


**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 ИИТР  
А.А. Галкин  
« 1 » 09 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Современные методы кодирования информации»**

**направление подготовки:**  
11.04.01 «Радиотехника»

**направленность (профиль) подготовки:**  
Радиотехнические и телекоммуникационные системы

г. Владимир  
2022

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Подготовка в области знания основных средств повышения помехоустойчивости и повышения качества работы современных радиотехнических систем при создании радиоэлектронной аппаратуры.

Задачи: Формирование практических навыков работы с научными методами расчета и проектирования в области радиотехнических и телекоммуникационных систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Современные методы кодирования 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 компетенций	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 критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	<p>УК-1.1 Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач.</p> <p>УК-1.2 Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности.</p> <p>УК-1.3 Владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.</p>	<p>Знает сущность и значение информации в развитии современного информационного общества.</p> <p>Умеет применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики и использовать основные приемы обработки экспериментальных данных.</p> <p>Владеет навыками сбора и анализа информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи.</p>	Тестовые вопросы Практико-ориентированное задание
ПК-1 Способен самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов	<p>ПК-1.1. Знает принципы подготовки и проведения научных исследований и технических разработок.</p> <p>ПК-1.2. Умеет планировать порядок проведения научных исследований.</p> <p>ПК-1.3. Владеет навыками выбора теоретических</p>	<p>Знает основные этапы проведения научных исследований</p> <p>Умеет планировать учет особенностей, возникающих на различных этапах научных исследований.</p> <p>Владеет способностью оценивать трудности,</p>	Тестовые вопросы Практико-ориентированное задание

исследования и обработку результатов.	экспериментальных исследований.	методов	которые могут возникнуть на различных этапах теоретических и экспериментальных исследований.
---------------------------------------	---------------------------------	---------	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1.	Введение. Обзор основных методов кодирования	2	1		1	2	1	4	
2.	Сверточные коды	2	2,3		2	6		8	
3.	Блочные коды	2	4,5		2	6	1	8	Рейтинг-контроль 1
4.	Недвоичные и нелинейные коды	2	6,7		3	4		4	
5.	Виды сложных кодов.	2	8,9,10		2	4	1	8	Рейтинг-контроль 2
6.	Перфорированные коды	2	11,12,13		2	4		6	
7.	Комбинированные и каскадные коды	2	14,15,16		3	6	1	8	
8.	Турбокоды	2	17, 18		3	6		8	Рейтинг-контроль 3
Всего за 2 семестр					18	36		5 4	зачет
Наличие в дисциплине КП, КР									
Итого по дисциплине					18	36		5 4	зачет

Содержание практических занятий по дисциплине

## Раздел 1. Обзор основных методов кодирования

Сущность процесса кодирования.

Параметры основных методов кодирования.

## Раздел 2. Сверточные коды

Методы получения сверточных кодов.

Методы декодирования сверточных кодов.

Процедура Витерби.

## Раздел 3. Блочные коды

Методы получения блочных кодов.

Основные виды блочных кодов.

Методы декодирования блочных кодов.

## Раздел 4. Недвоичные и нелинейные коды

Особенности получения и свойства нелинейных кодов.

Особенности получения и декодирования недвоичных блочных кодов.

Обработка сигналов в полях Галуа.

## Раздел 5. Виды сложных кодов.

Модифицированные коды.

Укороченные коды.

Расширенные коды.

## Раздел 6. Перфорированные коды

Структура и свойства перфорированных кодов.

Декодирование перфорированных кодов.

## Раздел 7. Комбинированные и каскадные коды

Особенности получения комбинированных кодов.

Каскадные и обобщенные каскадные коды.

## Раздел 8. Турбокоды.

Принципы получения турбокодов.

Итерационные принципы декодирования.

Многopороговые коды и LDPC-коды.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

## Раздел 1. Обзор основных методов кодирования

Тема 1. Сущность процесса кодирования.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Основы внесения избыточности, как основы кодирования.

Тема 2. Параметры основных методов кодирования.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Влияние параметров кодера на свойства кода.

## Раздел 2. Сверточные коды

Тема 1. Методы получения сверточных кодов.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Свойства операции свертки

Тема 2. Методы декодирования сверточных кодов.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Различные методы сверточного декодирования.

Тема 3. Процедура Витерби.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Построение решетки, как основы процедуры декодирования по методу Витерби.

## Раздел 3. Блочные коды

Тема 1. Методы получения блочных кодов.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:



Свойства порождающих полиномов и порождающих матриц.

Тема 2. Основные виды блоковых кодов.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Изучение свойств основных виды блокового декодирования.

Тема 3. Методы декодирования блоковых кодов.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Исследования блокового декодирования с помощью порождающих полиномов и матриц.

Раздел 4. Недвоичные и нелинейные коды

Тема 1. Особенности получения и свойства нелинейных кодов.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Изучение основных свойств нелинейных кодов и их отличий от линейных кодов.

Тема 2. Особенности получения и декодирования недвоичных блоковых кодов.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Особенности применения нелинейных кодов.

Тема 3. Обработка сигналов в полях Галуа.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Освоение навыков работы в конечной алгебре в полях Галуа.

Раздел 5. Виды сложных кодов

Тема 1. Модифицированные коды.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Исследование свойств модифицированных кодов и путей модификации.

Тема 2. Укороченные коды.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Изучение методов укорочения кодов.

Тема 3. Расширенные коды.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Исследование новых свойств расширенных кодов.

Раздел 6. Перфорированные коды

Тема 1. Структура и свойства перфорированных кодов.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Исследование методов и особенностей перфорации кодов.

Тема 2. Декодирование перфорированных кодов.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Навыки построения решетки для перфорированных кодов.

Раздел 7. Комбинированные и каскадные коды

Тема 1. Особенности получения комбинированных кодов.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Исследование формирования каскадных кодов на основе заданных компонентных кодов.

Тема 2. Каскадные и обобщенные каскадные коды.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Изучение методов построения каскадных кодов, как кодов-произведений.

Раздел 8. Турбокоды

Тема 1. Принципы получения турбокодов.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Изучение принципов построения турбокодов, как параллельных кодов.

Тема 2. Итерационные принципы декодирования.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Исследование особенностей проведения итерационного декодирования турбокодов.

Тема 3. Многопороговые коды и LDPC-коды.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Изучение построения LDPC-кодов на основе разреженных матриц.

## 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 для рейтинг-контроля

##### Рейтинг-контроль 1

1. За счет каких факторов при кодировании различными методами возникает выигрыш в помехоустойчивости передачи сигналов.
  - за счет введения различных видов модуляции;
  - за счет введения избыточности символов;
  - за счет сужения занимаемой полосы частот.
2. Основные отличия сверточных кодов от кодов прочих видов заключаются:
  - в том, что каждый кодовый символ получается на основе нескольких предыдущих информационных символов;
  - в том, что каждый кодовый символ получается на основе одного специально выбранного предыдущего информационного символа;
  - в том, что каждый кодовый символ получается умножением очередного информационного символа на предыдущий кодовый символ.
3. Основные отличия блоковых кодов от кодов прочих видов заключаются:
  - в поочередной группировке информационных и кодовых символов;
  - в формировании на приемной стороне блоков из принятых символов;
  - в вычислении кодовых символов на основе блоков информационных символов.
4. Основные отличия систематических и несистематических кодов в сверточных и блоковых алгоритмах кодирования заключаются в:
  - кодовые символы формируются систематически или бессистемно;
  - в формируемой кодовой последовательности можно или нельзя выделить информационные символы;
  - виды кодов образуют или не образуют строгую систему для их классификации;
5. Основные отличия двоичных и недвоичных блоковых кодов.
  - каждый символ принимает значения из двоичной (троичной, четвертичной и т.д.) систем исчисления;
  - для недвоичных кодов необходимо использовать специальные виды модуляции;
  - для формирования кодов требуется использовать алгебру Буля или алгебру Галуа.

##### Рейтинг-контроль 2

1. Сравнить сложность построения блоковых кодов с помощью таблиц соответствия, с помощью порождающих матриц и с помощью порождающих полиномов.
  - самый простой путь дают таблицы соответствия;
  - самый простой путь заключается в использовании порождающих полиномов;
  - самый простой путь заключается в использовании порождающих матриц.
2. В чем отличия кода Хемминга и кодов БЧХ.
  - в принципах формирования.
  - в сложности получения;
  - в использовании различной элементной базы.
3. Назначение модификации кодов и выигрыш от их применения.
  - удешевление применяемой элементной базы;
  - увеличение помехоустойчивости;
  - изменение кодовой скорости.
4. Особенности алгоритма перфорации кодов.

- удаление части кодовых символов после кодирования
  - удаление части информационных символов до кодирования;
  - удаление части принятых символов на приемной стороне;
  - передача различных кодовых символов с разной мощностью.
5. Структура каскадных кодов.
- результирующий код состоит в последовательном кодировании двумя кодами;
  - результирующий код состоит в параллельном кодировании несколькими кодами;
  - на различных интервалах радиолинии применяются различные виды кодирования.

### Рейтинг-контроль 3

1. Достоинства итеративно декодируемых кодов:
  - повышение помехоустойчивости;
  - реализация «мягкого» декодирования;
  - применение однотипной элементной базы.
2. Недостатки итеративно декодируемых кодов:
  - замедление операции декодирования;
  - возможные срывы алгоритмов декодирования;
  - увеличение объема и массы декодеров.
3. Особенности сигнально-кодовых конструкций.
  - упрощение операции кодирования;
  - комплексной осуществление операций кодирования и модуляции;
  - упрощение передачи кодированных сигналов;
  - упрощение приема кодированных сигналов.
4. Основные принципы декодирования сверточных кодов.
  - вычисление и сравнение метрик различных путей по кодовой решетке;
  - обратное развертывание кодов;
  - отбрасывание ненужных проверочных символов.
5. Основные принципы декодирования блочных кодов.
  - разбиение принятых блоков в одномерную последовательность;
  - вычисление синдромов;
  - преобразование блочного кода в сверточный код;
  - запрос на повторную передачу поврежденных символов.

## 5.2. Промежуточная аттестация

### Контрольные вопросы к зачету

1. Принципы и причины получения выигрыша в помехоустойчивости при использовании кодирования.
2. Классификация основных видов кодов.
3. Основные принципы сверточного кодирования.
4. Связь параметров сверточного кода со структурами для его получения.
5. Систематические и несистематические сверточные коды.
6. Двоичные блочные коды.
7. Построение блочного кода с помощью таблицы соответствия.
8. Построение блочного кода с помощью порождающей матрицы.
9. Алгоритм построения циклических кодов.
10. Коды Хэмминга и Голея.
11. Коды Рида-Малера и БЧХ.
12. Недвоичные и нелинейные коды.
13. Методы построения модифицированных кодов.
14. Перфорированные коды.
15. Каскадные коды.



16. Турбокоды.
17. Итеративно декодируемые коды.
18. Сигнально-кодовые конструкции.
19. Методы декодирования сверточных кодов.
20. Методы декодирования блочных кодов.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

#### Задания к СРС

В рамках выполнения задания к СРС магистрант подготавливает и защищает реферат по вопросам следующей тематики:

1. Параметрическая избыточность, как основа для применения методов кодирования.
2. Виды параметрической избыточности и связанные с ними особенности различных методов кодирования.
3. Реализация сверточной обработки информационных последовательностей как принцип построения сверточных кодов.
4. Особенности применения порождающих полиномов и порождающих матриц при формировании блочных кодов.
5. Взаимные преимущества систематических и несистематических кодов.
6. Использование методов конечной алгебры при формировании недвоичных блочных кодов.
7. Обзор видов циклических кодов и анализ их возможностей при повышении помехоустойчивости передачи информации.
8. цели использования модифицированных и перфорированных кодов и алгоритмы их формирования.
9. Переход к каскадным кодам и турбокодам, как метод повышения эффективности кодирования сигналов.
10. «Мягкое» и «жесткое» декодирование и коды с низкой плотностью проверки на четность.
11. Особенности реализации «мягкого» декодирования сверточных кодов.
12. Методика использования алгоритма Витерби при декодировании сверточных кодов.
13. Использование синдромов при поиске и устранении ошибок при декодировании сигналов.
14. Применение сигнально-кодовых конструкций.
15. Решетчатое кодирование и алгоритм ТСМ.

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	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
<b>Основная литература</b>			
1. Цифровые видеоинформационные системы (теория и практика) [Электронный ресурс] / Дворкович В.П., Дворкович А.В. - М. : Техносфера, 2014. - ISBN9785948363363.html	2014	10	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/">http://www.studentlibrary.ru/book/</a>
2. Основы формирования, передачи и приема цифровой информации [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Лузин, Н.П. Никитин, В.И. Гадзиковский. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2014. - /ISBN9785321019610.htm	2014		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book">http://www.studentlibrary.ru/book</a>
3. Конечные поля в телекоммуникационных приложениях. Теория и применение FEC, CRC, M-последовательностей / Власов Е.Г. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 280 с.: ISBN 978-5-16-009437-3	2015		<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
<b>Дополнительная литература</b>			
1. Введение в дискретную теорию информации и кодирования [Электронный ресурс]: учебное издание / Чечёта С.И. - М.: МЦНМО, 2011. - ISBN9785940577010.html	2014		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/">http://www.studentlibrary.ru/book/</a>
2. Сидельников В.М. Теория	2013		<a href="http://www.e.lanbook.com">www.e.lanbook.com</a>

кодирования. – Физматлит, 2013. – 324с.– ISBN 978-5-9221-0943-7 –			
3.Аверченков, В. И. Системы защиты информации в ведущих зарубежных странах [электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / В. И. Аверченков, М. Ю. Рыгов, Г. В. Кондрашин, М. В. Рудановский. – 3-е изд., стереотип. – М. : ФЛИНТА, 2013. – 224 с. – ISBN 978-5-9765-1274-0	2013		<a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</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. <http://www.edu.ru/>
2. <http://www.studentlibrary.ru/>
3. <http://www.bibliorossica.com/>
4. <http://znanium.com/>
5. <http://www.iprbookshop.ru/>
6. <http://www.mathworks.com/>
7. <https://exponenta.ru/matlab>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий практического и лабораторного типа. Практические и лабораторные работы проводятся в ауд. 410-3, 228-3.

Рабочую программу составил Полушин П.А., профессор каф. РТ и РС Полушин

Рецензент АО "Конструкторское опытное бюро радиоаппаратуры", руководитель проектной группы к.т.н. Кучин С.И. Кучин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС \_\_\_\_\_

Протокол № 1 от 29.08.22 года

Заведующий кафедрой РТ и РС к.т.н. Корнеева Н.Н. Корнеева

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.04.01 «Радиотехника»

Протокол № 1 от 30.08.22 года

Председатель комиссии зав. кафедрой РТ и РС к.т.н. Н.Н.Корнеева Корнеева



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**  
в рабочую программу дисциплины  
«Современные методы кодирования информации»  
образовательной программы направления подготовки 11.04.01 «Радиотехника»  
направленность: Радиотехнические и телекоммуникационные системы

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			
3			
4			

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / Н.Н.Корнеева  
*Подпись* *ФИО*