

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

---

Направление подготовки/специальность: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Наименование образовательной программы: Биотехнические и медицинские аппараты и системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ В БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

<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.08</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 14 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>8 семестр - 12 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 53,7 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> Тестирование Домашнее задание Контрольная работа Лабораторная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>8 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2023**

**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 и использования различных методов передачи информации в биотехнических системах (БТС), характеристик систем передачи информации, методов, позволяющих реализовать требуемые показатели качества различных систем передачи информации

### Задачи дисциплины

- изучение особенностей передачи информации в системах передачи и приема биотехнической информации, реализующих требуемые показатели качества;
- выработка умения по расчету основных параметров и характеристик 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 участвовать в проектировании биотехнических систем	ИД-2ПК-2 Разрабатывает функциональные и структурные схемы биотехнических систем в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования	знать: - особенности многоканальных подсистем передачи информации в биотехнических системах. уметь: - разрабатывать обобщенные функциональную и структурную схемы системы передачи биотехнической информации или ее подсистемы в соответствии с заданием; - рассчитывать параметры элементов структурных схем систем передачи и приема биотехнической информации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Биотехнические и медицинские аппараты и системы (далее – ОПОП), направления подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать высшую математику
- знать физику
- знать основы теории автоматического управления
- знать вопросы построения и характеристики радиотехнических цепей и разновидностей радио- и видеосигналов
- знать основы цифровой обработки сигналов
- 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	Обобщенная схема СПИ. Многоканальные СПИ	28	8	8	-	8	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Обобщенная схема СПИ. Многоканальные СПИ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на выработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Обобщенная схема СПИ. Многоканальные СПИ" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам</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>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала лекций по разделу "Обобщенная схема СПИ. Многоканальные СПИ"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение</p>
1.1	Обобщенная схема СПИ. Многоканальные СПИ	28		8	-	8	-	-	-	-	-	-	12	

														дополнительного материала по разделу "Обобщенная схема СПИ. Многоканальные СПИ" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], стр. 111-138
2	Системы передачи речевого сообщения	26	8	4	2	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Системы передачи речевого сообщения"	
2.1	Системы передачи речевого сообщения	26	8	4	2	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Системы передачи речевого сообщения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <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 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 250-271 [2], стр. 9-14	
3	Модуляция и демодуляция цифровых сигналов	36	12	8	4	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Модуляция и демодуляция цифровых сигналов"	
3.1	Модуляция и демодуляция цифровых сигналов	36	12	8	4	-	-	-	-	-	12	-	<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 <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на выработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание	

													<p>выдается студентам по изученному в разделе "Модуляция и демодуляция цифровых сигналов" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Модуляция и демодуляция цифровых сигналов и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Модуляция и демодуляция цифровых сигналов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Модуляция и демодуляция цифровых сигналов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 11-18 [4], стр. 4-12, 27-34</p>
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0	28	12	14	-	-	-	-	0.3	36	17.7	
	Итого за семестр	108.0	28	12	14	-	-	-	-	0.3		53.7	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Обобщенная схема СПИ. Многоканальные СПИ

##### 1.1. Обобщенная схема СПИ. Многоканальные СПИ

Обобщенная функциональная схема систем передачи информации (СПИ). Примеры использования СПИ в БТС, телевизионных и связных радиосистемах. Многоканальные системы передачи. Методы уплотнения и разделения информации в многоканальных системах. Расчет емкости и ширины полосы частот в системе с временным уплотнением сигналов. Расчет емкости и ширины полосы частот в системе с частотным уплотнением сигналов..

#### 2. Системы передачи речевого сообщения

##### 2.1. Системы передачи речевого сообщения

Информационные характеристики источников. Пропускная способность каналов связи. Низкочастотная импульсная модуляция – коды канала. Квантование сообщений. Ошибки квантования. Командирование.

#### 3. Модуляция и демодуляция цифровых сигналов

##### 3.1. Модуляция и демодуляция цифровых сигналов

Сообщения, сигналы, методы их описания. Понятие и характеристики цифровых двух- и многопозиционных сигналов. Формирование цифровых сигналов, схемы модуляторов и демодуляторов. Характеристики цифровых сигналов. Потенциальная точность различения сигналов в оптимальном приемнике. Межсимвольные искажения в каналах с ограниченной полосой.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Показатели качества СПБИ;
2. Методы уплотнения и разделения информации в многоканальных системах;
3. Низкочастотная импульсная модуляция – коды канала: разновидности, характеристики. Динамический диапазон равномерного и неравномерного квантователей;
4. Характеристики цифрового сигнала с постоянной огибающей;
5. Потенциальная точность различения сигналов в оптимальном приемнике.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Равномерное и неравномерное квантование аналоговых сигналов;
2. Модуляция и демодуляция сигналов 2ФМ;
3. Межсимвольные искажения сигналов и их компенсация в каналах с ограниченной полосой.

### **3.5 Консультации**

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на обсуждение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Обобщенная схема СПИ. Многоканальные СПИ"

2. Консультации направлены на обсуждение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Системы передачи речевого сообщения"
3. Консультации направлены на обсуждение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Модуляция и демодуляция цифровых сигналов"

### **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>					
особенности многоканальных подсистем передачи информации в биотехнических системах	ИД-2ПК-2	+			Домашнее задание/Домашнее задание Многоканальные системы с временным разделением Тестирование/Тест №1. Многоканальные системы с частотным разделением
<b>Уметь:</b>					
рассчитывать параметры элементов структурных схем систем передачи и приема биотехнической информации	ИД-2ПК-2		+		Лабораторная работа/Равномерное и неравномерное квантование аналоговых сигналов
разрабатывать обобщенные функциональную и структурную схемы системы передачи биотехнической информации или ее подсистемы в соответствии с заданием	ИД-2ПК-2			+	Контрольная работа/Контрольная работа "Прием и помехоустойчивость приема радиосигналов в приемнике системы передачи биотехнической информации" Лабораторная работа/Межсимвольные искажения сигналов и их компенсация в каналах с ограниченной полосой Лабораторная работа/Модуляция и демодуляция сигналов 2ФМ

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

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

**8 семестр**

Форма реализации: Выполнение задания

1. Межсимвольные искажения сигналов и их компенсация в каналах с ограниченной полосой (Лабораторная работа)

Форма реализации: Защита задания

1. Модуляция и демодуляция сигналов 2ФМ (Лабораторная работа)
2. Равномерное и неравномерное квантование аналоговых сигналов (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа "Прием и помехоустойчивость приема радиосигналов в приемнике системы передачи биотехнической информации" (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Домашнее задание Многоканальные системы с временным разделением (Домашнее задание)
2. Тест №1. Многоканальные системы с частотным разделением (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №8)*

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 8 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. Исследование равномерного и неравномерного квантования аналоговых сигналов: Лабораторная работа № 1 : Методическое пособие по курсу "Радиосистемы передачи информации", по направлению "Радиотехника" / А. Ю. Сизякова ; Ред. Л. В. Когновицкий ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 16 с.;
3. Сизякова, А. Ю. Методы формирования и демодуляции сигналов ФМ2. Лабораторная работа №10 : методическое пособие по курсу "Основы построения радиосистем" по направлению "Радиотехника" / А. Ю. Сизякова, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2007 . – 20 с.;

4. Когновицкий, Л. В. Межсимвольные искажения сигналов и их компенсация в каналах с ограниченной полосой. Лабораторная работа №2 : методическое пособие по курсам "Основы построения радиосистем" и "Радиосистемы передачи информации" по направлению "Радиотехника" / Л. В. Когновицкий, А. Ю. Сизякова, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 36 с.

[http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=2852;](http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=2852)

5. Аджемов, А. С. Общая теория связи : учебник по дисциплине "Общая теория связи" для студентов и аспирантов по направлениям : 11.03.02 "Информационные технологии и системы связи" (бакалавриат), 11.04.02 "Информационные технологии и системы связи" (магистратура), 11.06.01 "Электроника, радиотехника и системы связи" (аспирантура) / А. С. Аджемов, В. Г. Санников . – Москва : Горячая Линия-Телеком, 2020 . – 624 с. - ISBN 978-5-9912-0690-7 ..

## 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, Сбеджас, 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
	А-402, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Ж-400д/10а, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, шкаф для одежды, доска меловая, кондиционер
	Б-318, Учебная аудитория	парта со скамьей, стул, стол письменный, доска меловая, доска маркерная, кондиционер
Учебные аудитории для	Ж-120, Машинный зал	сервер, кондиционер

проведения лабораторных занятий	ИВЦ	
	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	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
	Ж-400д/10а, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, шкаф для одежды, доска меловая, кондиционер
	Б-318, Учебная аудитория	парта со скамьей, стул, стол письменный, доска меловая, доска маркерная, кондиционер
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

### Передача информации в биотехнических системах

(название дисциплины)

#### 8 семестр

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

- КМ-1 Тест №1. Многоканальные системы с частотным разделением (Тестирование)
- КМ-2 Домашнее задание Многоканальные системы с временным разделением (Домашнее задание)
- КМ-3 Равномерное и неравномерное квантование аналоговых сигналов (Лабораторная работа)
- КМ-4 Модуляция и демодуляция сигналов 2ФМ (Лабораторная работа)
- КМ-5 Контрольная работа "Прием и помехоустойчивость приема радиосигналов в приемнике системы передачи биотехнической информации" (Контрольная работа)
- КМ-6 Межсимвольные искажения сигналов и их компенсация в каналах с ограниченной полосой (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	6	7	8	10	12
1	Обобщенная схема СПИ. Многоканальные СПИ							
1.1	Обобщенная схема СПИ. Многоканальные СПИ		+	+				
2	Системы передачи речевого сообщения							
2.1	Системы передачи речевого сообщения				+			
3	Модуляция и демодуляция цифровых сигналов							
3.1	Модуляция и демодуляция цифровых сигналов					+	+	+
Вес КМ, %:			10	10	20	20	20	20