

**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**


**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных  
средств**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

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-854af183

(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)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

- ОПК-1 способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности  
ИД-2 Применяет естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера
- ОПК-4 способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности  
ИД-3 Разрабатывает проектную и конструкторско-технологическую документацию в соответствии с нормативными требованиями

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

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

Форма реализации: Смешанная форма

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

## БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот					
Введение. Основные проблемы конструирования и технологий производства ЭС. Термины и понятия. Элементная и конструктивная базы ЭС, этапы технологии производства ЭС. Стандартизация, документооборот		+	+		
Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы					

полной и неполной взаимозаменяемости				
Методы выбора элементной базы конструкций ЭС. Основы теории параметрической надежности и испытаний ЭС. Методы полной и неполной взаимозаменяемости		+	+	+
Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС				
Понятие надежности ЭС по внезапным отказам. Элементная и конструктивная базы ЭС			+	
Методы автоматизированного монтажа многослойных печатных плат				
Методы автоматизированного монтажа многослойных печатных плат			+	+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-1	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> 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	Сравнительный анализ критериев выбора элементов конструкций (Лабораторная работа) Граничные испытания блоков ЭС (Лабораторная работа) Анализ надежности радиоэлектронных устройств методом моментов и методом Монте-Карло (Лабораторная работа) Многовариантное многокритериальное проектирование тонкоплёночной резистивной микросборки (Расчетно-графическая работа)
ОПК-4	ИД-3 <sub>ОПК-4</sub> Разрабатывает проектную и конструкторско-технологическую документацию соответствия с нормативными	Уметь: применять автоматизированные системы оптимального выбора материалов, компонентов и конструктивов при	Граничные испытания блоков ЭС (Лабораторная работа) Анализ надежности радиоэлектронных устройств методом моментов и методом Монте-Карло (Лабораторная работа) Многовариантное многокритериальное проектирование тонкоплёночной резистивной микросборки (Расчетно-графическая работа)

	требованиями	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	
--	--------------	---	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Сравнительный анализ критериев выбора элементов конструкций

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** перед выполнением лабораторной работы проводится опрос по контрольным вопросам после выполнения лабораторной работы студент готовит сообщение по изученной теме с обоснованием тезисов сообщения результатами, полученными при выполнении лабораторной работы особое внимание уделяется связи вопросов теории с практическими результатами и обоснованию выводов по работе

#### Краткое содержание задания:

Целью лабораторной работы является изучение сравнительной силы усечения исходных множеств вариантов для наиболее распространенных критериев выбора с помощью компьютерной программы «Сравнительный анализ критериев выбора»

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные термины и понятия, базовые элементы формирования технического задания в конструировании и технологии ЭС	1.Что такое принцип оптимальности, функция выбора, требования по допустимости и критериальные требования 2.Какие характеристики вариантов могут быть показателями качества, какие условиями, а какие ограничениями
---	---

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

### КМ-2. Граничные испытания блоков ЭС

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** перед выполнением лабораторной работы проводится опрос по контрольным вопросам после выполнения лабораторной работы студент готовит сообщение по изученной теме с обоснованием тезисов сообщения

результатами, полученными при выполнении лабораторной работы особое внимание уделяется связи вопросов теории с практическими результатами и обоснованию выводов по работе

**Краткое содержание задания:**

Целью лабораторной работы является изучение аналитических и экспериментальных методов обеспечения заданной точности выходных параметров РЭС в требуемом диапазоне температур окружающей среды - метода числовых характеристик (в сочетании с методом назначения равных допусков) и метода граничных испытаний

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: теорию и методы автоматизированного выбора компонентов конструкций	1.Какие меры могут быть приняты для повышения стабильности периода колебаний мультивибратора 2.Каково назначение метода граничных испытаний, и какова последовательность его реализации в лаборатории
Уметь: выбирать оптимальные варианты компонентов и рассчитывать ошибки выходных параметров конструкций ЭС	1.Чем обуславливается температурная нестабильность периода колебаний мультивибратора? Как ее снизить

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-3. Анализ надежности радиоэлектронных устройств методом моментов и методом Монте-Карло**

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** перед выполнением лабораторной работы проводится опрос по контрольным вопросам после выполнения лабораторной работы студент готовит сообщение по изученной теме с обоснованием тезисов сообщения результатами, полученными при выполнении лабораторной работы особое внимание уделяется связи вопросов теории с практическими результатами и обоснованию выводов по работе

**Краткое содержание задания:**



Целью работы является изучение методов анализа надежности узлов РЭС по постепенным отказам методом моментов и методом Монте-Карло. Лабораторная работа выполняется в компьютерном классе или индивидуально (при дистанционном обучении) в среде Windows XP с использованием обучающего программного обеспечения (ПО)

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основы анализа надежности и испытаний ЭС	1.Что такое точность выходных параметров и как она связана с надежностью по постепенным отказам? От каких факторов зависит надежность РЭС 2.Какие показатели надежности используются при количественной оценке надежности
Уметь: применять автоматизированные системы оптимального выбора материалов, компонентов и конструктивов при разработке ЭС	1.Какова цель метода статистических испытаний (метода Монте-Карло) и как он реализуется на ЭВМ? Перечислите известные Вам достоинства и недостатки этого метода
Уметь: рассчитывать надежность по внезапным отказам ЭС (для невосстанавливаемых систем)	1.Какие методы анализа надежности узлов РЭС по постепенным отказам вы знаете

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-4. Многовариантное многокритериальное проектирование тонкопленочной резистивной микросборки**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам выдается РГР для самостоятельного выполнения. После выполнения РГР студент защищает свою работу в формате собеседования с преподавателем

**Краткое содержание задания:**

Осуществить многовариантное многокритериальное проектирование тонкопленочной резистивной микросборки для выбранного фрагмента принципиальной схемы, предназначенной для работы в заданных условиях

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основы многокритериального выбора компонентов конструкций ЭС	1.Из каких операций состоит технологический процесс производства МПП методом металлизации сквозных отверстий 2.Как формируются многослойные печатные платы и какие материалы для них находят наибольшее распространение
Уметь: проводить многовариантное многокритериальное проектирование пассивных резистивных микросборок	1.Как формируется рисунок ПП методом фотолитографии

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

## Пример билета

1. Как можно представить формализованную постановку задачи выбора по Лексикографии. Привести пример построения диаграммы Хассе.

2. Многопроводной метод изготовления коммутационных плат. Технология метода мультивайер. Достоинства и недостатки метода.

## Процедура проведения

Студент получает индивидуальный билет, готовится к ответу в течение не менее 60 минут. Ответ преподавателю проходит в устной форме. Студент рассказывает подготовленный материал по вопросам билета. Студенту задают дополнительные вопросы по вопросам билета и разделам дисциплины.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-1</sub> Применяет естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

#### Вопросы, задания

1. Металлические покрытия. Понятие потенциала металла по отношению к водороду. Анодные и катодные покрытия. Примеры анодных и катодных покрытий. Их свойства
2. Формализованная постановка и решение задачи МКВ
3. Методы изготовления МПП
4. Выбор оптимальных по Парето вариантов. Пример построения диаграммы Хассе
5. Сравнение толсто пленочной и тонко пленочной технологии изготовления ИМС. Достоинства и недостатки

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Дайте развернутый ответ, как формируется рисунок ПП методом фотолитографии
2. Дайте развернутый ответ, с какой целью и как наносят фоторезистр
3. Дайте развернутый ответ, что такое базовый принцип конструирования и чем отличаются понятия «стандартизация» и «унификация»
4. Дайте развернутый ответ, что такое требования по допустимости

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-3<sub>ОПК-4</sub> Разрабатывает проектную и конструкторско-технологическую документацию в соответствии с нормативными требованиями

#### Вопросы, задания

1. Выбор оптимальных по Парето вариантов. Пример построения диаграммы Хассе
2. Сравнение толсто пленочной и тонко пленочной технологии изготовления ИМС. Достоинства и недостатки
3. Сравнение навесного монтажа и применения коммутационных плат в блоках РЭС. Технология получения рисунков печатных плат. Технология формирования проводников

на ПП. Технология электрохимического осаждения и химического травления при производстве ПП

4. Условные и безусловные критерии выбора. Построение диаграммы Хассе. Привести примеры

5. Химический метод изготовления ПП

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Дайте развернутый ответ, как формулируется задача выбора. Чем она отличается от задачи принятия решений и общей задачи оптимизации

2. Дайте развернутый ответ, что такое принцип оптимальности, функция выбора и каков её состав

3. Дайте развернутый ответ, каковы разновидности отказов

4. Дайте развернутый ответ, каковы особенности ламинирования МПП

5. Дайте развернутый ответ, опишите метод граничных испытаний и метод моментов Монте Карло

6. Дайте развернутый ответ, в чем состоит принцип неполной взаимозаменяемости

### **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему задачу, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему задачу и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил задачу из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины

### **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

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