

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

---

Направление подготовки/специальность: 11.04.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехнические системы

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА**  
**РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Обязательная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.О.10
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	2 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	2 семестр - 32 часа;
<b>Практические занятия</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Лабораторные работы</b>	2 семестр - 16 часов;
<b>Консультации</b>	2 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	2 семестр - 93,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Лабораторная работа Расчетно-графическая работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	2 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сазонова Л.Т.
	Идентификатор	R4da3b64f-SazonovaLT-25bbfdc4

Л.Т. Сазонова


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Комаров А.А.
	Идентификатор	R8495daf1-KomarovAIA-eada3f0e

А.А. Комаров

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Комаров А.А.
	Идентификатор	R8495daf1-KomarovAIA-eada3f0e

А.А. Комаров

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение элементов технологий производства электронных средств (ЭС) и методов конструирования, расчёта, анализа и выбора способов защиты от возмущающих воздействий для последующего использования при создании и применении радиоэлектронной аппаратуры

### Задачи дисциплины

- изучение учета влияния и способов защиты конструкций электронных средств от высоких и низких температур, механических воздействий, повышенной влажности, агрессивных химических и биологических воздействий;

- освоение методов расчета надежности работы РЭС по внезапным отказам для не восстанавливаемых систем;

- обучение основам автоматизированного многокритериального выбора проектных решений и конструктивных компонентов.

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 представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Представляет современную научную картину мира, выявляет естественнонаучную сущность проблемы проектирования, производства и использования в практической деятельности радиоэлектронных устройств и систем	знать: - основы анализа надежности и испытаний РЭС; - основные проблемы, возникающих в ходе выполнения этапов проектирования конструкций РЭС и технологий их производства; - основные термины и понятия в конструировании и технологии РЭС базовые эле-менты формирования технического задания на конструирование РЭС; - виды радиокомпонентов, применяемых в конструкциях и основные технологические процессы их изготовления.  уметь: - рассчитывать надежность по внезапным отказам РЭС; - рассчитывать ошибки выходных параметров конструкций; - выбирать оптимальные варианты компонентов конструкций.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиотехнические системы (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать виды радиокомпонентов, применяемых в конструкциях и основные технологические процессы их изготовления
- знать основные термины и понятия в конструировании и технологии РЭС базовые элементы формирования технического задания на конструирование РЭС
- знать основные проблемы, возникающих в ходе выполнения этапов проектирования конструкций РЭС и технологий их производства
- знать основы анализа надежности и испытаний РЭС
- уметь выбирать оптимальные варианты компонентов конструкций
- уметь рассчитывать ошибки выходных параметров конструкций
- уметь рассчитывать надежность по внезапным отказам 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	Термины и определения. Основные проблемы и задачи конструирования и технологии ЭС	8	2	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материала по разделу "Термины и определения. Основные проблемы и задачи конструирования и технологии ЭС"  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [2], стр. 8-15                      [3], стр.3-5</p>	
1.1	Термины и определения. Основные проблемы и задачи конструирования и технологии ЭС	8		4	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
2	Автоматизированный многокритериальный выбор вариантов типовых и стандартных элементов конструкций по совокупности ПК	20		6	4	-	-	-	-	-	-	-	10		-
2.1	Автоматизированный многокритериальный выбор вариантов типовых и стандартных элементов конструкций по совокупности ПК	20		6	4	-	-	-	-	-	-	-	10		-

													<p>многокритериальный выбор вариантов типовых и стандартных элементов конструкций по совокупности ПК"  <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u>  [2], стр. 82-90</p>
3	Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности ЭС в различных условиях эксплуатации	10	2	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><u><b>Подготовка расчетно-графического задания:</b></u> Получение индивидуального задания и выполнение первой части расчетного задания "Анализ точности выходных параметров и надёжности радиоэлектронных устройств"  <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение материала по разделу "Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности ЭС в различных условиях эксплуатации"  <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u>  [2], стр. 132-147</p>
3.1	Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности ЭС в различных условиях эксплуатации	10	2	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><u><b>Подготовка к лабораторной работе:</b></u> Для выполнения заданий по лабораторной работе №2 «Анализ и выбор тепловых режимов блока ЭС» необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Тепловые воздействия на ЭС. Проектирование тепловых режимов ЭС. Примеры конструктивных решений, обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС" материалу.  <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение материала по разделу "Тепловые воздействия на ЭС. Проектирование тепловых режимов ЭС. Примеры конструктивных решений, обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС" материалу.  <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение материала по разделу "Тепловые воздействия на ЭС. Проектирование тепловых режимов ЭС. Примеры конструктивных решений, обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС" материалу.  <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение материала по разделу "Тепловые воздействия на ЭС. Проектирование тепловых режимов ЭС. Примеры конструктивных решений, обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС" материалу.</p>
4	Тепловые воздействия на ЭС. Проектирование тепловых режимов ЭС. Примеры конструктивных решений, обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС	20	6	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><u><b>Подготовка к лабораторной работе:</b></u> Для выполнения заданий по лабораторной работе №2 «Анализ и выбор тепловых режимов блока ЭС» необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Тепловые воздействия на ЭС. Проектирование тепловых режимов ЭС. Примеры конструктивных решений, обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС" материалу.  <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение материала по разделу "Тепловые воздействия на ЭС. Проектирование тепловых режимов ЭС. Примеры конструктивных решений, обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС" материалу.  <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение материала по разделу "Тепловые воздействия на ЭС. Проектирование тепловых режимов ЭС. Примеры конструктивных решений, обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС" материалу.</p>
4.1	Тепловые воздействия на ЭС. Проектирование тепловых режимов ЭС. Примеры конструктивных решений,	20	6	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><u><b>Подготовка к лабораторной работе:</b></u> Для выполнения заданий по лабораторной работе №2 «Анализ и выбор тепловых режимов блока ЭС» необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Тепловые воздействия на ЭС. Проектирование тепловых режимов ЭС. Примеры конструктивных решений, обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС" материалу.  <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение материала по разделу "Тепловые воздействия на ЭС. Проектирование тепловых режимов ЭС. Примеры конструктивных решений, обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС" материалу.  <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение материала по разделу "Тепловые воздействия на ЭС. Проектирование тепловых режимов ЭС. Примеры конструктивных решений, обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС" материалу.</p>

	обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС												конструктивных решений, обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 142-148
5	Защита ЭС от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений	18	6	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материала по разделу "Защита ЭС от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений" <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе №3 «Исследование виброустойчивости блока ЭС» необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Защита ЭС от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений" материалу. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 130-138 [3], стр. 98-110
5.1	Защита ЭС от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений	18	6	4	-	-	-	-	-	-	8	-	выполнения заданий по лабораторной работе №3 «Исследование виброустойчивости блока ЭС» необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Защита ЭС от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений" материалу. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 130-138 [3], стр. 98-110
6	Защита ЭС от влажности. Герметизация ЭС как комплексная защита конструкций от агрессивных сред. Пропитка. Заливка. Обволакивание. Вакуум-плотная герметизация	10	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Выполнение второй части расчетного задания "Анализ точности выходных параметров и надёжности радиоэлектронных устройств" <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материала по разделу "Защита ЭС от влажности. Герметизация ЭС как комплексная защита конструкций от агрессивных сред. Пропитка. Заливка. Обволакивание. Вакуум-плотная герметизация"
6.1	Защита ЭС от влажности. Герметизация ЭС как	10	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	

	комплексная защита конструкций от агрессивных сред. Пропитка. Заливка. Обволакивание. Вакуум-плотная герметизация												<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 98-110
7	Покрyтия деталей ЭС. Защитные покрyтия деталей ЭС. Металлические покрyтия. Фосфатирование, оксидирование, воронение. ЛКП	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материала по разделу "Покрyтие деталей ЭС. Защитные покрyтия деталей ЭС. Металлические покрyтия. Фосфатирование, оксидирование, воронение. ЛКП" <b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Защита расчетного задания
7.1	Покрyтия деталей ЭС. Защитные покрyтия деталей ЭС. Металлические покрyтия. Фосфатирование, оксидирование, воронение. ЛКП	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	"Анализ точности выходных параметров и надёжности радиоэлектронных устройств" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 217-231
8	Тонкопленочные и толстопленочные микросборки (МСБ). Технология их производства	14	2	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе №4 "Многовариантное многокритериальное проектирование конденсаторной микросборки" необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Тонкопленочные и толстопленочные микросборки (МСБ). Технология их производства" материалу.
8.1	Тонкопленочные и толстопленочные микросборки (МСБ). Технология их производства	14	2	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материала по разделу "Тонкопленочные и толстопленочные микросборки (МСБ). Технология их производства"



														<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [1], стр. 250-267
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>32</b>	<b>16</b>	-	-	<b>2</b>	-	-	<b>0.5</b>	<b>60</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>32</b>	<b>16</b>	-		<b>2</b>	-		<b>0.5</b>		<b>93.5</b>	

**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. Термины и определения. Основные проблемы и задачи конструирования и технологии ЭС

1.1. Термины и определения. Основные проблемы и задачи конструирования и технологии ЭС

Системный подход при проектировании конструкций и технологий производства ЭС. Общие принципы проектирования конструкций ЭС. Базовые принципы конструирования. Классификация ЭС по условиям эксплуатации. Формализованная постановка задачи проектного выбора при конструировании ЭС. Многокритериальный выбор вариантов компонентов конструкций. Модели данных. Реляционная и ассоциативная модель данных. Выбор допустимых вариантов в АМ.

#### 2. Автоматизированный многокритериальный выбор вариантов типовых и стандартных элементов конструкций по совокупности ПК

2.1. Автоматизированный многокритериальный выбор вариантов типовых и стандартных элементов конструкций по совокупности ПК

Выбор оптимальных вариантов в АМ по критерию Парето, L и  $\square$ . Алгоритмы выбора. Примеры выбора оптимальных ИМС в АМД.

#### 3. Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности ЭС в различных условиях эксплуатации

3.1. Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности ЭС в различных условиях эксплуатации

Влияние внешних возмущений на ошибки параметров и надежность ЭС по постепенным и внезапным отказам. Связь между внешними возмущающими факторами и надежностью ЭС.

#### 4. Тепловые воздействия на ЭС. Проектирование тепловых режимов ЭС. Примеры конструктивных решений, обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС

4.1. Тепловые воздействия на ЭС. Проектирование тепловых режимов ЭС. Примеры конструктивных решений, обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС

Уравнение энергетического баланса. Основные виды теплообмена в конструкциях ЭС: теплопроводность, конвекция, излучение. Законы Фурье, Ньютона и Стефана Больцмана. Моделирование тепловых процессов с помощью электрических цепей. Динамические тепловые режимы ЭС. Расчет тепловых режимов коэффициентным методом. Примеры теплозащиты конструкций для естественного и принудительного охлаждения.

#### 5. Защита ЭС от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений

5.1. Защита ЭС от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений

Амортизаторы как средство защиты РЭА от механических воздействий. Виброхарактеристика системы «аппарат-амортизатор». Конструкции и характеристики основных типов амортизаторов (АД, АП, АЧ). Методы защиты конструкций РЭС от вибрации и ударов.

6. Защита ЭС от влажности. Герметизация ЭС как комплексная защита конструкций от агрессивных сред. Пропитка. Заливка. Обволакивание. Вакуум-плотная герметизация

6.1. Защита ЭС от влажности. Герметизация ЭС как комплексная защита конструкций от агрессивных сред. Пропитка. Заливка. Обволакивание. Вакуум-плотная герметизация

Относительная и абсолютная влажность. Адсорбция и абсорбция. Влияние влаги на свойства металлических и изоляционных материалов. Влияние влажности на детали конструкций при переходах температуры через 00С. Основные способы защиты.

7. Покрытия деталей ЭС. Защитные покрытия деталей ЭС. Металлические покрытия. Фосфатирование, оксидирование, воронение. ЛКП

7.1. Покрытия деталей ЭС. Защитные покрытия деталей ЭС. Металлические покрытия. Фосфатирование, оксидирование, воронение. ЛКП

Металлические покрытия. Понятие потенциала металла по отношению к водороду. Анодные и катодные покрытия. Цинкование и кадмирование по стали. Фосфатирование, оксидирование, воронение и анодное оксидирование. Их свойства и области применения. Лакокрасочные покрытия. Подготовка поверхности к нанесению ЛКП. Грунтовки, шпатлевки, выравнивание поверхности. Технология нанесения ЛКП. Типы покрытий для деталей ЭС: меламиноалкидные и нитроцеллюлозные покрытия, пентафталевые и глифталевые покрытия, эпоксидные покрытия.

8. Тонкопленочные и толстопленочные микросборки (МСБ). Технология их производства

8.1. Тонкопленочные и толстопленочные микросборки (МСБ). Технология их производства

Элементы тонкопленочных микросборок и их основные характеристики. Резистивные, диэлектрические и проводниковые материалы для тонкопленочных микросборок. Технология толстопленочных ИМС. Функциональные пасты и их свойства. Технология вжигания паст. Армирование и подгонка элементов.

**3.3. Темы практических занятий**  
не предусмотрено

**3.4. Темы лабораторных работ**

1. Автоматизированный многокритериальный выбор компонентов конструкций ЭС;
2. Анализ и выбор тепловых режимов блока ЭС;
3. Многовариантное многокритериальное проектирование конденсаторной микросборки;
4. Исследование виброустойчивости блока ЭС.

**3.5 Консультации**

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Термины и определения. Основные проблемы и задачи конструирования и технологии ЭС"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Автоматизированный многокритериальный выбор вариантов типовых и стандартных элементов конструкций по совокупности ПК"

3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности ЭС в различных условиях эксплуатации"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тепловые воздействия на ЭС. Проектирование тепловых режимов ЭС. Примеры конструктивных решений, обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Защита ЭС от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Защита ЭС от влажности. Герметизация ЭС как комплексная защита конструкций от агрессивных сред. Пропитка. Заливка. Обволакивание. Вакуум-плотная герметизация"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Покрытия деталей ЭС. Защитные покрытия деталей ЭС. Металлические покрытия. Фосфатирование, оксидирование, воронение. ЛКП"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тонкопленочные и толстопленочные микросборки (МСБ). Технология их производства"

### **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	5	6	7	8		
<b>Знать:</b>											
виды радиокомпонентов, применяемых в конструкциях и основные технологические процессы их изготовления	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>	+								+	Расчетно-графическая работа/Расчет надежности блока РЭА по постепенным и внезапным отказам с учетом внешних возмущающих факторов
основные термины и понятия в конструировании и технологии РЭС базовые эле-менты формирования технического задания на конструирование РЭС	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>			+							Лабораторная работа/Анализ и выбор тепловых режимов блока РЭС
основные проблемы, возникающих в ходе выполнения этапов проектирования конструкций РЭС и технологий их производства	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>				+						Лабораторная работа/Анализ и выбор тепловых режимов блока РЭС
основы анализа надежности и испытаний РЭС	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>					+					Лабораторная работа/Исследование виброустойчивости блока РЭС
<b>Уметь:</b>											
выбирать оптимальные варианты компонентов конструкций	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>	+	+								Лабораторная работа/Автоматизированный многокритериальный выбор компонентов конструкций РЭС
рассчитывать ошибки выходных параметров конструкций	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>	+	+								Лабораторная работа/Автоматизированный многокритериальный выбор компонентов конструкций РЭС
рассчитывать надежность по внезапным отказам РЭС	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>							+	+		Лабораторная работа/Многовариантное многокритериальное проектирование конденсаторной микросборки Расчетно-графическая работа/Расчет надежности блока РЭА по постепенным и

										внезапным отказам с учетом внешних возмущающих факторов
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

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

**2 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчет надежности блока РЭА по постепенным и внезапным отказам с учетом внешних возмущающих факторов (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Автоматизированный многокритериальный выбор компонентов конструкций РЭС (Лабораторная работа)
2. Анализ и выбор тепловых режимов блока РЭС (Лабораторная работа)
3. Исследование виброустойчивости блока РЭС (Лабораторная работа)
4. Многовариантное многокритериальное проектирование конденсаторной микросборки (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №2)

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 2 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/elib/view.php?id=7506>;

2. Кандырин, Ю. В. Многокритериальный анализ, выбор и структурирование вариантов в САПР : учебное пособие для вузов по направлению "Радиотехника" / Ю. В. Кандырин . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 320 с. - ISBN 978-5-7046-1436-4 .;

3. А. Д. Галеев, Е. В. Старовойтова, С. И. Поникаров- "Основы надежности технических систем", Издательство: "Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ)", Казань, 2019 - (224 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612248>.

## 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)

## 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-400, Учебная аудитория "А"	парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
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	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-400, Учебная аудитория "А"	парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	Е-420/4, Компьютерно-вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, компьютер персональный
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-704/14, Помещение каф. "ФОРС"	оборудование для экспериментов, запасные комплектующие для оборудования



## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Конструирование и технология производства радиоэлектронных средств

(название дисциплины)

#### 2 семестр

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

- КМ-1 Автоматизированный многокритериальный выбор компонентов конструкций РЭС (Лабораторная работа)
- КМ-2 Анализ и выбор тепловых режимов блока РЭС (Лабораторная работа)
- КМ-3 Исследование виброустойчивости блока РЭС (Лабораторная работа)
- КМ-4 Многовариантное многокритериальное проектирование конденсаторной микросборки (Лабораторная работа)
- КМ-5 Расчет надежности блока РЭА по постепенным и внезапным отказам с учетом внешних возмущающих факторов (Расчетно-графическая работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	14	16
1	Термины и определения. Основные проблемы и задачи конструирования и технологии ЭС						
1.1	Термины и определения. Основные проблемы и задачи конструирования и технологии ЭС		+				+
2	Автоматизированный многокритериальный выбор вариантов типовых и стандартных элементов конструкций по совокупности ПК						
2.1	Автоматизированный многокритериальный выбор вариантов типовых и стандартных элементов конструкций по совокупности ПК		+				
3	Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности ЭС в различных условиях эксплуатации						
3.1	Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности ЭС в различных условиях эксплуатации			+			
4	Тепловые воздействия на ЭС. Проектирование тепловых режимов ЭС. Примеры конструктивных решений, обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС						
4.1	Тепловые воздействия на ЭС. Проектирование тепловых режимов ЭС. Примеры конструктивных решений, обеспечивающих заданный тепловой режим ЭС			+			
5	Защита ЭС от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений						

5.1	Защита ЭС от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений			+		
6	Защита ЭС от влажности. Герметизация ЭС как комплексная защита конструкций от агрессивных сред. Пропитка. Заливка. Обволакивание. Вакуум-плотная герметизация					
6.1	Защита ЭС от влажности. Герметизация ЭС как комплексная защита конструкций от агрессивных сред. Пропитка. Заливка. Обволакивание. Вакуум-плотная герметизация				+	+
7	Покрытия деталей ЭС. Защитные покрытия деталей ЭС. Металлические покрытия. Фосфатирование, оксидирование, воронение. ЛКП					
7.1	Покрытия деталей ЭС. Защитные покрытия деталей ЭС. Металлические покрытия. Фосфатирование, оксидирование, воронение. ЛКП				+	+
8	Тонкопленочные и толстопленочные микросборки (МСБ). Технология их производства					
8.1	Тонкопленочные и толстопленочные микросборки (МСБ). Технология их производства					+
Вес КМ, %:		20	20	20	20	20