

**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

Радиотехнические устройства и системы

г. Владимир

Год 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	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации. УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.	Знает основные теоретические принципы теории информации и кодирования для обеспечения эффективной и надежной передачи информации; Умеет получать количественные оценки информации; Владеет основными методами расчета характеристик каналов связи передачи информации, измерения, передачи и кодирования информации	Тестовые вопросы.
ПК-3. Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов	ПК-3.1. Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования ПК-3.2. Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации сложных	Знает основные принципы моделирования каналов связи передачи информации. Умеет разрабатывать помехоустойчивые кодеки. Владеет основными методами математического моделирования каналов связи.	Отчет по практической подготовке.

	функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры. ПК-3.3. Владеет навыками устранения неисправностей, приводящих к возникновению неработоспособного состояния сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.		
--	--	--	--

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
				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.	3	5-8	4	4		1	18	

	Теорема В.А. Котельникова и ее применение. Квантование сигналов. Оценка ошибок. Различные виды модуляции сигналов.								
4	Источники сообщений. Различные модели источников сообщений: дискретные, непрерывные. Однородный марковский источник. Информационные характеристики источников: энтропия, избыточность	3	9-10	2	2		1	18	Рейтинг-контроль 2
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

Рейтинг-контроль №1

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

Рейтинг-контроль №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.

Рейтинг-контроль №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:

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

Задача 5.

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

$$k_x(\tau) = \begin{cases} 1 - |\tau|, & |\tau| \leq 1 \\ 0, & |\tau| > 1 \end{cases}$$

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
Основная литература		
1. Основы теории информации. Учебное пособие для вузов / В.В. Панин. - 4-е изд. - М. : БИНОМ, , 2018.	2018	http://window.edu.ru/resource/618/64618/files/Panin_978-5-9963-0013-6/1-2-3_cC0013-6.pdf
2. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Умняшкин С.В. - Второе издание, исправленное и дополненное. - М. : Техносфера, 2017.	2017	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363189.html
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	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202374.html
Дополнительная литература		
1. Теоретические основы информационных процессов и систем [Электронный ресурс] / Душин В. К. - М. : Дашков и К, 2014.	2014	URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394017483.html
2 Теория защиты информации [Электронный ресурс] / Малюк А.А. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. -	2012	URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991270014.html

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 Самойлов

Рецензент

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

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС

Протокол № 18 от 26.06.19 года

Заведующий кафедрой Никитин О.Р. Никитин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.01 Радиотехника

Протокол № 7 от 27.06.19 года

Председатель комиссии Никитин О.Р., заведующий кафедрой Никитин

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 20 20 / 20 21 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.20 года

Заведующий кафедрой Никитин О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на 20 21 / 20 22 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.21 года

Заведующий кафедрой Никитин О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.22 года

Заведующий кафедрой Никитин О.Р. Никитин

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

Математические основы теории информации

образовательной программы направления подготовки 11.03.01 Радиотехника,

направленность: Электронные цифровые устройства и системы (бакалавр)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой _____ /Никитин О.Р.