

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Высшая школа информационных технологий и информационных систем



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Теория информации и кодирования Б2.В.4

Направление подготовки: 230700.62 - Прикладная информатика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Овчаров А.П.

**Рецензент(ы):**

Чикрин Д.Е.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Аблаев Ф. М.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Высшей школы информационных технологий и информационных систем:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 68957414

Казань

2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) Овчаров А.П. , APOvcharov@kpfu.ru

### **1. Цели освоения дисциплины**

Цель изучения дисциплины - подготовка студентов к изучению последующих дисциплин как формирующих научно - теоретические основы специальности, так и остальных.

Основные задачи дисциплины -

усвоение основных положений информационного подхода к анализу и синтезу объектов, явлений и систем;

введение в информационную теорию измерений и измерительных устройств, усвоение ее аксиоматических положений и разработанных на их основе методов

обработки результатов измерений. В результате изучения дисциплины студент должен –иметь представление о способах отражения в сознании человека окружающего мира и

соответствующих им

видах информации;

об онтологических и семиотических аспектах информации;

знать и уметь использовать математические модели информационных процессов;

различные подходы к оценке количества информации;

закономерности информационных процессов в физических и нефизических системах;

способы оценки точности и качества измерений с использованием энтропийных значений неопределенности измерений;

практические методы определения энтропийного значения;

неопределенности измерений на основе как теоретических, так и экспериментальных данных;

### **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б2.В.4 Общепрофессиональный" основной образовательной программы 230700.62 Прикладная информатика и относится к вариативной части. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Студент должен иметь опыт (навыки) определения количественных характеристик информационных процессов;

правильного использования различных видов информации;

определения энтропийного значения;

неопределенности измерений;

перехода от информационных оценок точности измерений к оценкам на основе использования доверительных интервалов.

Курс "Теория информации" базируется на дисциплинах "Философия", "Физика", "Высшая математика" и служит, в свою очередь, основой для изучения дисциплин

"Теоретическая метрология", "Прикладная метрология", "Основы квалиметрии",

"Взаимозаменяемость", "Основы приборостроения", "Измерительные преобразования

и преобразователи", "Основы радиотехники", "Информационные измерительные системы",

"Основы научных исследований".

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции                        | Расшифровка приобретаемой компетенции                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-17<br>(профессиональные компетенции) | способен применять методы анализа прикладной области на концептуальном, логическом, математическом и алгоритмическом уровнях                                                                                                                                      |
| ПК-18<br>(профессиональные компетенции) | способен анализировать и выбирать методы и средства обеспечения информационной безопасности                                                                                                                                                                       |
| ПК-21<br>(профессиональные компетенции) | способен применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач                                                                                                                                                               |
| ПК-3<br>(профессиональные компетенции)  | способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности и эксплуатировать современное электронное оборудование и информационно-коммуникационные технологии в соответствии с целями образовательной программы бакалавра |

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Студент должен иметь опыт (навыки) определения количественных характеристик информационных процессов;

правильного использования различных видов информации;

определения энтропийного значения;

неопределенности измерений;

перехода от информационных оценок точности измерений к оценкам на основе использования доверительных интервалов.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

| N  | Раздел Дисциплины/ Модуля         | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Текущие формы контроля |
|----|-----------------------------------|---------|-----------------|----------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|
|    |                                   |         |                 | Лекции                                                   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 1. | Тема 1. Комбинаторика, количество |         |                 |                                                          |                      |                     |                        |

информации

|   |     |   |   |   |                  |
|---|-----|---|---|---|------------------|
| 3 | 1-2 | 4 | 4 | 0 | домашнее задание |
|---|-----|---|---|---|------------------|

| N  | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля                       | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|----|-------------------------------------------------------|---------|--------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|    |                                                       |         |                    | Лекции                                                            | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 2. | Тема 2. Энтропия                                      | 3       | 3                  | 4                                                                 | 4                       | 0                      | домашнее задание          |
| 3. | Тема 3.<br>Дифференциальная энтропия                  | 3       | 4-5                | 4                                                                 | 4                       | 0                      | домашнее задание          |
| 4. | Тема 4. Основы теории информации                      | 3       | 6-7                | 6                                                                 | 6                       | 0                      | контрольная работа        |
| 5. | Тема 5. Каналы связи                                  | 3       | 8-9                | 6                                                                 | 6                       | 0                      | домашнее задание          |
| 6. | Тема 6.<br>Дополнительные вопросы передачи информации | 3       | 10-11              | 6                                                                 | 6                       | 0                      | домашнее задание          |
| 7. | Тема 7. Теоретические основы каналов связи            | 3       | 12                 | 6                                                                 | 6                       | 0                      | контрольная работа        |
|    | Тема . Итоговая форма контроля                        | 3       |                    | 0                                                                 | 0                       | 0                      | зачет                     |
|    | Итого                                                 |         |                    | 36                                                                | 36                      | 0                      |                           |

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Комбинаторика, количество информации

#### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Базовые правила комбинаторики Основные формулы комбинаторики Теоремы Рамсея и Ван-дер- Вардена Базовые понятия теории вероятности Сложение и умножение вероятностей Условная вероятность, полная вероятность события Формула Байеса

#### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Элементарная комбинаторика Комбинаторные формулы-задачи с решениями Комбинаторные формулы-задачи Количество информации дискретного источника Количество информации-задачи с решениями Количество информации-задачи

### Тема 2. Энтропия

#### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Свойства дискретной энтропии Условная энтропия и взаимная информация Свойства взаимной информации Преобразования информации Непрерывные случайные величины Функция и плотность распределения вероятностей Моменты распределения Нормальный закон распределения

#### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Качественные задачи и повторение пройденного Энтропия как мера неопределенности Условная энтропия. Взаимная информация

### Тема 3. Дифференциальная энтропия

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Дифференциальная энтропия Определение дифференциальной энтропии Свойства дифференциальной энтропии Эпсилон-энтропия случайной величин

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Энтропия непрерывного источника Дифференциальная энтропия

**Тема 4. Основы теории информации**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Источники информации и каналы связи Основные определения Стационарность и эргодичность источников информации Характеристики источников сообщений Производительность источника сообщений

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Свойство асимптотической равномерности Избыточность источника сообщений

**Тема 5. Каналы связи**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Дискретные каналы связи Модели дискретных каналов связи Теоремы Шеннона для дискретных каналов связи Теорема Шеннона для дискретного канала без помех Теорема Шеннона для дискретного канала с помехами Теорема Шеннона для дискретного канала с помехами Непрерывные каналы связи и источники сообщений Гауссова модель канала связи

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Взаимная информация, производительность канала связи Нормированное отношение сигнал-шум Теорема Найквиста Предел Шеннона

**Тема 6. Дополнительные вопросы передачи информации**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Дискретизация, квантование и отношение сигнал- шум Теорема Котельникова и пропускная способность непрерывных каналов связи Теорема Котельникова Ограничения пропускной способности канала

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Статистическое кодирование Кодирование Шеннона- Фано Кодирование по Хаффману Арифметическое кодирование

**Тема 7. Теоретические основы каналов связи**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Эффективные методы кодирования Неравенство Крафта-Макмиллана Вектор Крафта и код Хаффмана

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Группа методов LZ77 Группа методов LZ78 RLE и дифференциальное кодирование

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

| N  | Раздел Дисциплины                            | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|----|----------------------------------------------|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1. | Тема 1. Комбинаторика, количество информации | 3       | 1-2             | подготовка домашнего задания          | 17                     | домашнее задание                      |
| 2. | Тема 2. Энтропия                             | 3       | 3               | подготовка домашнего задания          | 17                     | домашнее задание                      |
| 3. | Тема 3. Дифференциальная энтропия            | 3       | 4-5             | подготовка домашнего задания          | 15                     | домашнее задание                      |



| N  | Раздел Дисциплины                                  | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|----|----------------------------------------------------|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 4. | Тема 4. Основы теории информации                   | 3       | 6-7             | подготовка к контрольной работе       | 14                     | контрольная работа                    |
| 5. | Тема 5. Каналы связи                               | 3       | 8-9             | подготовка домашнего задания          | 14                     | домашнее задание                      |
| 6. | Тема 6. Дополнительные вопросы передачи информации | 3       | 10-11           | подготовка домашнего задания          | 16                     | домашнее задание                      |
| 7. | Тема 7. Теоретические основы каналов связи         | 3       | 12              | подготовка к контрольной работе       | 15                     | контрольная работа                    |
|    | Итого                                              |         |                 |                                       | 108                    |                                       |

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Презентация, дискуссия, кейс-метод.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Комбинаторика, количество информации

домашнее задание , примерные вопросы:

Что такое кибернетические системы? Какие кибернетические системы являются информационными? Какие информационные системы изучает теория информации? Что такое информация, сообщение, канал связи, информационный источник, алфавит источника? Какие количественные меры информации вы знаете? Приведите вывод количества информации по Хартли. Что такое энтропия, по какой формуле определяется? Какой является взаимосвязь между информационной и физической энтропией? Приведите парадокс демона Максвелла. О чем говорит неравенство Ярзинского? Что такое семантическая информация?

### Тема 2. Энтропия

домашнее задание , примерные вопросы:

Приведите базовые правила комбинаторики. Расскажите о классификации основных типов комбинаторных операций, где применяются. О чем говорит теорема Ван-дер-Вердена (обобщение теоремы Рамсея)? Что такое случайное событие? Элементарный исход? Полная группа? Закон больших чисел и относительная частота? Какие вероятностные операции применимы для событий? Что такое условная вероятность? Расскажите, о чем говорит формула Байеса Что такое случайная величина? Чем отличаются дискретная и непрерывная случайные величины? Что такое закон распределения случайной величины; плотность распределен

### Тема 3. Дифференциальная энтропия

домашнее задание , примерные вопросы:

Какие законы распределения (плотности распределения) случайных величин вы знаете? О чем говорит центральная предельная теорема? Что такое правило "трех сигма", где применяется? Что такое математическое ожидание, дисперсия? Каковы их размерности? Какие операции над ними применимы? Напишите формулу нормального закона распределения. Что такое дискретная энтропия? Перечислите (и, по возможности, докажите) ее свойства

### Тема 4. Основы теории информации



контрольная работа , примерные вопросы:

Что такое условная энтропия и взаимная информация? Поясните графически через диаграммы Венна. Каковы свойства взаимной информации? Что такое дифференциальная энтропия? Эпсилон-энтропия? Значения дифференциальной энтропии для каких источников вы знаете

### **Тема 5. Каналы связи**

домашнее задание , примерные вопросы:

Какие каналы связи (источники сообщений) называются каналами (источниками) с памятью и без памяти? Какие источники сообщений называются стационарными и эргодическими? Что такое цепи Маркова, какое отношение они имеют к источникам с памятью? Какие последовательности источника сообщений (и какого источника сообщений) называются типичными, а какие атипичными? Опишите и докажите свойство асимптотической равномерности. Что такое избыточность источника? Что такое производительность источника? Как они определяются?

### **Тема 6. Дополнительные вопросы передачи информации**

домашнее задание , примерные вопросы:

О чем говорит теорема Шеннона для канала связи без помех? Докажите. Какие каналы связи называются непрерывными? Что такое гауссовый канал связи? Каким образом соотносятся энергетические и информационные характеристики канала связи? Что такое соотношение сигнал-шум? Что такое эквивалентное энергетическое соотношение сигнал-шум? О чем говорит теорема Котельникова? Как выглядит ряд Котельникова, для чего он нужен? Какое существует ограничение пропускной способности канала связи при неограниченном увеличении ширины полосы частот? Докажите. Что такое цифровой и аналоговый сигнал? Как осуществляются и за что отвечают операции дискретизации и квантования? Выведите формулу пропускной способности канала связи по Шеннону. Приведите формулу определения пропускной способности квантованного канала связи (формулу Найквиста). Что такое предел Шеннона? Докажите его существование и определите значение.

### **Тема 7. Теоретические основы каналов связи**

контрольная работа , примерные вопросы:

Что такое статистическое, оптимальное, помехоустойчивое, преобразующее кодирование? Как эти виды кодирования соотносятся друг с другом, для чего используются? Приведите примеры. Какой тип кодирования следует непосредственно из теоремы Шеннона для канала связи без помех? Что такое дифференциальное кодирование, кодирование длин повторений, коды Грея? Для чего используются, как работают?

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Каким образом работает кодирование по Шеннону-Фано? Кодирование по Хаффману? Какой из видов кодирования дает меньшую избыточность, почему? Что такое словарное кодирование? Как оно работает? Для чего нужно неравенство Крафта (и теорема Крафта-Макмиллана)?

Что такое префиксные коды? Докажите неравенство Крафта. Покажите, каким образом осуществляется арифметическое кодирование.

#### **7.1. Основная литература:**

1. Основы теории информации: Учебное пособие / А.М. Маскаева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 96 с.: 70x100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91134-825-0, 500 экз.

<http://znanium.com/bookread.php?book=429571>

2. Чикрин Д. Е. Теория информации и кодирования: курс лекций. Казанский (Приволжский) федеральный университет: Высшая школа информационных технологий и информационных систем, Кафедра автономных робототехнических систем, 2013

[http://libweb.ksu.ru/ebooks/50-ITIS/50\\_000337.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/50-ITIS/50_000337.pdf)

3.Чепкунова Е. Г. Пособие для подготовки к экзамену по дисциплине "Теоретические основы информатики". Раздел "Кодирование информации": [учебное пособие]. Казанский (Приволжский) федеральный университет: Институт вычислительной математики и информационных технологий, Кафедра математики и вычислительных технологий, 2012  
[http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09\\_150\\_2012\\_000118.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09_150_2012_000118.pdf)

## 7.2. Дополнительная литература:

1.Введение в дискретную математику : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. "Прикладная математика" / С.В.Яблонский .? 3-е изд., стер. ? М. : Высш. шк., 2002 .? 384с.  
2.Задачи по дискретной математике для контрольных и самостоятельных работ. О.-д. функции. Теория кодирования. Графы [Текст: электронный ресурс] : учебный практикум / Казан. гос. ун-т ; сост.: А. В. Васильев, д.ф.-м.н., проф. Н. К. Замов, к.ф.-м.н., доц. П. В. Пшеничный .? Электронные данные (1 файл: 0,23 Мб) .? (Казань : Казанский государственный университет, 2009)  
[http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09\\_104\\_2009\\_000092.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09_104_2009_000092.pdf)

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Web of Science - [webofknowledge.com](http://webofknowledge.com)

Академия Google - [scholar.google.ru](http://scholar.google.ru)

Википедия - [wikipedia.org](http://wikipedia.org)

Национальный открытый университет Интуит - <http://www.intuit.ru/>

Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета - <http://lib.mexmat.ru/>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теория информации и кодирования" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента" , доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Интерактивная доска и проектор.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 230700.62 "Прикладная информатика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Овчаров А.П. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Чикрин Д.Е. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.