

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

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

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

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

А.Ю. Сизякова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

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

Г.В. Жихарева

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	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 _{ПК-2} 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	34	3	12	4	-	-	-	-	-	-	18	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> 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><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Изучить теорию по теме работы и задачи выполнения лабораторной работы. Требуется выполнить домашнее задание к лабораторной работе и ответить на контрольные вопросы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение материала по разделу ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВАНИЕ</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 12-21 [2], стр. 8-22</p>
1.1	Помехоустойчивое кодирование	34		12	4	-	-	-	-	-	-	18	-	
2	Многопозиционные цифровые радиосигналы. Помехоустойчивость приема	34		12	4	-	-	-	-	-	-	-	18	
2.1	Многопозиционные	34	12	4	-	-	-	-	-	-	-	18	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> 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><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение материала по разделу "Многопозиционные цифровые радиосигналы. Помехоустойчивость приема"</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> 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><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Изучить теорию по теме работы и задачи выполнения лабораторной работы. Требуется выполнить домашнее задание к лабораторной работе и ответить на контрольные вопросы</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 31-44 [3], стр. 12-26</p>
3	Синхронизация в приемнике цифрового сигнала: фазовая, временная	39.7	8	8	-	-	-	-	-	-	23.7	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Изучить теорию по теме работы и задачи выполнения лабораторной работы. Требуется выполнить домашнее задание к лабораторной работе и ответить на контрольные вопросы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Синхронизация в приемнике цифрового сигнала: фазовая, временная"</p>
3.1	Синхронизация в приемнике цифрового сигнала: фазовая, временная	39.7	8	8	-	-	-	-	-	-	23.7	-	

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

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	
Знать:					
обобщенную структурную и функциональную схему системы передачи биотехнической информации	ИД-1ПК-2		+		Контрольная работа/Контрольная работа "Спектральная эффективность многопозиционных радиосигналов"
методы решения задач анализа характеристик систем передачи биотехнической информации и их подсистем	ИД-1ПК-2	+			Контрольная работа/Контрольная работа "Расчет характеристик помехоустойчивого кода" Лабораторная работа/Помехоустойчивое кодирование
Уметь:					
решать задачи расчета основных показателей качества систем и подсистем СПБИ	ИД-1ПК-2			+	Лабораторная работа/Системы фазовой синхронизации в демодуляторе цифрового сигнала
решать задачи анализа характеристик СПБИ и их подсистем	ИД-1ПК-2		+		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/1111093>;
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
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-303, Лекционная аудитория	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