. Эргодические дискретные источники сообщений, постоянные источники сообщений.   |                      |
| 4     | Количество собственной информации в сообщении ансамбля. Свойства.   |                      |
| 5     | Энтропия ансамбля. Свойства энтропии.   |                      |
| 6     | Энтропия произведения ансамблей.  |                      |
| 7     | Условная энтропия. Свойства условной энтропии.  |                      |
| 8     | Среднее количество информации, содержащееся в сообщении на выходе стационарного дискретного источника, при известных $n$ предшествующих ему сообщениях. Зависимость его значения от $n$ . |                      |
| 9     | Энтропия на сообщение в последовательности сообщений длины $n$ на выходе источника. Зависимость энтропии на сообщение от $n$ .  |                      |
| 10    | Скорость создания информации стационарным дискретным источником.  |                      |

|    |   |
|----|---|
| 11 | Постановка задачи кодирования дискретного источника равномерными кодами. Неравенство Чебышева.          |
| 12 | Высоковоероятное множество последовательностей для дискретных эргодических источников.                  |
| 13 | Прямая и обратная теоремы кодирования дискретного эргодического источника равномерными кодами.          |
| 14 | Неравенство Крафта. Теоремы побуквенного кодирования источника неравномерными кодами.                   |
| 15 | Код Шеннона, код Гилберта – Мура.   |
| 16 | Код Хаффмена.   |
| 17 | Арифметическое кодирование. Графическая интерпретация.  |
| 18 | Постановка задачи универсального кодирования источника. Двухпроходное кодирование.                      |
| 19 | Кодирование длин интервалов. Метод "стопка книг".   |
| 20 | Алгоритм Зива - Лемпела-77. Пример.   |
| 21 | Алгоритм Зива - Лемпела- 78. Пример.  |
| 22 | Взаимная информация и средняя взаимная информация. Свойства.  |
| 23 | Взаимная информация и средняя взаимная информация. Свойства.  |
| 24 | Условная взаимная информация. Теорема о переработке информации.   |
| 25 | Понятие модели канала связи. Классификация каналов связи.   |
| 26 | Неравенство Фано для сообщений.   |
| 27 | Неравенство Фано для последовательностей.   |
| 28 | Постановка задачи кодирования для передачи по каналу. Пропускная способность и информационная ёмкость.  |
| 29 | Обратная теорема кодирования для дискретного стационарного канала с дискретным временем.                |
| 30 | Вычисление пропускной способности дискретного постоянного канала.                                       |
| 31 | Вычисление пропускной способности дискретного постоянного канала.                                       |
| 32 | Свойства симметричных каналов.  |
| 33 | Примеры вычисления пропускной способности для симметричных каналов.                                     |
| 34 | Прямая теорема кодирования для постоянных каналов с дискретным временем.                                |
| 35 | Непрерывные ансамбли и источники. Определение количества взаимной информации для непрерывных ансамблей. |
| 36 | Относительная энтропия и ее свойства.   |
| 37 | Скалярное квантование. Квантование Макса-Ллойда.  |
| 38 | Векторное квантование. Алгоритм Линде-Бузо-Грея. Понятие функции скорость-искажение.                    |
| 39 | Постановка задачи кодирования дискретного источника с заданным критерием качества.                      |
| 40 | Эпсилон-энтропия дискретного ансамбля.  |
| 41 | Вычисление эпсилон-энтропии для гауссовского  |

|               |  |       |       |       |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
|---------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---------------|------|-------|-----|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|-----|------|
|               | источника.   |       |       |       |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| 42            | Обратная теорема кодирования дискретного постоянного источника при заданном критерии качества.   |       |       |       |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| 43            | Какое количество информации содержится в сообщении - 100 двоичных разрядов содержат 50 единиц? (Вероятности 0 и 1 одинаковые.)   |       |       |       |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| 44            | Элементы алфавитов статистически связаны. Известно, что $H(X)=8$ бит, $H(Y)=12$ бит. В каких пределах меняются $H(Y/X)$ при изменении $H(X/Y)$ в максимально возможных пределах?   |       |       |       |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| 45            | На вход канала связи подаются два сигнала $x_1$ и $x_2$ . На выходе получаются символы $y_1$ и $y_2$ . Определить $H(X)$ , $H(Y)$ , $H(X/Y)$ , $H(Y/X)$ и $H(XY)$ , если $p(x_1, y_1)=0.4$ , $p(x_1, y_2)=0.4$ , $p(x_2, y_1)=0.12$ , $p(x_2, y_2)=0.08$ .   |       |       |       |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| 46            | Имеются две объединенные системы событий $X$ и $Y$ . Определить $H(X)$ , $H(Y)$ , $H(X/Y)$ , $H(Y/X)$ и $H(XY)$ , если $p(x_1, y_1)=0.1$ , $p(x_1, y_2)=0.25$ , $p(x_2, y_1)=0.2$ , $p(x_2, y_2)=0$ , $p(x_3, y_1)=0.3$ , $p(x_3, y_2)=0.15$ .   |       |       |       |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| 47            | Имеются две объединенные системы событий $X$ и $Y$ .<br>Определить $H(X)$ , $H(Y)$ , $H(X/Y)$ , $H(Y/X)$ и $H(XY)$ , если $p(x_i, y_i)$ приведены в таблице<br><table><tr><td></td><td><math>x_1</math></td><td><math>x_2</math></td><td><math>x_3</math></td></tr><tr><td><math>y_1</math></td><td>0.1</td><td>0.2</td><td>0</td></tr><tr><td><math>y_2</math></td><td>0</td><td>0.3</td><td>0</td></tr><tr><td><math>y_3</math></td><td>0</td><td>0.2</td><td>0.2</td></tr></table>  |       | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $y_1$ | 0.1   | 0.2   | 0    | $y_2$         | 0    | 0.3   | 0   | $y_3$ | 0    | 0.2  | 0.2   |      |      |       |      |      |      |     |      |
|               | $x_1$  | $x_2$ | $x_3$ |       |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| $y_1$         | 0.1  | 0.2   | 0     |       |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| $y_2$         | 0  | 0.3   | 0     |       |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| $y_3$         | 0  | 0.2   | 0.2   |       |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| 48            | Имеются две объединенные системы событий $X$ и $Y$ .<br>Определить $H(X)$ , $H(Y)$ , $H(X/Y)$ , если $p(x_i y_i)$ приведены в таблице<br><table><tr><td></td><td><math>x_1</math></td><td><math>x_2</math></td><td><math>x_3</math></td><td><math>x_4</math></td></tr><tr><td><math>y_1</math></td><td>0.25</td><td>0.25</td><td>0.25</td><td>0.25</td></tr><tr><td><math>y_2</math></td><td>0.3</td><td>0.2</td><td>0.2</td><td>0.3</td></tr><tr><td><math>y_3</math></td><td>1/6</td><td>1/2</td><td>1/6</td><td>1/6</td></tr></table><br>а $p(x_1)=0.5$ , $p(x_2)=1/3$ , $p(x_3)=1/6$                       |       | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $x_4$ | $y_1$ | 0.25  | 0.25 | 0.25          | 0.25 | $y_2$ | 0.3 | 0.2   | 0.2  | 0.3  | $y_3$ | 1/6  | 1/2  | 1/6   | 1/6  |      |      |     |      |
|               | $x_1$  | $x_2$ | $x_3$ | $x_4$ |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| $y_1$         | 0.25   | 0.25  | 0.25  | 0.25  |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| $y_2$         | 0.3  | 0.2   | 0.2   | 0.3   |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| $y_3$         | 1/6  | 1/2   | 1/6   | 1/6   |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| 49            | Опыт $X$ -случайный выбор целого числа от 1 до 1050. Опыт $Y$ -определение величин остатков от деления этого числа на 5 и 7. Определить энтропии $H(X)$ , $H(Y)$ , $H(X/Y)$ .  |       |       |       |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| 50            | Имеются две объединенные системы событий $X$ и $Y$ .<br>Определить $H(X)$ , $H(Y)$ , $H(X/Y)$ , если $p(x_i, y_i)$ приведены в таблице<br><table><tr><td></td><td><math>y_1</math></td><td><math>y_2</math></td><td><math>y_3</math></td><td><math>y_4</math></td><td><math>y_5</math></td></tr><tr><td><math>x_1</math></td><td>0.12</td><td>0.1</td><td>0.08</td><td>0.05</td><td>0.3</td></tr><tr><td><math>x_2</math></td><td>0.02</td><td>0.04</td><td>0.12</td><td>0.04</td><td>0.02</td></tr><tr><td><math>x_3</math></td><td>0.03</td><td>0.05</td><td>0.08</td><td>0.1</td><td>0.12</td></tr></table> |       | $y_1$ | $y_2$ | $y_3$ | $y_4$ | $y_5$ | $x_1$ | 0.12 | 0.1           | 0.08 | 0.05  | 0.3 | $x_2$ | 0.02 | 0.04 | 0.12  | 0.04 | 0.02 | $x_3$ | 0.03 | 0.05 | 0.08 | 0.1 | 0.12 |
|               | $y_1$  | $y_2$ | $y_3$ | $y_4$ | $y_5$ |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| $x_1$         | 0.12   | 0.1   | 0.08  | 0.05  | 0.3   |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| $x_2$         | 0.02   | 0.04  | 0.12  | 0.04  | 0.02  |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| $x_3$         | 0.03   | 0.05  | 0.08  | 0.1   | 0.12  |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| 51            | Опыт $X$ -случайный выбор целого числа от 1 до 1050. Опыт $Y$ -определение величин остатков от деления этого числа на 5 и 7. Определить энтропии $H(X)$ , $H(Y)$ , $H(X/Y)$ .  |       |       |       |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| 52            | Дана матрица<br><table><tr><td></td><td><math>x_1</math></td><td><math>x_2</math></td><td><math>x_3</math></td></tr><tr><td><math>y_1</math></td><td>1/8</td><td>1/8</td><td>1/8</td></tr><tr><td><math>P(x, y)=y_2</math></td><td>1/8</td><td>0</td><td>1/8</td></tr><tr><td><math>y_3</math></td><td>1/8</td><td>1/8</td><td>1/8</td></tr></table><br>Определить $H(X)$ , $H(Y)$ , $H(X/Y)$ , $H(Y/X)$ .   |       | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $y_1$ | 1/8   | 1/8   | 1/8  | $P(x, y)=y_2$ | 1/8  | 0     | 1/8 | $y_3$ | 1/8  | 1/8  | 1/8   |      |      |       |      |      |      |     |      |
|               | $x_1$  | $x_2$ | $x_3$ |       |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| $y_1$         | 1/8  | 1/8   | 1/8   |       |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| $P(x, y)=y_2$ | 1/8  | 0     | 1/8   |       |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |
| $y_3$         | 1/8  | 1/8   | 1/8   |       |       |       |       |       |      |               |      |       |     |       |      |      |       |      |      |       |      |      |      |     |      |

|    |   |
|----|---|
| 53 | Расположить распределения вероятностей<br>A: 35/187 46/187 35/187 69/187<br>Б: 47/187 49/187 43/187 48/187<br>В: 180/187 1/187 4/187 2/187<br>Г: 141/187 29/187 10/187 7/187<br>по убыванию энтропий. |
| 54 | Четырехтомное сочинение расположено на полке в случайном порядке. Какое количество информации содержится в сообщении о том, что книги расположены в должном порядке слева направо?                    |
| 55 | Пусть $X$ и $Y$ – две случайные величины, а $Z=X+Y$ . Найдите $H(Z/X)$ , если $X$ и $Y$ независимы; $X$ и $Y$ зависимы; $X=Y$ .   |
| 56 | Как соотносятся по величине $H(X/X^k)$ и $H(X^k)/k$ ?   |
| 57 | Докажите, как соотносятся по величине $H(X)$ и $\log_2 L$ ? ( $L$ – число сообщений в ансамбле.) (Доказать).  |
| 58 | Как соотносятся по величине $H(X)$ и $H(X/Y)$ ? (Доказать)  |
| 59 | Как соотносятся по величине $H_3(X)$ и $H_5(X)$ ? (Доказать)  |
| 60 | Может ли существовать декодируемый неравномерный код в троичном алфавите с длинами слов: 2, 2, 2, 1, 1. (Доказать)  |

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета | Код индикатора |
|-------|---|----------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено                     |                |

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы |
|-------|--|
|       | Учебным планом не предусмотрено  |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
|       |  |                |

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
|       | Не предусмотрено           |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в

локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

### 11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

- Каждая ЛР выполняется по индивидуальному заданию, выданному студенту преподавателем;
- в задании должно быть четко сформулирована задача, выполняемая в ЛР;
- описаны входные и выходные данные для проведения ЛР;
- ЛР должна выполняться на основе полученных теоретических знаний;
- выполнение ЛР должно осуществляться на основе методических указаний, предоставляемых преподавателем;
- ЛР должна выполняться в специализированном компьютерном классе и может быть доработана студентом в домашних условиях, если позволяет ПО;
- итогом выполненной ЛР является отчет с демонстрацией результатов работы преподавателю в электронном виде.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

- Титульный лист;
- Постановка задачи;
- Формализация задачи;
- Результаты работы;
- Список используемой литературы.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

- ЛР представляется в печатном и электронном виде;
- ЛР должна соответствовать структуре и форме отчета, представленному выше;
- ЛР должна иметь титульный лист (ГОСТ 7.32-2001 издания 2008 года) с названием и подписью студента, который ее сделал и оформил;
- студент должен защитить ЛР. Отметка о защите должна находиться на титульном листе вместе с подписью преподавателя.

### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.



Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |