

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

Институт информационных технологий и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
  
Галкин А.А.  
« 09 » 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Математические основы теории информации

**направление подготовки / специальность**

11.03.01 Радиотехника

**направленность (профиль) подготовки**

Электронные цифровые устройства и системы

Владимир  
2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины "Математические основы теории информации" являются: приобретение знаний, умений и навыков, обеспечивающих достижение целей основной образовательной программы по направлению «Радиотехника».

Задачи: Ознакомление с основными понятиями теории информации и приобретение навыков по обработке цифровой информации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Математические основы теории информации относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации.</p> <p>УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.</p> <p>УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.</p>	<p>Знает основные теоретические принципы теории информации и кодирования для обеспечения эффективной и надежной передачи информации;</p> <p>Умеет получать количественные оценки информации;</p> <p>Владеет основными методами расчета характеристик каналов связи передачи информации, измерения, передачи и кодирования информации</p>	<p>Опрос по пройденному теоретическому материалу.</p> <p>Тестовые вопросы.</p> <p>Практико-ориентированное задание</p>

<p>ПК-3. Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов</p>	<p>ПК-3.1. Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования</p> <p>ПК-3.2. Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.</p> <p>ПК-3.3. Владеет навыками устранения неисправностей, приводящих к возникновению неработоспособного состояния сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.</p>	<p>Знает основные принципы моделирования каналов связи передачи информации. Умеет разрабатывать помехоустойчивые кодеки. Владеет основными методами математического моделирования каналов связи.</p>	<p>Отчет по практической подготовке. Практико-ориентированное задание.</p>
---	--	--	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение. Измерение информации. Понятие информации. Различные подходы к измерению информации и их применение. Структурные меры информации. Статистический подход. Энтропия и ее свойства.	3	1-2	2	2		1	18	
2	Модели сигналов. Понятие сигнала и его модели. Различные формы представления детерминированных сигналов.	3	3-4	2	2		1	18	Рейтинг-контроль 1
3	Преобразование сигналов. Дискретизация сигналов. Основные методы. Ошибки при восстановлении сигналов. Теорема В.А. Котельникова и ее применение. Квантование сигналов. Оценка ошибок. Различные виды модуляции сигналов.	3	5-8	4	4		1	18	
4	Источники сообщений. Различные модели источников сообщений: дискретные, непрерывные. Однородный марковский источник. Информационные	3	9-10	2	2		1	18	Рейтинг-контроль 2

	характеристики источников: энтропия, избыточность								
5	Кодирование информации. Основные задачи кодирования. Эффективное и помехоустойчивое кодирование. Основные теоремы Шеннона о кодировании. Эффективные коды: код Шеннона-Фано, код Хаффмана, и их характеристики. Методики построения помехоустойчивых кодов: код с проверкой четности, код с тройным повторением, код Хэмминга.	3	11-14	4	4		1	18	
6	Передача информации. Различные модели каналов связи: дискретные, непрерывные. Информационные характеристики каналов: скорость передачи информации, пропускная способность.	3	15-18	4	4		2	18	Рейтинг-контроль 3
Всего за 3 семестр:				18	18			108	Экзамен (36)
Наличие в дисциплине КП/КР					-				
Итого по дисциплине:				18	18			108	Экзамен (36)

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Введение.

Содержание: Измерение информации. Понятие информации. Различные подходы к измерению информации и их применение. Структурные меры информации. Статистический подход. Энтропия и ее свойства.

Тема 2. Модели сигналов.

Содержание: Понятие сигнала и его модели. Различные формы представления детерминированных сигналов.

Тема 3. Преобразование сигналов.

Содержание: Дискретизация сигналов. Основные методы. Ошибки при восстановлении сигналов. Теорема В.А. Котельникова и ее применение. Квантование сигналов. Оценка ошибок. Различные виды модуляции сигналов.

Тема 4. Источники сообщений.

Содержание: Различные модели источников сообщений: дискретные, непрерывные. Однородный марковский источник. Информационные характеристики источников: энтропия, избыточность

Тема 5. Кодирование информации.

Содержание: Основные задачи кодирования. Эффективное и помехоустойчивое кодирование. Основные теоремы Шеннона о кодировании. Эффективные коды: код Шеннона-Фано, код Хаффмана, и их характеристики. Методики построения помехоустойчивых кодов: код с проверкой четности, код с тройным повторением, код Хэмминга.

Тема 6. Передача информации.

Содержание: Различные модели каналов связи: дискретные, непрерывные. Информационные характеристики каналов: скорость передачи информации, пропускная способность.

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

Тема 1. Измерение информации.

Содержание: Структурные меры информации. Статистический подход. Энтропия и ее свойства.

Тема 2. Модели сигналов.

Содержание: Различные формы представления детерминированных сигналов.

Тема 3. Преобразование сигналов.

Содержание: Теорема В.А. Котельникова и ее применение. Квантование сигналов. Оценка ошибок. Различные виды модуляции сигналов.

Тема 4. Источники сообщений.

Содержание: Различные модели источников сообщений: дискретные, непрерывные. Однородный марковский источник.

Тема 5. Кодирование информации.

Содержание: Код Шеннона-Фано, код Хаффмана, код Хэмминга, код Рида-Соломона.

Тема 6. Передача информации.

Содержание: Информационные характеристики каналов: скорость передачи информации, пропускная способность.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 5.1. Текущий контроль успеваемости

#### Вопросы рейтинг-контроля №1

1. Измерение информации.
2. Скорость передачи информации.
3. Детерминированные сигналы.
4. Модели сигналов.
5. Квантование по времени.
6. Квантование по уровню.

#### Вопросы рейтинг-контроля №2

1. Шумы квантования.
2. Теорема Котельникова.
3. Алгоритмы сжатия информации.
4. Архивирование данных.
5. Код Хемминга.
6. Сверточные коды.
7. Код Рида-Соломона.
8. "Мягкое" декодирование.

#### Вопросы рейтинг-контроля №3

1. Предел Шеннона.
2. Пропускная способность канала связи.
3. Классификация помеховых воздействий.
4. Модели каналов связи.
5. Код Шеннона-Фано.
6. Код Голда.

### 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Вопросы к экзамену.

Таблица 3.

1	Понятие информации.
2	Теорема Шеннона для дискретных каналов с помехами.
1	Различные подходы к измерению информации.
2	Теорема Шеннона для дискретных каналов без помех.
1	Структурные меры информации
2	Информационные характеристики каналов связи.
1	Аддитивная мера информации (мера Хартли).
2	Пропускная способность канала связи.

1	Статистический подход к измерению информации.
2	Код Хэмминга
1	Энтропия. Свойства.
2	Различные модели каналов связи.
1	Условная энтропия. Свойства
2	Код с проверкой четности
1	Энтропия сложной системы
2	Код с тройными повторениями.
1	Количество информации.
2	Основные задачи кодирования.
1	Дифференциальная энтропия
2	Эффективное кодирование.
1	Преобразование сигналов.
2	Код Шеннона-Фано.
1	Теорема Котельникова и ее применение.
2	Код Хаффмана.
1	Системы передачи информации
2	Информационные характеристики источников сообщений.
1	Различные модели источников сообщений.
2	Кодирование, основанное на системах счисления.
1	Помехоустойчивые коды.
2	Многоканальные системы передачи информации.
1	Блочное кодирование.
2	Понятие сигнала и его модели.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

СРС с лекционными материалами.

Задачи структурированные к СРС.

#### Задача 1.

Определить количество информации, содержащееся в телевизионном сообщении, которое длится 1 с. Число элементов разложения в одной строке равно 600. Число строк равно 600. Число градаций яркости равно 128. Число кадров в секунду равно 25.

#### Задача 2.

Сколько сообщений длиной 3 можно составить, если в алфавите 5 букв?

#### Задача 3.

Рассчитать дифференциальную энтропию нормального распределения.

#### Задача 4.



Найти спектр амплитуд периодической последовательности импульсов:

$$U(t) = |t|, t \in [-T/2; T/2]; T = 3T$$

**Задача 5.**

Найти спектральную плотность стационарного случайного сигнала  $U(t)$ , если его корреляционная функция имеет вид

$$k_x(\tau) = \delta(1 - |\tau|), |\tau| \leq 1, \text{ и } 0 \text{ в остальных случаях}$$

**Задача 6.**

Вычислить энтропию источника и его избыточность, если алфавит состоит из независимых букв с вероятностями 0,4; 0,25; 0,2; 0,1; 0,05.

**Задача 7.** Вычислить энтропию однородного марковского источника, если задана матрица

$$p_{ij} = p(u_j | u_i) = \begin{pmatrix} 1/4 & 1/4 & 1/2 \\ 1/4 & 1/2 & 1/4 \\ 0 & 1/2 & 1/2 \end{pmatrix}$$

переходных вероятностей:

**Задача 8.**

Построить код Шеннона-Фано и вычислить его эффективность для источника с вероятностями букв 1/4; 1/4; 1/8; 1/8; 1/16; 1/16; 1/16; 1/16.

**Задача 9.**

Построить код Хаффмана и вычислить его эффективность для источника с вероятностями букв 7/16; 5/16; 3/16; 1/16.

Построить блочный код Хаффмана с блоками длиной 3 и вычислить его эффективность для источника с вероятностями букв 8/9; 1/9.

**Задача 10.**

Построить блочный код Шеннона-Фано с блоками длиной 3 и вычислить его эффективность для однородного марковского источника с матрицей переходных

$$p_{ij} = p(u_j | u_i) = \begin{pmatrix} 1/3 & 2/3 \\ 3/4 & 1/4 \end{pmatrix}$$

вероятностей

**Задача 11.**

Задано десятичное число 13. Закодировать соответствующее двоичное число кодом Хэмминга (7, 4).

**Задача 12.**

Декодировать полученное сообщение 11011101. При кодировании использовался (7, 4) код Хэмминга с проверкой четности.

**Задача 13.** Построить проверочную матрицу (9, 5) кода, исправляющего одиночные ошибки.

**Задача 14.** Построить проверочную матрицу (10, 3) кода, исправляющего двойные ошибки.

**Задача 15.** Найти пропускную способность канала связи. Число сигналов в единицу времени равно  $N = 10$ . Помехи определяются матрицей условных вероятностей

$$\begin{pmatrix} 0,5 & 0,3 & 0,2 \\ 0,2 & 0,3 & 0,5 \end{pmatrix}$$

**Задача 16.** Найти пропускную способность канала связи. Число сигналов в единицу времени равно  $N = 10$ . Помехи определяются матрицей условных вероятностей

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1/3 & 2/3 \end{pmatrix}$$

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Наличие в электронном каталоге ЭБС	
<b>Основная литература</b>			
1. Основы теории информации. Учебное пособие для вузов / В.В. Панин. - 4-е изд. - М. : БИНОМ, , 2018.	2018	<a href="http://window.edu.ru/resource/618/64618/files/Panin_978-5-9963-0013-6/1-2-3_cC0013-6.pdf">http://window.edu.ru/resource/618/64618/files/Panin_978-5-9963-0013-6/1-2-3_cC0013-6.pdf</a>	
2. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Умняшкин С.В. - Второе издание, исправленное и дополненное. - М. : Техносфера, 2017.	2017	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363189.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363189.html</a>	
3. Теория информации. Курс лекций [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Белов В.М., Новиков С.Н., Солонская О.И. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012.	2012	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202374.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202374.html</a>	
<b>Дополнительная литература</b>			
1. Теоретические основы информационных процессов и систем [Электронный ресурс] / Душин В. К. - М. : Дашков и К, 2014.	2014	URL: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394017483.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394017483.html</a>	
2 Теория защиты информации [Электронный ресурс] / Малюк А.А. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. -	2012	URL: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991270014.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991270014.html</a>	

### 6.2. Периодические издания

#### Отечественные журналы:

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

#### Реферативные журналы:

- Радиотехника;
- Электроника.

#### Зарубежные журналы:

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

### 6.3. Интернет-ресурсы

1. Журнал "Проектирование и технология электронных средств" - <http://ptes.vlsu.ru>
2. Журнал "Радиотехника" - <http://radiotec.ru/catalog.php?cat=jr11>

3. <http://mexalib.com/view/15117>

4. [http:// studentlibrary.ru](http://studentlibrary.ru)

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации учебного процесса по данной дисциплине имеется специальное помещение для проведения занятий лекционного, практического и лабораторного типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы.

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

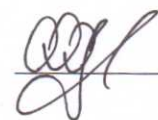
- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3);
- оснащенная компьютерами для проведения практических работ лаборатория (ауд. 410 -3)

Рабочую программу составил Самойлов С.А., доцент кафедры РТ и РС



Рецензент

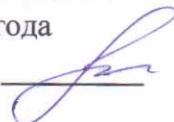
ОАО «Владимирское КБ радиосвязи», Генеральный директор Богданов А.Е.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС

Протокол № 1 от 31.08.20 года

Заведующий кафедрой Никитин О.Р.



Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.01 Радиотехника

Протокол № 1 от 4.09.20 года

Председатель комиссии Никитин О.Р., заведующий кафедрой



### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 20 21 / 20 22 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.21 года

Заведующий кафедрой




О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.22 года

Заведующий кафедрой



О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой