

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 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

А.Ю. Сизякова

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

Г.В. Жихарева

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

Е.В. Шалимова

(расшифровка подписи)

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 Способен 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 | 28 | 3 | 12 | 4 | - | - | - | - | - | - | 12 | - | <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 | 28 | | 12 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 12 | | - |
| 2 | Многопозиционные цифровые радиосигналы. Помехоустойчивость приема | 32 | | 12 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 16 | | - |
| 2.1 | Многопозиционные | 32 | 12 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 16 | - | <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 | 30 | 8 | 8 | - | - | - | - | - | - | 14 | - | <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> |
| 3.1 | Синхронизация в приемнике цифрового сигнала: фазовая, временная | 30 | 8 | 8 | - | - | - | - | - | - | 14 | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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 | |
| | Всего за семестр | 108.0 | 32 | 16 | - | - | - | - | - | 0.3 | 42 | 17.7 | |
| | 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

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://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=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/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5718.](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5718)

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. MathCad;
5. Matlab;
6. Майнд Видеоконференции;
7. Acrobat Reader.

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 | 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 | 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, Компьютерный | стол компьютерный, стул, стол |

| | | |
|--|--|--|
| | читальный зал | 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 |