

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)



УТВЕРЖДАЮ
 Проректор
 по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 24 » 06 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ
 (наименование дисциплины)

Направление подготовки: 11.03.01 - Радиотехника

Профиль/программа подготовки: радиотехнические устройства и системы

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная подготовка

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
2	5/180	18	18	108	Экзамен (36)
Итого	5/180	18	18	108	Экзамен (36)

Владимир 2019

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 ВО

Дисциплина «Математические основы теории информации» относится к дисциплинам формируемым участниками образовательных отношений (Б1.В.01.).

Преквизиты дисциплины: «История радиотехники», «Высшая математика», «Информационные технологии в радиоэлектронике».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы освоения компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	Частичное освоение	Знать: основные теоретические принципы теории информации и кодирования для обеспечения эффективной и надежной передачи информации. Уметь: получать количественные оценки информации. Владеть: основными методами расчета характеристик каналов связи передачи информации, измерения, передачи и кодирования информации
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	Частичное освоение	Знать: основные теоретические принципы кодирования для обеспечения эффективной и надежной передачи информации Уметь: проводить расчет информационных характеристик основных элементов систем передачи информации, разрабатывать помехоустойчивые коды. Владеть: основными методами измерения, передачи и кодирования информации.
ПК-1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	Частичное освоение	Знать: основные принципы моделирования каналов связи передачи информации. Владеть: основными методами измерения, передачи и кодирования информации. Уметь: разрабатывать помехоустойчивые коды. Владеть: основными методами математического моделирования каналов связи.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Таблица 2.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	КП / КР		
1.	Введение. Измерение информации. Понятие информации. Различные подходы к измерению информации и их применение. Структурные меры информации. Статистический подход. Энтропия и ее свойства.	2	1-2	2	2		18		2/50	
2.	Модели сигналов. Понятие сигнала и его модели. Различные формы представления детерминированных сигналов.	2	3-4	2	2		18		2/50	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.	2	5-8	4	4		18		2/25	
4.	Источники сообщений. Различные модели источников сообщений: дискретные,	2	9-10	2	2		18		2/50	Рейтинг-контроль №2

	непрерывные. Одно- родный марковский источник. Информа- ционные характери- стики источников: эн- тропия, избыточность									
5.	Кодирование инфор- мации. Основные за- дачи кодирования. Эффективное и поме- хоустойчивое кодиро- вание. Основные тео- ремы Шеннона о ко- дировании. Эффек- тивные коды: код Шеннона-Фано, код Хаффмана, и их ха- рактеристики. Мето- дики построения по- мехоустойчивых ко- дов: код с проверкой четности, код с трой- ным повторением, код Хэмминга.	2	11- 14	4	4		18		2/25	
6.	Передача информа- ции. Различные моде- ли каналов связи: дис- кретные, непрерыв- ные. Информацион- ные характеристики каналов: скорость пе- редачи информации, пропускная способ- ность.	2	15- 18	4	4		18		2/25	Рейтинг- контроль №3
Итог 2 семестра			18	18	18		108		12/33	Экзамен (36)
Всего			18	18	18		108		12/33%	Экзамен (36)

**Содержание лекционных занятий по дисциплине:
(2 семестр)**

Раздел 1. Введение.

Тема 1. Измерение информации. Понятие информации. Различные подходы к измерению информации и их применение.

Тема 2. Структурные меры информации. Статистический подход. Энтропия и ее свойства.

Раздел 2. Модели сигналов.

Тема 1. Понятие сигнала и его модели.

Тема 2. Различные формы представления детерминированных сигналов.

Раздел 3. Преобразование сигналов.

Тема 1. Дискретизация сигналов. Основные методы. Ошибки при восстановлении сигналов.

Тема 2. Теорема В.А. Котельникова и ее применение. Квантование сигналов. Оценка ошибок. Различные виды модуляции сигналов.

Раздел 4. Источники сообщений.

Тема 1. Различные модели источников сообщений: дискретные, непрерывные. Однородный марковский источник.

Тема 2. Информационные характеристики источников: энтропия, избыточность

Раздел 5. Кодирование информации.

Тема 1. Основные задачи кодирования. Эффективное и помехоустойчивое кодирование. Основные теоремы Шеннона о кодировании.

Тема 2. Эффективные коды: код Шеннона-Фано, код Хаффмана, и их характеристики. Методики построения помехоустойчивых кодов: код с проверкой четности, код с тройным повторением, код Хэмминга.

Раздел 6. Передача информации.

Тема 1. Различные модели каналов связи: дискретные, непрерывные.

Тема 2. Информационные характеристики каналов: скорость передачи информации, пропускная способность.

Содержание практических занятий по дисциплине:

(2 семестр)

Раздел 1. Измерение информации.

Тема 1. Структурные меры информации. Статистический подход. Энтропия и ее свойства.

Раздел 2. Модели сигналов.

Тема 1. Различные формы представления детерминированных сигналов.

Раздел 3. Преобразование сигналов.

Тема 1. Теорема В.А. Котельникова и ее применение. Квантование сигналов. Оценка ошибок. Различные виды модуляции сигналов.

Раздел 4. Источники сообщений.

Тема 1. Различные модели источников сообщений: дискретные, непрерывные. Однородный марковский источник.

Раздел 5. Кодирование информации.

Тема 1. Код Шеннона-Фано, код Хаффмана, код Хэмминга, код Рида-Соломона.

Раздел 6. Передача информации.

Тема 1. Информационные характеристики каналов: скорость передачи информации, пропускная способность.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Математические основы теории информации» используются разнообразные образовательные технологии, как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения. Активные и интерактивные методы обучения.

2-й семестр:

- Групповая дискуссия (Раздел №1, темы №1,2; Раздел №3, темы №1,2; Раздел №4, темы №1,2; Раздел №6, темы №1,2)

-Тренинг (Раздел №1, темы №1,2; Раздел №5, темы №1,2; Раздел №6, темы №1,2)

-Разбор конкретных ситуаций (Раздел №4, темы №1,2; Раздел №5, темы №1,2)

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

6.1. Текущий контроль.

6.1.1. 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.

6.1.2. Вопросы рейтинг – контроля №2

7. Шумы квантования.
8. Теорема Котельникова.
9. Алгоритмы сжатия информации.
10. Архивирование данных.
11. Код Хемминга.
12. Сверточные коды.
13. Код Рида-Соломона.
14. "Мягкое" декодирование.

6.1.3. Вопросы рейтинг – контроля №3

15. Предел Шеннона.
16. Пропускная способность канала связи.
17. Классификация помеховых воздействий.
18. Модели каналов связи.
19. Код Шеннона-Фано.
20. Код Голда.

6.2. 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 счислений.
1	Помехоустойчивые коды.
2	Многоканальные системы передачи информации.
1	Блочное кодирование.
2	Понятие сигнала и его модели.

6.3. Задания и тесты контроля 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 переходных вероятностей: $p_{ij} = p(u_j | u_i) = \begin{pmatrix} 1/4 & 1/4 & 1/2 \\ 1/4 & 1/2 & 1/4 \\ 0 & 1/2 & 1/2 \end{pmatrix}$.

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 вероятностей

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

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 средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы, автор, название, вид издания, издательство	Год издания	Книгообеспеченность	
		Количество экземпляров	Наличие в электронной библиотеке

		библиотеке ВлГУ в соответ- ствии с ФГОС ВО	лиотеке ВлГУ
Основная литература			
1. Основы теории информации. Учебное пособие для вузов / В.В. Панин. - 4-е изд. - М. : БИНОМ, , 2018.	2018	22	+
2. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Умняшкин С.В. - Второе издание, исправленное и дополненное. - М. : Техносфера, 2017.	2017		Режим доступа: 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		Режим доступа: 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		Свободный доступ URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394017483.html
2 Теория защиты информации [Электронный ресурс] / Малюк А.А. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. -	2012		Свободный доступ URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991270014.html

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.

г) **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)

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3 и 335-3);
- наборы слайдов по всем лекциям (от 15 до 30 слайдов по каждой лекции);
- оснащенная макетами для проведения практических работ лаборатория (ауд. 410 -3)


Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.01 - Радиотехника.

Рабочую программу составил к.т.н. доцент  Самойлов С.А.
(ФИО, подпись)

Рецензент:

Генеральный директор ОАО ВКБ «Радиосвязи»

к.т.н.

 Богданов А.Е.
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехники и радиосистем

Протокол № 16 от 26.06.19 года


Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.01 - Радиотехника

Протокол № 4 от 27.06.19 года

Председатель комиссии  Никитин О.Р.
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20/21 учебный год
Протокол заседания кафедры № 1 от 21.01.20 года
Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____ Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ год
Заведующий кафедрой _____ Никитин О.Р.