

**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: Радиоэлектроника в биотехнических и медицинских аппаратах и системах

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ**  
**ДИАГНОСТИКИ**

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Блок:                             | Блок 1 «Дисциплины (модули)»                             |
| Часть образовательной программы:  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану:   | Б1.Ч.05  |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 3 семестр - 4;   |
| Часов (всего) по учебному плану:  | 144 часа   |
| Лекции                            | 3 семестр - 32 часа;                                     |
| Практические занятия              | 3 семестр - 16 часов;                                    |
| Лабораторные работы               | не предусмотрено учебным планом                          |
| Консультации                      | 3 семестр - 2 часа;                                      |
| Самостоятельная работа            | 3 семестр - 93,5 часа;                                   |
| в том числе на КП/КР              | не предусмотрено учебным планом                          |
| Иная контактная работа            | проводится в рамках часов аудиторных занятий             |
| включая:                          |  |
| Контрольная работа                |  |
| Промежуточная аттестация:         |  |
| Экзамен                           | 3 семестр - 0,5 часа;                                    |

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

|  |  |                              |
|--|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец   | Федоров В.А.                 |
|  | Идентификатор                                      | R7c63806e-FedorovVA-39d34e7d |

В.А. Федоров

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

|  |  |                                |
|--|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец   | Жихарева Г.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | Rdb27a5d8-ZhikharevaGV-9fcbf8c |

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:** состоит в изучении методов и средств применения радиолокационной техники для дистанционной диагностики функциональных состояний живых систем, в том числе человека.

### Задачи дисциплины

- усвоение основных методов разработки узлов доплеровских приемо-передатчиков миллиметрового диапазона волн;
- усвоение основных методов анализа устройств приема и обработки сигналов;
- усвоение принципов обеспечения требуемых характеристик сигнала, отраженного от человека;;
- ознакомление с методами оценки функциональных состояний по результатам измерений с помощью радиолокационного датчика.

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-2 <sub>ПК-2</sub> Разрабатывает компоненты биотехнических систем с использованием методов обработки сигналов, медикобиологических данных и изображений | знать:<br>- оптимальные методы и методики изучения свойств биологических объектов и формировать программы исследований;<br>- основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения.<br><br>уметь:<br>- проектировать устройства, приборы, системы и комплексы биомедицинского и экологического назначения с учетом заданных требований;<br>- ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований. |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиозлектроника 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 Основы теории цепей, основы компьютерного проектирования РЭС, основы построения цифровых устройств и программируемых логических интегральных схем.
- уметь Проводить расчеты и анализ работы РЭС

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

| № 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     | Структурные схемы гомодинного и супергетеродинного типа. Рупорные антенны. для отраженного сигнала<br>Основные соотношения | 22                    | 3       | 7  | -   | 3  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 | <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b><br/>Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Структурные схемы и узлы гомодинного и супергетеродинного приемо-передающего устройства." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], п. 1.3-1.4</p> |
| 1.1   | Структурные схемы гомодинного и супергетеродинного типа. Рупорные антенны. для отраженного сигнала<br>Основные соотношения | 22                    |         | 7  | -   | 3  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 |  |
| 2     | Методы и алгоритмы обработки сигнала в радиолокационном измерительном комплексе «Пульсар».                                 | 22                    |         | 7  | -   | 3  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 |  |
| 2.1   | Методы и алгоритмы обработки сигнала в радиолокационном измерительном комплексе «Пульсар».                                 | 22                    |         | 7  | -   | 3  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 |  |

|     |  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|--|
|     |  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | представленным письменным работам.<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], п.1.7-1.9 |  |
| 3   | Спектральные методы обработки сигналов                                 | 22 | 7 | - | 3 | - | - | - | - | - | - | 12 | -  | <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b><br>Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Спектральная обработка сигналов в радиолокационном комплексе «Пульсар» Метод выделения частоты пульса при помощи спектральной маски." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. |
| 3.1 | Спектральные методы обработки сигналов                                 | 22 | 7 | - | 3 | - | - | - | - | - | - | 12 | -  | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], п.1.15  |
| 4   | Критерии интегральной физиологической оценки функциональных состояний. | 21 | 6 | - | 3 | - | - | - | - | - | - | 12 | -  | <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b><br>Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Критерии интегральной физиологической оценки функциональных состояний." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.   |
| 4.1 | Критерии интегральной физиологической оценки функциональных состояний. | 21 | 6 | - | 3 | - | - | - | - | - | - | 12 | -  | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], п.2.1-2.3<br>[2], п. 1.1-1.7<br>[3], стр. 3-16  |
| 5   | Анализ фрактальных   | 21 | 5 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 12 | -  | <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b>  |



## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Структурные схемы гомодинного и супергетеродинного типа. Рупорные антенны. для отраженного сигнала Основные соотношения

1.1. Структурные схемы гомодинного и супергетеродинного типа. Рупорные антенны. для отраженного сигнала Основные соотношения

Структурные схемы гомодинного и супергетеродинного приемо-передающего устройства. Конструкция супергетеродинного приемо-передающего устройства. Устройство и принцип действия основных элементов СВЧ-тракта. Устройство и расчет рупорных антенн. Искажения фазы поля на выходе рупорной антенны. Диаграмма направленности рупорной антенны. Фокусирующие диэлектрические линзы для рупорных антенн. Расчет профиля диэлектрической линзы. Диэлектрические антенны. Расчет конструкции антенны типа «диэлектрический клин»..

### 2. Методы и алгоритмы обработки сигнала в радиолокационном измерительном комплексе «Пульсар».

2.1. Методы и алгоритмы обработки сигнала в радиолокационном измерительном комплексе «Пульсар».

Структурная схема обработки сигнала в компьютерном измерителе в целом. Блок аналоговой обработки сигнала. Блок формирования квадратурных сигналов. Структурная схема алгоритма цифровой обработки сигнала в составе блока вторичного преобразования. Модельные представления цифровой обработки сигнала..

### 3. Спектральные методы обработки сигналов

3.1. Спектральные методы обработки сигналов

Спектральная обработка сигналов в радиолокационном комплексе «Пульсар». Временное окно при спектральной обработке сигнала. Метод выделения частоты пульса при помощи спектральной маски (согласованная фильтрация)..

### 4. Критерии интегральной физиологической оценки функциональных состояний.

4.1. Критерии интегральной физиологической оценки функциональных состояний.

Использование текущего спектра ритмограммы сердца для оценки функционального состояния пациента. Трехкомпонентная теория регуляции сердечного ритма. Схема функциональных связей RR-интервалов со спектральными компонентами ритмограммы сердца. Алгоритмы и программа обработки кардосигналов. Критерии интегральной физиологической оценки функциональных состояний..

### 5. Анализ фрактальных свойств отраженного сигнала

5.1. Анализ фрактальных свойств отраженного сигнала

Сложные системы. Фрактальная размерность. Антропоморфное и механистическое описание сложных систем. Самоорганизация. Определение самоорганизующейся системы. Замкнутые и открытые системы. Уровни описания сложных систем: микроскопический, мезоскопический, макроскопический. Параметры порядка, подчиненные моды и структуры. Вектор состояния. Уравнение Фоккера-Планка. Стационарное решение. Неустойчивые и устойчивые моды..



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

1. Структурные схемы гомодинного и супергетеродинного типа. Рупорные антенны для отраженного сигнала Основные соотношения;
2. Методы и алгоритмы обработки сигнала в радиолокационном измерительном комплексе «Пульсар»;
3. Критерии интегральной физиологической оценки функциональных состояний;
4. Спектральные методы обработки сигналов;
5. Анализ фрактальных свойств отраженного сигнала.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Спектральная обработка сигналов в радиолокационном комплексе «Пульсар» Метод выделения частоты пульса при помощи спектральной маски."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Критерии интегральной физиологической оценки функциональных состояний."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Определение самоорганизующейся системы. Замкнутые и открытые системы. Фрактальные множества. Фрактальная размерность."

#### *Текущий контроль (ТК)*

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Структурные схемы и узлы гомодинного и супергетеродинного приема-передающего устройства."
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Методы и алгоритмы обработки сигнала в радиолокационном измерительном комплексе «Пульсар»."
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Спектральная обработка сигналов в радиолокационном комплексе «Пульсар» Метод выделения частоты пульса при помощи спектральной маски."
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Критерии интегральной физиологической оценки функциональных состояний."
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Определение самоорганизующейся системы. Замкнутые и открытые системы. Фрактальные множества. Фрактальная размерность."

### **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<br>(в соответствии с разделом 1)   | Коды<br>индикаторов | Номер раздела<br>дисциплины (в<br>соответствии с п.3.1) |   |   |   |   | Оценочное средство<br>(тип и наименование) |
|--|---------------------|---|---|---|---|---|--|
|  |                     | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 |  |
| <b>Знать:</b>  |                     |   |   |   |   |   |  |
| основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения  | ИД-2ПК-2            |   | + | + |   |   | Контрольная работа/Контрольная работа №2   |
| оптимальные методы и методики изучения свойств биологических объектов и формировать программы исследований                             | ИД-2ПК-2            | +   |   |   |   |   | Контрольная работа/Контрольная работа №1   |
| <b>Уметь:</b>  |                     |   |   |   |   |   |  |
| ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований | ИД-2ПК-2            |   |   |   |   | + | Контрольная работа/Контрольная работа №4   |
| проектировать устройства, приборы, системы и комплексы биомедицинского и экологического назначения с учетом заданных требований        | ИД-2ПК-2            |   |   |   | + |   | Контрольная работа/Контрольная работа №3   |

## **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: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №3 (Контрольная работа)
4. Контрольная работа №4 (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №3)

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

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. Федоров, В. А. Радиотехнические методы в функциональной диагностике человека : учебное пособие по курсу "Автоматизированные системы функциональной диагностики" по специальности "Биотехнические и медицинские аппараты и системы" / В. А. Федоров ; Ред. С. М. Смольский ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 128 с. - ISBN 978-5-383-00289-6 .;
2. Хакен, Г. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам = Information and self-organization. A Macroscopic approach to complex systems : пер. с англ. / Г. Хакен . – 2-е изд., доп . – М. : Эдиториал УРСС, 2005 . – 248 с. – (Синергетика: от прошлого к будущему) . - ISBN 5-484-00189-7 .;
3. Е. Н. Князева- "Эволюционная эпистемология: антология", Издательство: "Издательство Центр гуманитарных инициатив", Москва, Санкт-Петербург, 2012 - (703 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469638>.

### **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. 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. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения   | Номер аудитории, наименование                                  | Оснащение  |
|---|--|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Е-420/7, Лаборатория М-видео                                   | стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, телевизор   |
|   | Ж-120, Машинный зал ИВЦ  | сервер, кондиционер  |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | Е-420/7, Лаборатория М-видео                                   | стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, телевизор   |
|   | Ж-120, Машинный зал ИВЦ  | сервер, кондиционер  |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации               | Е-420/7, Лаборатория М-видео                                   | стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, телевизор   |
|   | Ж-120, Машинный зал ИВЦ  | сервер, 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  | Е-420/3, Кабинет сотрудников                                   | кресло рабочее, стол, стул, шкаф, шкаф для одежды, компьютер персональный, принтер, книги, учебники, пособия                                       |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря                | Е-420/1, Помещение кафедры ФОРС                                | стеллаж  |

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Автоматизированные системы функциональной диагностики**

(название дисциплины)

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

КМ-1 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)

КМ-2 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)

КМ-3 Контрольная работа №3 (Контрольная работа)

КМ-4 Контрольная работа №4 (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины  | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|
|               |  | Неделя КМ: | 4    | 8    | 12   | 15   |
| 1             | Структурные схемы гомодинного и супергетеродинного типа. Рупорные антенны. для отраженного сигнала<br>Основные соотношения |            |      |      |      |      |
| 1.1           | Структурные схемы гомодинного и супергетеродинного типа. Рупорные антенны. для отраженного сигнала<br>Основные соотношения |            | +    |      |      |      |
| 2             | Методы и алгоритмы обработки сигнала в радиолокационном измерительном комплексе «Пульсар».                                 |            |      |      |      |      |
| 2.1           | Методы и алгоритмы обработки сигнала в радиолокационном измерительном комплексе «Пульсар».                                 |            |      | +    |      |      |
| 3             | Спектральные методы обработки сигналов   |            |      |      |      |      |
| 3.1           | Спектральные методы обработки сигналов   |            |      | +    |      |      |
| 4             | Критерии интегральной физиологической оценки функциональных состояний.   |            |      |      |      |      |
| 4.1           | Критерии интегральной физиологической оценки функциональных состояний.   |            |      |      | +    |      |
| 5             | Анализ фрактальных свойств отраженного сигнала   |            |      |      |      |      |
| 5.1           | Анализ фрактальных свойств отраженного сигнала   |            |      |      |      | +    |
| Вес КМ, %:    |  |            | 25   | 25   | 25   | 25   |