

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра электронной техники и технологии

***ПЕРЕДАЧА, АНАЛИЗ И РЕГИСТРАЦИЯ БИОМЕДИЦИНСКИХ  
СИГНАЛОВ С ОСНОВАМИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ***

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для студентов специальности

«Медицинская электроника»

заочной формы обучения

Минск 2006

УДК 621.391.2 (075.8)  
ББК 32. 811 я 73  
П 27

Составитель  
В.М. Бондарик

П 27 **Передача**, анализ и регистрация биомедицинских сигналов с основами защиты информации: Метод. указания и контр. задания для студ. спец. «Медицинская электроника» заоч. формы обуч. / Сост. В.М. Бондарик. – Мн.: БГУИР, 2006. – 16 с.: ил.

Приведены содержание дисциплины «Передача, анализ и регистрация биомедицинских сигналов с основами защиты информации», общие методические указания к ее изучению и варианты контрольной работы.

**УДК 621.391.2 (075.8)**  
**ББК 32. 811 я 73**

© Бондарик В.М., составление, 2006  
© БГУИР, 2006

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Предмет дисциплины и цель его преподавания .....	4
2. Задачи изучения дисциплины и ее структура .....	4
3. Рекомендации по изучению дисциплины.....	5
4. Наименование тем и их содержание .....	5
5. Перечень лабораторных работ .....	7
6. Перечень практических занятий .....	7
7. Контрольная работа .....	8
Литература .....	15

Библиотека БГУИР

## 1. ПРЕДМЕТ ДИСЦИПЛИНЫ И ЦЕЛЬ ЕГО ПРЕПОДАВАНИЯ

Предметом изучения дисциплины являются методы и средства передачи, анализа и регистрации биомедицинской информации.

Цель дисциплины – изучение принципов построения систем передачи и регистрации биомедицинской информации, их принципиальных и структурных схем, разновидностей биотелеметрических систем, изучение методов передачи аналоговых и цифровых измерительных сигналов, разработка и расчет параметров биотелеметрических систем, основ защиты информации в средств медицинской электроники (СМЭ).

## 2. ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ЕЕ СТРУКТУРА

Дисциплина предназначена для подготовки специалистов-инженеров, занимающихся проектированием и эксплуатацией СМЭ. Поставленная цель достигается путем самостоятельного изучения основных и дополнительных источников литературы, прослушиванием курса лекций по основным разделам дисциплины, проведения практических и лабораторных занятий по наиболее сложным темам.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

### **знать:**

- применение преобразований Фурье и Уолша для создания систем передачи, анализа и регистрации биометрических сигналов,
- методы передачи аналоговых и цифровых измерительных сигналов, построения биотелеметрических систем,
- принципы построения аппаратуры передачи, анализа и регистрации биометрических сигналов,
- способы защиты биомедицинской информации от помех и несанкционированного доступа,
- методы сжатия биомедицинской информации.

### **уметь:**

- эксплуатировать и обслуживать существующую медицинскую аппаратуру с системами передачи, регистрации и анализа биомедицинской информации,
- разрабатывать системы передачи, регистрации и анализа биомедицинской информации для новых медицинских аппаратов.

### **иметь представление о:**

- конкретных системах медицинской электроники с применением цифровой обработки сигналов,
- различных интерфейсах биотелеметрических измерительных систем,
- основах защиты информации в СМЭ.

Программа дисциплины рассчитана на 16 часов аудиторных занятий, преподаваемых в весеннем семестре: лекций – 6 часов, практических занятий – 2 часа, лабораторных работ – 8 часов. При изучении дисциплины выполняется одна контрольная работа. Форма отчетности – экзамен.

### **3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина является системной в подготовке студентов специальности «Медицинская электроника». Ее изучение основано на использовании знаний, полученных студентами по следующим дисциплинам: «Высшая математика, теория вероятности и математическая статистика», «Программирование», «Медицинская и биологическая физика», «Элементная база средств медицинской электроники», «Электронные приборы», «Микроэлектронные схемы, микротехнологии и микропроцессоры в средствах медицинской электроники».

Изучение дисциплины предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов над специальной технической литературой, последним достижениям науки и техники, отраженным в научных журналах, а также использование технических средств обучения, компьютеров при выполнении лабораторных и практических работ.

Рабочим планом дисциплины предусмотрено выполнение контрольной работы в восьмом семестре. Варианты заданий указываются преподавателем индивидуально каждому студенту во время установочной сессии. При выполнении контрольных работ студент дает полные ответы на два теоретических вопроса, которые поясняются схемами, рисунками, диаграммами. Предлагаемые в контрольной работе задачи можно отнести к трем основным типам: кодирование биомедицинской информации с целью ее сжатия, кодирование биомедицинской информации с целью защиты от помех и цифровая обработка сигналов (ЦОС). При решении задач первого и второго типов удобно воспользоваться учебно-методической литературой [19-21], при решении задач по применению ЦОС для обработки биомедицинской информации – [3, 5, 15].

При решении задач по кодированию-декодированию сообщений корректирующими помехозащитающими кодами выбираются коды с основанием два.

Выполнение контрольных работ предусматривает не только изучение студентами учебной и методической литературы, но и самостоятельную работу над справочной и специальной научно-технической литературой, патентными и рекламно-информационными источниками. Это позволит приобрести навыки анализа изделия медицинской электроники с целью обоснования необходимости применения защиты биомедицинской информации от помех и несанкционированного доступа, цифровой обработки сигналов.

Ответы на вопросы должны быть полными, отражать их сущность и поясняться рисунками, графиками и диаграммами (можно в виде ксерокопий). При решении задачи необходимо приводить описание конкретных алгоритмов, расшифровывать условные обозначения.

### **4. НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМ И ИХ СОДЕРЖАНИЕ**

#### **Введение**

Классификация и структура построения систем передачи, анализа и регист-

рации биотелеметрических сигналов [2, с. 77-94; 5; 6; 13].

### **Методы передачи данных**

Методы передачи данных. Устройства и системы передачи данных. Простые коды передачи побитовой информации [2; 6; 20, с. 66-75]

Назначение, функции и структурная схема приемопередатчика биотелеметрических сигналов. Реализация, принцип работы передающей и приемной частей. Настройка и использование приемопередатчика биотелеметрических сигналов [2; 6; 10, с. 40-62].

### **Основы защиты информации**

**Классификация способов защиты информации. Методы уплотнения данных при передаче информации. Частотное, временное, кодовое, комбинированное разделение каналов передачи биомедицинской информации\*** [2, с. 70-87; 4; 9; 18; 20].

**Кодовое сжатие биомедицинской информации. Информационные характеристики источника сообщений. Неравномерные и равномерные префиксные коды для сжатия информации. Кодирование факсимильных сообщений** [2, с. 70-87; 4; 9; 18; 19, с. 27-44; 20, с. 76-172].

Помехоустойчивое кодирование биотелеметрических сигналов. Коды: основные параметры. Исправление ошибок. Расстояние Хэмминга. Линейные групповые коды и их применение для корректировки ошибок при передаче биомедицинской информации [4; 9; 19, с. 3-18; 21, с. 3-57].

Циклические коды. Помехоустойчивое кодирование биомедицинских сигналов циклическими кодами. Синдромный метод декодирования и его реализация. Мажоритарный декодер. Декодирование последовательностей с помощью метода максимального правдоподобия [4; 9; 19, с. 19-43; 21, с. 123-178].

Защита биомедицинской информации. Криптографическое кодирование. Шифрование информации: метод замены (подстановки), метод перестановки, метод гаммирования. Шифрование с помощью аналитических преобразований [4; 9; 20, с. 174-273].

### **Цифровая обработка биомедицинских сигналов**

**Спектральное представление сигналов. Типовые функции. Ряд Фурье и интегральное преобразование Фурье. Аналоговые и дискретные сигналы. Процедура дискретизации биотелеметрических сигналов, свойства дискретизированных функций** [1, с. 9-47; 3; 6; 8, с. 17-54].

Обработка сигналов с помощью дискретных ортогональных преобразований. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ): формула, свойства, применение при спектральном анализе биотелеметрических сигналов. Алгоритмы вычисления ДПФ. Быстрое преобразование Фурье (БПФ): формулы, графы, употребительные процедуры [1, с. 102-189; 3; 5, с. 33-52; 6; 8, с. 249-261; 11; 12].

---

\*Темы, выделенные жирным шрифтом, читаются на установочных и обзорных лекциях.

Функции Уолша и дискретное преобразование Уолша-Адамара. Быстрое преобразование Уолша-Адамара. Применения преобразования Уолша для передачи, анализа и регистрации биотелеметрических сигналов [1, с. 396-406; 2, с. 212-246; 9, с. 129-139; 17; 14].

Применение быстрые спектральные преобразования Фурье и Уолша при сжатии биомедицинской информации. Примеры применения. БПФ и БПУ для передачи биомедицинской информации. Сжатие информации на основе дискретных ортогональных преобразований. Разделение мажоритарно-уплотненных сигналов при помощи диадной свертки [1, с. 206-244; 5, с. 52-62, 70-86].

Цифровая фильтрация: классификация, принципы построения. Z-преобразование. Структуры одномерных рекурсивных фильтров. Синтез рекурсивных фильтров по аналоговому прототипу. Прямые методы синтеза цифровых фильтров. Синтез одномерных цифровых фильтров по методу "Окна". Субоптимальный синтез дискретных нерекурсивных фильтров [1, с. 115-123; 2; 3; 7; 8, с. 313-373; 11-17].

Методы реализации цифровых фильтров. Использование несинусоидальных функций для реализации цифровых фильтров. Техническая реализация цифровых фильтров [1, с. 320-426; 2; 3; 5, с. 104-130; 6; 8, с. 313-373; 14].

Применение цифровой фильтрации в СМЭ. Цифровая обработка биомедицинских сигналов и изображений. Применение ЦОС при реализации компьютерной томографии [1, с. 405-427; 2; 3; 6; 8; 11-14; 17].

## 5. ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Название темы	Содержание	Объем в часах
1. Исследование алгоритмов сжатия биомедицинской информации	Изучение основных положений теории кодирования источника, рассмотрение алгоритмов сжатия и распаковки биомедицинской информации	4
2. Применение цифровой фильтрации при обработке биомедицинских сигналов	Изучение принципов построения и технической реализации цифровых фильтров и их применения для обработки биомедицинских сигналов	4

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Название темы	Содержание	Объем в часах
1. Кодирование и декодирование групповых кодов	Изучение кодирующих и декодирующих устройств групповых кодов и способов их построения для реализации помехоустойчивого кодирования биомедицинской информации	2

## 7. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

### Вариант 1

1. Сжатие информации. Неравномерные эффективные префиксные коды. Коды Шеннона-Фано.

2. Пространственно-временного и спектрально-частотного представления процессов. Достоинства и недостатки.

3. **Задача.** Определить основные параметры для линейного корректирующего кода (8, 4). Записать порождающую и проверочную матрицы для данного кода, указав на способ получения проверочных символов. Закодировать сообщения 0111, 1100. Нарисовать структурную схему кодирующего устройства и описать алгоритм его работы.

### Вариант 2

1. Методы уплотнения при передаче данных. Частотное уплотнение данных.

2. Быстрые методы вычисления ДПФ. Алгоритм с прореживанием по времени.

3. **Задача.** Определить основные параметры для линейного корректирующего кода (7, 3). Записать порождающую и проверочную матрицы для данного кода, указав на способ получения проверочных символов. Декодировать сообщения 0101010, 1100010 мажоритарным методом (указав на возможные ошибки при декодировании). Нарисовать структурную схему декодирующего устройства и описать алгоритм его работы.

### Вариант 3

1. Защита биомедицинской информации от помех. Основные параметры кодов. Исправление ошибок при передаче сообщений избыточными кодами. Сравнения и вычеты.

2. Матрицы Адамара и функции Уолша. Свойства функций Уолша.

3. **Задача.** Определить основные параметры для циклического корректирующего кода (7, 4). Указать порождающий полином для данного кода и способ его получения. Считая сообщения 1110, 0111 двоичными числами закодировать их разделимым кодом. Нарисовать структурную схему кодирующего устройства и описать алгоритм его работы.

### Вариант 4

1. Классификация способов защиты биомедицинской информации. Защита биомедицинской информации от несанкционированного доступа. Криптографическое закрытие информации.

2. Сжатие информации на основе дискретных ортогональных преобразований.

3. **Задача.** Определить основные параметры для циклического корректирующего кода (7, 3). Указать порождающий полином для данного кода и способ его получения. Считая сообщения 110, 011 двоичными числами закодировать их неразделимым кодом. Нарисовать структурную схему кодирующего устройства и описать алгоритм его работы.

### Вариант 5

1. Сжатие информации. Неравномерные эффективные префиксные коды. Эффективное кодирование по Хаффману.

2. Аналоговые и дискретные сигналы. Теорема Котельникова.

3. **Задача.** Определить основные параметры для циклического корректирующего кода (7, 4). Указать порождающий полином для данного кода и способ его получения. Считая сообщения 1110, 0111 двоичными числами закодировать их неразделимым кодом. Нарисовать структурную схему кодирующего устройства и описать алгоритм его работы.

### Вариант 6

1. Кодирование биомедицинских сигналов линейными корректирующими кодами. Устройства для кодирования.

2. Быстрые методы вычисления ДПФ. Алгоритм с прореживанием по частоте.

3. **Задача.** Определить основные параметры для циклического корректирующего кода (7, 3). Указать порождающий полином для данного кода и способ его получения. Считая сообщения 110, 011 двоичными числами закодировать их разделимым кодом. Нарисовать структурную схему декодирующего устройства и описать алгоритм его работы.

### Вариант 7

1. Криптография. Шифрование заменой и перестановкой. Код Цезаря. Криптоанализ сообщений.

2. Дискретные экспоненциальные функции (ДЭФ) и их свойства. Экспоненциальное и матричное представление ДЭФ.

3. **Задача.** Определить основные параметры для линейного корректирующего кода (7, 4). Записать порождающую и проверочную матрицы для данного кода, указав на способ получения проверочных символов. Декодировать сообщения 0101010, 1100010 синдромным методом (указав на возможные ошибки при декодировании). Нарисовать структурную схему декодирующего устройства и описать алгоритм его работы.

### Вариант 8

1. Циклические коды. Структура, способы построения. Кодирование неразделимым кодом. Кодирующие устройства.

2. Представление сигналов функциональными рядами. Представление сигнала в пространстве базисных функций.

3. **Задача.** Построить префиксный код Шеннона-Фано для сжатия информации. Закодировать сообщение «Медицина». Декодировать сообщение 110011011011100101.

Частота появления букв в алфавите: а – 0,08; б – 0,03; в – 0,04; г – 0,04; д – 0,045; е – 0,10; ж – 0,02; з – 0,025; и – 0,085; к – 0,07; л – 0,065; м – 0,075; н – 0,07; о – 0,09; п – 0,05; р – 0,055; с – 0,035; ц – 0,025. Остальные – отсутствуют.

### Вариант 9

1. Сжатие информации. Кодирование факсимильных сообщений. Код КДС-1.

2. Преобразование Уолша-Адамара и его свойства. Теорема о корреляции и свертке.

3. **Задача.** Определить по теореме Котельникова шаг дискретизации для детерминированной функции

$$u(t) = \begin{cases} 2e^{-t} & \text{при } t \geq 0, \\ 0 & \text{при } t < 0, \end{cases}$$

ориентируясь на практическую ширину спектра с  $\eta = 0,95$ .

### Вариант 10

1. Криптография. Шифрование методом гаммирования и аналитических преобразований. Код Виженера.

2. Ряд Фурье и интегральные преобразования Фурье. Их использование при цифровой обработке сигналов.

3. **Задача.** Найти спектральные коэффициенты сигнала (рис. 1) при разложении его в базисе Фурье.

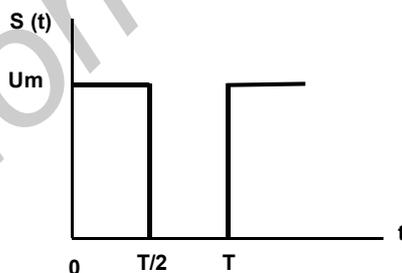


Рис. 1. Импульсный сигнал для разложения на спектральные коэффициенты

### Вариант 11

1. Декодирование линейных кодов. Методы декодирования. Синдромный метод декодирования линейных кодов. Схема декодера.

2. Интерфейс. Определение. Требования при создании. Типы и виды интерфейсов. Основные характеристики интерфейса.

3. **Задача.** Определить основные параметры для циклического корректирующего кода, заданного полиномом  $g(x) = 1+x^2+x^3$ . Декодировать сообщение 0000001 синдромным методом. Нарисовать структурную схему декодирующего устройства и описать алгоритм его работы.

## Вариант 12

1. Криптографическое закрытие информации. Комбинированные методы кодирования. Стандарт шифрования DES.

2. Асинхронно-синхронный приемопередатчик. Структурная схема. Синхронный и асинхронным режимы работы.

3. **Задача.** Закодировать сообщение  $a(x) = 1000$  циклическим корректирующим делимым кодом.  $g(x) = 1+x+x^3$ . Декодировать сообщение 0001101 мажоритарным методом. Нарисовать структурные схемы кодирующего и декодирующего устройств и описать алгоритмы их работы.

## Вариант 13

1. Сжатие информации. Кодирование факсимильных сообщений. Код КДС-2.

2. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его свойства.

3. **Задача.** Найти спектральные коэффициенты сигнала (рис. 2) при разложении его в базисе Фурье.

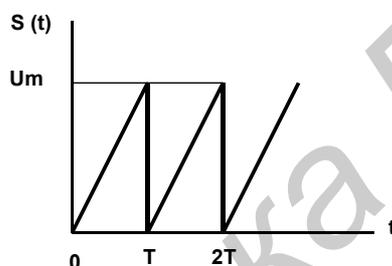


Рис. 2. Сигнал для разложения на спектральные коэффициенты

## Вариант 14

1. Умножение и деление полиномов. Структурные схемы устройств.

2. Типы организации связи в СМЭ. Режимы обмена информацией в СМЭ.

3. **Задача.** Определить основные параметры для циклического корректирующего кода, заданного полиномом  $g(x) = 1+x+x^3$ . Декодировать сообщение 1001001 синдромным методом. Нарисовать структурную схему декодирующего устройства и описать алгоритм его работы.

## Вариант 15

1. Криптографическое закрытие информации. Стандарт шифрования RSA.

2. Быстрое преобразование Уолша-Адамара.

3. **Задача.** Найти спектральные коэффициенты сигнала (рис. 3) при разложении его в базисе Уолша-Адамара.

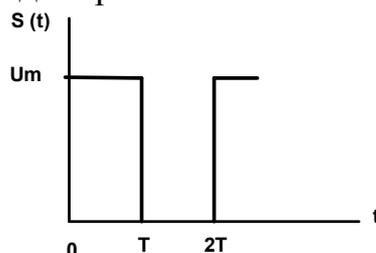


Рис. 3. Импульсный сигнал для разложения на спектральные коэффициенты

## Вариант 16

1. Декодирование линейных кодов. Методы декодирования. Мажоритарный метод декодирования линейных кодов. Схема декодера.

2. Асинхронно-синхронный приемопередатчик. Назначение. Функции. Форматы передаваемых данных.

3. **Задача.** Построить префиксный код Шеннона-Фано для сжатия информации. Закодировать сообщение «Электроника». Декодировать сообщение 110011011011100101.

Частота появления букв в алфавите: а – 0,08; б – 0,03; в – 0,04; г – 0,04; д – 0,045; е – 0,10; ж – 0,02; з – 0,025; и – 0,085; к – 0,07; л – 0,065; м – 0,075; н – 0,07; о – 0,09; р – 0,055; т – 0,035; ц – 0,025; э – 0,05. Остальные – отсутствуют.

## Вариант 17

1. Циклические корректирующие коды. Кодирование разделимым кодом. Кодирование устройства.

2. Интерфейсы локальных сетей. Назначение. Решаемые задачи. Формат кадра.

3. **Задача.** Закодировать сообщение  $a(x) = 0001$  циклическим корректирующим неразделимым кодом  $g(x) = x + x^2 + x^3$ . Записать порождающую и проверочную матрицы для данного кода. Нарисовать структурную схему кодирующего устройства и описать алгоритм его работы.

## Вариант 18

1. Сжатие информации. Кодирование факсимильных сообщений. Код КДС-3.

2. Интерфейсы периферийных устройств.

3. **Задача.** Построить префиксный код Хаффмана для сжатия информации. Закодировать сообщение «Медицина». Декодировать сообщение 110011011011100101.

Частота появления букв в алфавите: а – 0,08; б – 0,03; в – 0,04; г – 0,04; д – 0,045; е – 0,10; ж – 0,02; з – 0,025; и – 0,085; к – 0,07; л – 0,065; м – 0,075; н – 0,07; о – 0,09; п – 0,05; р – 0,055; с – 0,035; ц – 0,025. Остальные – отсутствуют.

## Вариант 19

1. Разделенные проверки. Использование при построении декодирующих устройств.

2. Простые коды передачи побитовой информации. Код Манчестер II.

3. **Задача.** Построить цифровой фильтр высокой частоты с частотой среза 1 кГц и выполнить фильтрацию сложного сигнала, состоящего из суммы пяти различных сигналов. При решении задачи использовать возможности пакета MathCAD.

### Вариант 20

1. Циклические коды. Синдромное декодирование. Декодирующие устройства.
2. Основы цифровой обработки биомедицинских сигналов. Цифровая фильтрация.
3. **Задача.** Найти спектральные коэффициенты сигнала (см. рис. 2) при разложении его в базисе Уолша-Адамара.

### Вариант 21

1. Сжатие данных. Избыточность данных и способы ее распознавания. Полиномиальные предсказывающие устройства.
2. Корреляционный анализ биомедицинских сигналов.
3. **Задача.** Определить основные параметры для циклического корректирующего кода, заданного полиномом  $g(x) = 1+x^2+x^3$ . Декодировать сообщение 0001101 мажоритарным методом. Нарисовать структурную схему декодирующего устройства и описать алгоритм его работы.

### Вариант 22

1. Важнейшие линейные коды. Итеративные коды. Код Хэмминга.
2. Z-преобразование и его использование при построении систем обработки биомедицинских сигналов.
3. **Задача.** Построить префиксный код Хаффмана для сжатия информации. Закодировать сообщение «Электроника». Декодировать сообщение 110011011011100101.

Частота появления букв в алфавите: а – 0,08; б – 0,03; в – 0,04; г – 0,04; д – 0,045; е – 0,10; ж – 0,02; з – 0,025; и – 0,085; к – 0,07; л – 0,065; м – 0,075; н – 0,07; о – 0,09; р – 0,055; т – 0,035; ц – 0,025; э – 0,05. Остальные – отсутствуют.

### Вариант 23

1. Общие принципы уплотнения данных. Многоканальные системы передачи данных.
2. Использование ДПФ для дискретной фильтрации биомедицинских сигналов.
3. **Задача.** Построить цифровой фильтр низкой частоты с частотой среза 100 Гц и выполнить фильтрацию сложного сигнала, состоящего из суммы трех различных сигналов. При решении задачи использовать возможности пакета MathCAD.

### Вариант 24

1.  $\lambda$ -связанные и квазиразделенные проверки. Использование при построении декодирующих устройств.
2. Рекурсивные и нерекурсивные дискретные и цифровые фильтры.
3. **Задача.** Найти коэффициенты при разложении сигнала (рис. 4) в ряд Фурье.

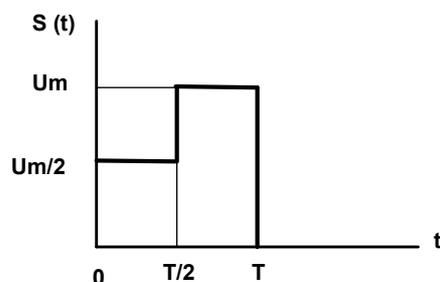


Рис. 4. Сигнал для разложения на спектральные коэффициенты

### Вариант 25

1. Важнейшие линейные коды. Коды Рида Малера, БЧХ-коды.
2. Методы синтеза цифровых фильтров. Синтез рекурсивных фильтров по аналоговому прототипу.
3. **Задача.** Закодировать сообщение  $a(x) = 1101$  циклическим корректирующим неразделимым кодом.  $g(x) = 1+x^2+x^3$ . Записать порождающую и проверочную матрицы для данного кода. Нарисовать структурную схему кодирующего устройства и описать алгоритм его работы.

### Вариант 26

1. Циклические коды. Мажоритарное декодирование. Декодирующие устройства.
2. Прямые методы синтеза дискретных фильтров.
3. **Задача.** Найти спектральные коэффициенты сигнала (см. рис. 1) при разложении его в базисе Уолша-Адамара.

### Вариант 27

1. Методы уплотнения при передаче данных. Временное уплотнение данных.
2. Субоптимальный синтез нерекурсивных фильтров. Цифровые фильтры типа «окно».
3. **Задача.** Закодировать сообщение  $a(x) = 0001$  циклическим корректирующим делимым кодом.  $g(x) = x+x^2+x^3$ . Записать порождающую и проверочную матрицы для данного кода. Нарисовать структурную схему кодирующего устройства и описать алгоритм его работы.

### Вариант 28

1. Криптография. Аффинная криптосистема. Диграфные преобразования. Аффинные преобразования диграфных сообщений.
2. Синтез дискретных фильтров в MATLAB. Графическая среда для синтеза и анализа цифровых фильтров.
3. **Задача.** Построить цифровой полосовой фильтр с полосой 100-500 Гц и выполнить фильтрацию сложного сигнала, состоящего из суммы четырех различных сигналов. При решении задачи использовать возможности пакета MathCAD.

## Вариант 29

1. Методы уплотнения при передаче данных. Кодовое разделение каналов.
2. Спектр дискретного случайного процесса. Параметрические и непараметрические методы расчета.
3. **Задача.** Найти спектральные коэффициенты сигнала (см. рис. 3) при разложении его в базисе Фурье.

## Вариант 30

1. Информационные характеристики источника дискретных сообщений. Кодовое уплотнение данных. Код «стопка книг».
2. Реализация цифровой обработки сигналов в электронных медицинских системах. Использование цифровых фильтров при обработке биомедицинских изображений.
3. **Задача.** Закодировать сообщение  $a(x) = 1101$  циклическим корректирующим разделимым кодом.  $g(x) = 1+x^2+x^3$ . Записать порождающую и проверочную матрицы для данного кода. Нарисовать структурную схему кодирующего устройства и описать алгоритм его работы.

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Залманзон Л.А. Преобразования Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. – М.: Наука, 1991. – 496 с.
2. Бакалов В.П. Электросвязь в биологии и медицине. – М.: Радио и связь, 1998. – 176 с.
3. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2006. – 751 с.
4. Романцев Ю.В., Тимофеев П.А., Шаньгин В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях / Под ред. В.Ф. Шаньгина. – М.: Радио и связь, 1999. – 328 с.

### Дополнительная

5. Лосев В.В. Микропроцессорные устройства обработки информации. Алгоритмы цифровой обработки: Учеб. пособие для вузов. – Мн.: Выш. шк., 1990. – 132 с.
6. Зайцева Е.Г., Метельский Г.Б., Савченко А.Л. Анализ и преобразование медико-биологических сигналов. – Мн.: БГПА, 2001. – 81 с.
7. Ануфриев И.Е. Самоучитель MATLAB 5.3/6.X. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 736 с.
8. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2003. – 604 с.
9. Соколов А.В., Степанюк О.М. Методы информационной защиты объектов и компьютерных сетей. – М.: ПОЛИГОН, 2000. – 272 с.

10. Цифровое преобразование изображений / Под ред. Р.Е. Быкова. – М.: Радио и связь, 2003. – 228 с.

11. Витязев В.В. Цифровая частотная селекция сигналов. – М.: Радио и связь, 1993. – 240 с.

12. Системы комплексной электромагнитотерапии: Учеб. пособие для вузов / Под ред. А.М. Беркутова, В.И. Жулева, Г.А. Кураева, Е.М. Прошина. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2000. – 376 с.

13. Mixed-signal and DSP design techniques. 10 Section. – USA, Analog Devices, Inc., 2000. – 412 с.

14. Мартынов Н.Н., Иванов А.П. MATLAB 5.X. Вычисления, визуализация, программирование. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2000. – 427 с.

15. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. MathCAD 7.0 в математике, физике и в Internet. – М.: «Нолидж», 1999. – 345 с.

16. Дж.Р.Армстронг. Моделирование цифровых систем на языке VHDL. Пер. с англ. – М.: Мир, 1992. – 175 с.

17. Петраков А.В. Основы практической защиты информации. – М.: Радио и связь, 2000. – 368 с.

#### **Учебно-методические пособия**

18. Бондарик В.М., Супрунюк А.С., Осипов А.Н. Лабораторные работы по курсу «Передача, анализ и регистрация биомедицинских сигналов». – Мн.: БГУИР, 2001. – 47 с.

19. Теория прикладного кодирования: Учеб. пособие: В 2 т. Т. 1 / В.К. Конопелько, В.А. Липницкий, В.Д. Дворников, А.Н. Осипов и др.; Под ред. проф. В.К. Конопелько. – Мн.: БГУИР, 2004. – 285 с.

20. Теория прикладного кодирования: Учеб. пособие: В 2 т. Т. 2 / В.К. Конопелько, В.А. Липницкий, В.Д. Дворников, А.Н. Осипов и др.; Под ред. проф. В.К. Конопелько. – Мн.: БГУИР, 2004. – 398 с.

Учебное издание

# ПЕРЕДАЧА, АНАЛИЗ И РЕГИСТРАЦИЯ БИОМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ С ОСНОВАМИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для студентов специальности  
«Медицинская электроника»  
заочной формы обучения

Составитель

**Бондарик Василий Михайлович**

Ответственный за выпуск В.М. Бондарик

---

Подписано в печать 31.05.2006.  
Гарнитура «Таймс».  
Уч.-изд. л. 0,9.

Формат 60x84 1/16.  
Печать ризографическая.  
Тираж 100 экз.

Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 1,16.  
Заказ 196.

---

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».  
ЛИ № 02330/0056964 от 01.01. 2004. ЛП № 02330/0131518 от 30.04.2004.  
220013, Минск, П. Бровки, 6