

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Наименование образовательной программы: Радиозлектроника в биотехнических и медицинских аппаратах и системах

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.07.02.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>3 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 59,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>3 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Сизякова А.Ю.
	Идентификатор	R4eb30863-SiziakovaAY-83831ea7

А.Ю. Сизякова

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Жихарева Г.В.
	Идентификатор	Rdb27a5d8-ZhikharevaGV-9fcbf8c3

Г.В. Жихарева

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

Е.В. Шалимова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение принципов построения различных систем передачи биотехнической информации, характеристик этих систем, приемы и алгоритмы, позволяющие реализовать требуемую помехоустойчивость различных систем передачи биотехнической информации

### Задачи дисциплины

- изучение принципов построения и обобщенную схему системы передачи биотехнической информации;
- освоение методов решения задач анализа характеристик системы передачи биотехнической информации и их подсистем;
- приобретение умения расчетов основных показателей качества систем и подсистем передачи и приема биотехнической информации.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способность проектировать биотехнические системы	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Разрабатывает структурные, функциональные и принципиальные схемы для биотехнических систем и их компонентов	знать: - методы решения задач анализа характеристик систем передачи биотехнической информации и их подсистем; - обобщенную структурную и функциональную схему системы передачи биотехнической информации.  уметь: - решать задачи анализа характеристик СПБИ и их подсистем; - решать задачи расчета основных показателей качества систем и подсистем СПБИ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиотехника в биотехнических и медицинских аппаратах и системах (далее – ОПОП), направления подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать высшую математику
- знать физику
- знать основы теории автоматического управления
- знать вопросы построения устройств генерирования и формирования сигналов
- знать основы цифровой обработки сигналов
- знать вопросы построения и характеристики радиотехнических цепей и разновидностей радио- и видеосигналов
- уметь перемножать матрицы и умножать вектор на матрицу
- уметь строить схемы устройств на основе регистров сдвига

- уметь рассчитывать характеристики процессов в линейных системах с отрицательной обратной связью

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Помехоустойчивое кодирование	28	3	12	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Направлена на выработку умений решения типовых задач. Задание выдается студентам по изученному в разделе "Помехоустойчивое кодирование" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и выполнить домашнее задание по теме контрольной работы</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Изучить теорию по теме работы и задачи выполнения лабораторной работы. Требуется выполнить домашнее задание к лабораторной работе и ответить на контрольные вопросы</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материала по разделу ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВАНИЕ</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 12-21 [2], стр. 8-22</p>
1.1	Помехоустойчивое кодирование	28		12	4	-	-	-	-	-	-	12	-	
2	Многопозиционные цифровые радиосигналы. Помехоустойчивость приема	32		12	4	-	-	-	-	-	-	-	16	
2.1	Многопозиционные	32	12	4	-	-	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Направлена на выработку умений решения типовых задач. Задание выдается студентам по изученному в разделе "Многопозиционные цифровые радиосигналы. Помехоустойчивость приема"</p>

	цифровые радиосигналы. Помехоустойчивость приема												<p>материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и выполнить домашнее задание по теме контрольной работы</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материала по разделу "Многопозиционные цифровые радиосигналы. Помехоустойчивость приема"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Направлена на выработку умений решения типовых задач. Задание выдается студентам по изученному в разделе "Многопозиционные цифровые радиосигналы" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и выполнить домашнее задание по теме контрольной работы.</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Изучить теорию по теме работы и задачи выполнения лабораторной работы. Требуется выполнить домашнее задание к лабораторной работе и ответить на контрольные вопросы</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 31-44 [3], стр. 12-26</p>
3	Синхронизация в приемнике цифрового сигнала: фазовая, временная	30	8	8	-	-	-	-	-	-	14	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Изучить теорию по теме работы и задачи выполнения лабораторной работы. Требуется выполнить домашнее задание к лабораторной работе и ответить на контрольные вопросы</p>
3.1	Синхронизация в приемнике цифрового сигнала: фазовая, временная	30	8	8	-	-	-	-	-	-	14	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Синхронизация в приемнике цифрового сигнала: фазовая, временная"</p>

													<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [4], стр. 26 - 35
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>42</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>59.7</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Помехоустойчивое кодирование

#### 1.1. Помехоустойчивое кодирование

Назначение кодов. Обобщенная функциональная схема радиотехнической системы передачи информации, место помехоустойчивого кодера-декодера. Скорости передачи данных в системе с кодеком и без кодека Классификация кодов. Основные понятия, например, вес кодового слова, расстояние между словами, кодовое расстояние, исправляющая способность кода Блочные коды. Совершенный код. Систематический код. Порождающая и проверочная матрицы. Принцип кодирования Матрица декодирования. Синдромное декодирование. Помехоустойчивость декодирования блочного кода. Сверточные коды, характеристики, свойства. Кодирование. Диаграммы состояния и решетчатая Декодирование по критерию максимального правдоподобия. Потенциальные характеристики декодирования. Помехоустойчивость декодирования сверточного кода.

### 2. Многопозиционные цифровые радиосигналы. Помехоустойчивость приема

#### 2.1. Многопозиционные цифровые радиосигналы. Помехоустойчивость приема

Место модема в типовой схеме РСПИ. Понятие цифрового радиосигнала, аналитическая запись, сигнальное созвездие, спектры. Бинарные и многопозиционные радиосигналы ФМ, ЧМ Сигналы без памяти и с памятью. Зависимость характеристик сигнала от параметров и свойства исходного цифрового потока Методы формирования и демодуляции цифровых радиосигналов.. Алгоритм работы оптимального демодулятора. Потенциальная помехоустойчивость приема цифровых радиосигналов. Расчет вероятности символьной ошибки. Расчет вероятности битовой ошибки. Понятие сигнально-кодовой конструкции. Понятия энергетической и спектральной эффективности сигнально-кодовой конструкции. Возможность применения различных сигнально-кодовых конструкций при изменении условий распространения сигналов.

### 3. Синхронизация в приемнике цифрового сигнала: фазовая, временная

#### 3.1. Синхронизация в приемнике цифрового сигнала: фазовая, временная

Место систем синхронизации в типовой схеме РСПИ. Разновидности, назначение, особенности совместного функционирования систем синхронизации с приемником цифрового радиосигнала Система фазовой синхронизации в приемнике цифрового сигнала. Схемы восстановления опорного колебания. Принцип функционирования. Основные характеристики, зависимость от параметров блоков и сигналов Системы временной синхронизации в приемнике цифрового сигнала. Разновидности систем временной синхронизации: тактовой, символьной и кадровой синхронизации. Принципы функционирования. Основные характеристики, их зависимость от параметров системы и параметров сигналов. Совместная работа демодулятора цифрового сигнала и схемы тактовой синхронизации Совместная работа демодулятора цифрового сигнала и схемы восстановления опорного колебания. Совместная работа демодулятора цифрового сигнала и схемы тактовой синхронизации.

## **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

## **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Помехоустойчивое кодирование;
2. Методы формирования и демодуляции цифрового радиосигнала;



3. Совместная работа демодулятора сигнала ФМ2 и системы восстановления несущей.

### **3.5 Консультации**

#### *Текущий контроль (ТК)*

1. ТК направлен на обсуждение сложных вопросов раздела 1 дисциплины
2. ТК направлен на обсуждение сложных вопросов раздела 2 дисциплины
3. ТК направлен на обсуждение сложных вопросов раздела 3 дисциплины

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)			Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	
<b>Знать:</b>					
обобщенную структурную и функциональную схему системы передачи биотехнической информации	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>		+		Контрольная работа/Контрольная работа "Спектральная эффективность многопозиционных радиосигналов"
методы решения задач анализа характеристик систем передачи биотехнической информации и их подсистем	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>	+			Контрольная работа/Контрольная работа "Расчет характеристик помехоустойчивого кода" Лабораторная работа/Помехоустойчивое кодирование
<b>Уметь:</b>					
решать задачи расчета основных показателей качества систем и подсистем СПБИ	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>			+	Лабораторная работа/Системы фазовой синхронизации в демодуляторе цифрового сигнала
решать задачи анализа характеристик СПБИ и их подсистем	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>		+		Контрольная работа/Контрольная работа "Помехоустойчивость приема многопозиционного радиосигнала" Лабораторная работа/Методы формирования и демодуляции цифрового радиосигнала

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **3 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Методы формирования и демодуляции цифрового радиосигнала (Лабораторная работа)
2. Помехоустойчивое кодирование (Лабораторная работа)
3. Системы фазовой синхронизации в демодуляторе цифрового сигнала (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа "Помехоустойчивость приема многопозиционного радиосигнала" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа "Расчет характеристик помехоустойчивого кода" (Контрольная работа)
3. Контрольная работа "Спектральная эффективность многопозиционных радиосигналов" (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №3)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Рихтер С. Г.- "Кодирование и передача речи в цифровых системах подвижной радиосвязи", Издательство: "Горячая линия-Телеком", Москва, 2018 - (302 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/111093>;
2. Сизякова, А. Ю. Коды, исправляющие ошибки. Лабораторная работа N 4 : методическое пособие по курсам "Основы построения радиосистем" и "Системы передачи информации" по направлению "Радиотехника" / А. Ю. Сизякова, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 32 с.  
<http://elibrary.mpei.ru/elibrary/view.php?id=1682>;
3. Сизякова, А. Ю. Методы формирования и демодуляции АФМ сигналов: Лабораторная работа N3 : Методическое пособие по курсу "Радиосистемы передачи информации" по направлению "Радиотехника" / А. Ю. Сизякова, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 32 с.;
4. Сизякова, А. Ю. Совместная работа демодулятора сигнала ФМ2 и системы восстановления несущей. Лабораторная работа № 5 : методическое пособие по курсам "Основы построения

радиосистем" и "Системы передачи информации" по направлению "Радиотехника" / А. Ю. Сизякова, В. М. Чиликин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – Москва : Изд-во МЭИ, 2013 . – 36 с. - Издание только в электронном виде .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=5718>.

### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Acrobat Reader;
6. GNU Octave.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>  
<http://docs.cntd.ru/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Ж-400д/10а, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, шкаф для одежды, доска меловая, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-614, Учебная лаборатория цифровых устройств и программируемых логических интегральных схем (ЦУ и ПЛИС)	стол, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Ж-400/5, Лаборатория «Системы передачи информации»	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, указка, стенд лабораторный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-614, Учебная лаборатория цифровых устройств и программируемых логических интегральных схем (ЦУ и ПЛИС)	стол, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный,

		кондиционер
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Ж-400/5, Лаборатория «Системы передачи информации»	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, указка, стенд лабораторный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-400/2, Консультационный зал каф. "РТС"	
	Ж-400/3, Консультационный зал каф. "РТС"	стол, стул, шкаф для документов, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-400/9, Прочее каф. "РТС"	стеллаж для хранения книг, стул, книги, учебники, пособия

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Системы передачи информации

(название дисциплины)

#### 3 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Контрольная работа "Расчет характеристик помехоустойчивого кода" (Контрольная работа)
- КМ-2 Помехоустойчивое кодирование (Лабораторная работа)
- КМ-3 Контрольная работа "Спектральная эффективность многопозиционных радиосигналов" (Контрольная работа)
- КМ-4 Контрольная работа "Помехоустойчивость приема многопозиционного радиосигнала" (Контрольная работа)
- КМ-5 Методы формирования и демодуляции цифрового радиосигнала (Лабораторная работа)
- КМ-6 Системы фазовой синхронизации в демодуляторе цифрового сигнала (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	8	10	12	14	16
1	Помехоустойчивое кодирование							
1.1	Помехоустойчивое кодирование		+	+				
2	Многопозиционные цифровые радиосигналы. Помехоустойчивость приема							
2.1	Многопозиционные цифровые радиосигналы. Помехоустойчивость приема				+	+	+	
3	Синхронизация в приемнике цифрового сигнала: фазовая, временная							
3.1	Синхронизация в приемнике цифрового сигнала: фазовая, временная							+
Вес КМ, %:			15	20	15	15	15	20