

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

Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

| | |
|-----------------------------------|--|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Обязательная |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.О.27 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 7 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 7 семестр - 16 часов; |
| Практические занятия | не предусмотрено учебным планом |
| Лабораторные работы | 7 семестр - 32 часа; |
| Консультации | 7 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 7 семестр - 93,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: | |
| Лабораторная работа | |
| Расчетно-графическая работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 7 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2019

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|---|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Сазонова Л.Т. |
| | Идентификатор | R4da3b64f-SazonovaLT-25bbf4c4 |

(подпись)

Л.Т. Сазонова

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|--|---|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Остапенков П.С. |
| | Идентификатор | R6356f55c-OstapenkovPS-854af18 |

(подпись)

П.С. Остапенков

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|--|---|----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Сафин А.Р. |
| | Идентификатор | Rdaf18b6c-SafinAR-8ed43814 |

(подпись)

А.Р. Сафин

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение студентами базовых принципов проектирования конструкций электронных приборов, выбора оптимальных компонентов конструкций, обеспечения надежности конструкций, элементов технологии изготовления узлов и блоков

Задачи дисциплины

- освоение основных методов конструирования электронных средств (ЭС) на основе базового принципа конструирования;
- изучение методов многокритериального выбора материалов, компонентов и конструктивов, применяемых при разработке ЭС;
- изучение учета влияния дестабилизирующих факторов на выходные характеристики конструкций, оценки параметрической надежности ЭС и путей минимизации ошибок выходных параметров;
- освоение методов испытаний ЭС на параметрическую надежность;
- обучение методам расчета надежности работы ЭС по внезапным отказам;
- изучение технологических процессов при производстве печатных и коммутационных плат радиоэлектронных устройств.

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 |
|---|---|---|
| ОПК-1 способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности | ИД-2 _{ОПК-1} Применяет естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера | знать: - теорию и методы автоматизированного выбора компонентов конструкций; - основы анализа надежности и испытаний ЭС; - основные термины и понятия, базовые элементы формирования технического задания в конструировании и технологии ЭС; - основы многокритериального выбора компонентов конструкций ЭС. |
| ОПК-4 способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности | ИД-3 _{ОПК-4} Разрабатывает проектную и конструкторско-технологическую документацию в соответствии с нормативными требованиями | уметь: - применять автоматизированные системы оптимального выбора материалов, компонентов и конструктивов при разработке ЭС; - рассчитывать надежность по внезапным отказам ЭС (для невосстанавливаемых систем); - выбирать оптимальные варианты компонентов и рассчитывать ошибки выходных параметров конструкций ЭС; - проводить многовариантное многокритериальное проектирование пассивных резистивных микросборок. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиотехника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 | Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот | 24 | 7 | 4 | 8 | - | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот" материалу. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение материала по разделу "Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 10-25 | |
| 1.1 | Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот | 24 | | 4 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | 12 | | - |
| 2 | Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории | 44 | | 6 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | 22 | | - |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|----|---|----|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
| | параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости | | | | | | | | | | | | так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости" материалу. |
| 2.1 | Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости | 44 | 6 | 16 | - | - | - | - | - | - | 22 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 28-46 |
| 3 | Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС | 18 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС" материалу. |
| 3.1 | Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС | 18 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 90-113 |
| 4 | Методы автоматизированного монтажа | 22 | 2 | 4 | - | - | - | - | - | - | 16 | - | <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. |

3.2 Краткое содержание разделов

1. Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот

1.1. Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот

Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Классификация конструкций по условиям эксплуатации. Базовый принцип конструирования ЭС. Стандартизация, ЕСКД и ЕСПД.

2. Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости

2.1. Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости

Формализованная постановка задачи выбора элементной базы по допустимости и критериальным требованиям. Условия, ограничения и показатели качества. Критерии условные и безусловные, их связь с показателями качества. Теория многокритериального выбора и принятия решения. Систематические и случайные ошибки параметров конструкций ЭС. Методы максимального отклонения, метод моментов и метод Монте-Карло, как методы анализа точности ЭС. Методы достижения заданной точности: компенсация, подгонка, регулировка, введение отрицательной обратной связи, метод вариации коэффициентов влияния.

3. Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС

3.1. Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС

Основные характеристики надежности РЭС по внезапным отказам для невозстанавливаемых систем. Вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, среднее время исправной работы. Объемный и печатный монтаж. Основные DIP- и SMD-компоненты ЭС (резисторы, электролитические конденсаторы, индуктивности, кристаллы, транзисторы, ИМС). Технология монтажа и технология производства коммутационных плат. Методы получения рисунков при производстве печатных плат (ПП). Метод химического травления и электрохимического осаждения для формирования проводников ПП. Метод мультивайер. Сварка и пайка при монтаже компонентов на ПП.

4. Методы автоматизированного монтажа многослойных печатных плат

4.1. Методы автоматизированного монтажа многослойных печатных плат

Подготовка МПП к установке компонентов. Автоматизированный монтаж DIP и SMD-компонентов на МПП. Описание автоматизированных установок для установки компонентов.

3.3. Темы практических занятий не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Анализ надежности аппаратуры методом Монте-Карло и методом моментов;
2. Граничные испытания блоков ЭС;
3. Сравнительный анализ критериев выбора элементов конструкций.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы автоматизированного монтажа многослойных печатных плат"

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 | 4 | |
| Знать: | | | | | | |
| основы многокритериального выбора компонентов конструкций ЭС | ИД-2опк-1 | | + | | | Расчетно-графическая работа/Многовариантное многокритериальное проектирование тонкоплёночной резистивной микросборки |
| основные термины и понятия, базовые элементы формирования технического задания в конструировании и технологии ЭС | ИД-2опк-1 | + | | | | Лабораторная работа/Сравнительный анализ критериев выбора элементов конструкций |
| основы анализа надежности и испытаний ЭС | ИД-2опк-1 | | | + | | Лабораторная работа/Анализ надежности радиоэлектронных устройств методом моментов и методом Монте-Карло |
| теорию и методы автоматизированного выбора компонентов конструкций | ИД-2опк-1 | + | | | | Лабораторная работа/Граничные испытания блоков ЭС |
| Уметь: | | | | | | |
| проводить многовариантное многокритериальное проектирование пассивных резистивных микросборок | ИД-3опк-4 | | | | + | Расчетно-графическая работа/Многовариантное многокритериальное проектирование тонкоплёночной резистивной микросборки |
| выбирать оптимальные варианты компонентов и рассчитывать ошибки выходных параметров конструкций ЭС | ИД-3опк-4 | | + | | | Лабораторная работа/Граничные испытания блоков ЭС |
| рассчитывать надежность по внезапным отказам ЭС (для невосстанавливаемых систем) | ИД-3опк-4 | | | | + | Лабораторная работа/Анализ надежности радиоэлектронных устройств методом моментов и методом Монте-Карло |
| применять автоматизированные системы оптимального выбора материалов, компонентов и конструктивов при разработке ЭС | ИД-3опк-4 | | + | | | Лабораторная работа/Анализ надежности радиоэлектронных устройств методом моментов и методом Монте-Карло |

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Многовариантное многокритериальное проектирование тонкоплёночной резистивной микросборки (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Анализ надежности радиоэлектронных устройств методом моментов и методом Монте-Карло (Лабораторная работа)
2. Граничные испытания блоков ЭС (Лабораторная работа)
3. Сравнительный анализ критериев выбора элементов конструкций (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

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 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Кандырин, Ю. В. Основы конструирования, технологии и надежности радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов по направлениям "Радиотехника", "Биотехнические системы и технологии" / Ю. В. Кандырин, В. Г. Крылов, Ф. Н. Покровский ; общ. ред. Ю. В. Кандырин ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 312 с. - ISBN 978-5-7046-1628-3 .

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7506;

2. А. В. Зорин, М. А. Федоткин- "Методы Монте-Карло для параллельных вычислений", Издательство: "Московский Государственный Университет", Москва, 2013 - (193 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=595708>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

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

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 лабораторных занятий | Е-420/2, Учебная лаборатория конструирования и производства радиоаппаратуры | стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, компьютер персональный, принтер, телевизор |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Е-420/2, Учебная лаборатория конструирования и производства радиоаппаратуры | стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, компьютер персональный, принтер, телевизор |
| | Б-318, Учебная аудитория | парта со скамьей, стул, стол письменный, доска меловая, доска маркерная, кондиционер |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-303, 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-420/7, Лаборатория М-видео | стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, телевизор |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Е-420/1, Помещение кафедры ФОРС | стеллаж |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Сравнительный анализ критериев выбора элементов конструкций (Лабораторная работа)
- КМ-2 Граничные испытания блоков ЭС (Лабораторная работа)
- КМ-3 Анализ надежности радиоэлектронных устройств методом моментов и методом Монте-Карло (Лабораторная работа)
- КМ-4 Многовариантное многокритериальное проектирование тонкоплёночной резистивной микросборки (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 16 |
| 1 | Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот | | | | | |
| 1.1 | Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот | | + | + | | |
| 2 | Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости | | | | | |
| 2.1 | Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости | | | + | + | + |
| 3 | Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС | | | | | |
| 3.1 | Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС | | | | + | |
| 4 | Методы автоматизированного монтажа многослойных печатных плат | | | | | |
| 4.1 | Методы автоматизированного монтажа многослойных печатных плат | | | | + | + |
| Вес КМ, %: | | | 25 | 25 | 25 | 25 |

