

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

---

Направление подготовки/специальность: 12.03.01 Приборостроение

Наименование образовательной программы: Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>5 семестр - 3; 6 семестр - 3; всего - 6</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>216 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>5 семестр - 32 часа; 6 семестр - 14 часов; всего - 46 часа</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>5 семестр - 16 часов; 6 семестр - 14 часов; всего - 30 часов</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5 семестр - 59,7 часа; 6 семестр - 79,7 часа; всего - 139,4 часа</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Доклад</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>5 семестр - 0,3 часа;</b>
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>6 семестр - 0,3 часа; всего - 0,6 часа</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зорин А.Ю.
	Идентификатор	Rd72e9526-ZorinAY-2abf636b

А.Ю. Зорин

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Барат В.А.
	Идентификатор	Rb173df8d-BaratVA-106e228a

В.А. Барат

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Желбаков И.Н.
	Идентификатор	R839a3a63-ZhelbakovIgN-f73624c

И.Н. Желбаков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение этапов, процессов и особенностей конструирования узлов электронных устройств неразрушающего контроля для последующего использования этих знаний при разработке и эксплуатации таких приборов

### Задачи дисциплины

- приобретение знаний для составления и анализа технического задания на разработку электронных средств контроля, проведения технико-экономического обоснования работы в соответствии с техническим заданием;
- приобретение знания, умения и навыков составления различных видов технической документации;
- изучение особенностей элементной базы современных интроскопов, основ выбора материалов и покрытий при конструировании;
- изучение основных технологических процессов изготовления деталей и узлов интроскопов;
- овладение основами расчёта надёжности узлов электронных устройств при заданных условиях эксплуатации.

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-1 Способен осуществлять разработку и проектирование электронных схем приборов неразрушающего контроля	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует понимание основ проектирования приборов неразрушающего контроля	знать: - основные принципы конструирования электронных средств неразрушающего контроля; - основные правила оформления технической документации.
ПК-1 Способен осуществлять разработку и проектирование электронных схем приборов неразрушающего контроля	ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Разрабатывает конструкторскую и проектную документацию	знать: - основные характеристики применяемых материалов, технологию изготовления и сборки узлов электронных устройств; - особенности современной элементной базы электронных устройств.  уметь: - составлять технические описания проводимых исследований и разрабатываемых проектов; - проводить конструкторскую и технико-экономическую разработку узлов приборов и средств диагностики; - составлять и анализировать техническое задание и задачи проектирования приборов на основе изучения технической литературы.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Приборы и методы контроля качества и диагностики (далее – ОПОП), направления подготовки 12.03.01 Приборостроение, 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 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Методология конструирования и конструкторская документация	35	5	11	-	7	-	-	-	-	-	17	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Методология конструирования и конструкторская документация" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Методология конструирования и конструкторская документация"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 263-285 [4], стр. 8-72 [5], стр. 8-14, 22-29 [6], стр. 5-24 [7], стр. 4-9, 10-12, 30-36 [9], стр. 4-9, 27-43, 274-279</p>
1.1	Основные факторы, определяющие конструкцию электронных устройств	10		3	-	2	-	-	-	-	-	5	-	
1.2	Методология конструирования	10		3	-	2	-	-	-	-	-	5	-	
1.3	Конструкторская документация	15		5	-	3	-	-	-	-	-	7	-	
2	Выбор материалов и покрытий при конструировании интроскопов	17		4	-	2	-	-	-	-	-	11	-	

2.1	Выбор материалов	8		2	-	1	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы
2.2	Выбор покрытий	9		2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме презентации. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты: 1) Какие факторы определяют выбор материала для деталей? 2) Прочность, твердость, жесткость, упругость твердых тел. Что важнее для конструкции? 3) Конструирование и безопасность. 4) Анодные и катодные покрытия <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Выбор материалов и покрытий при конструировании интроскопов" подготовка к выполнению заданий и сообщений на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Выбор материалов и покрытий при конструировании интроскопов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [6], стр. 87-131, 151-197, 198-238 [7], стр. 47-58 [10], п.4 [13], с.15-35
3	Компоновка электронных	14		5	-	2	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции



													Оценочный расчёт индуктивности и собственной ёмкости катушек <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Элементная база интроскопов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Элементная база интроскопов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], п. 5-6 [7], стр. 79-95, 99-106
5	Конструирование интроскопов с учётом требований надёжности	35.7	10	-	5	-	-	-	-	-	20.7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Конструирование интроскопов с учётом требований надёжности"
5.1	Надёжность электронных устройств	19	5	-	3	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b>
5.2	Технико-экономическая оценка конструкций интроскопов	16.7	5	-	2	-	-	-	-	-	9.7	-	Изучение материала по разделу "Конструирование интроскопов с учётом требований надёжности" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструирование интроскопов с учётом требований надёжности" <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Конструирование интроскопов с учётом требований надёжности". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В



													качестве задания используются следующие упражнения: 1) Для индивидуально заданной для каждого студента схемы простого электронного устройства или функционально законченного узла электронного устройства необходимо произвести обоснованный выбор элементной базы с учётом его назначения и особенностей работы. 2) Для заданного режима работы и условий эксплуатации оценить надёжность заданной схемы. 3) Оформить чертёж принципиальной схемы, текстовую часть работы, спецификацию и список использованных источников по ГОСТ. Оформить отчёт и подготовиться к защите работы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], стр. 181-192, 198-207 [7], стр. 10-12, 13-29	
	Зачет с оценкой	0.3		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>		<b>32</b>	-	<b>16</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>59.7</b>	-	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>		<b>32</b>	-	<b>16</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>59.7</b>	-	
6	Элементная база электронных устройств	36	6	4	-	4	-	-	-	-	-	28	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты: 1) Провода и кабели. 2) Электрические разъёмы, их характеристики и особенности выбора. 3) Переключатели для электронной аппаратуры, основные характеристики. 4) Электромагнитные реле: назначение,
6.1	Резисторы	8		1	-	1	-	-	-	-	-	6	-	
6.2	Конденсаторы	9		1	-	1	-	-	-	-	-	7	-	
6.3	Установочные и вспомогательные детали	19		2	-	2	-	-	-	-	-	15	-	

													<p>конструкции и характеристики. 5)          Пьезокерамические и магнитострикционные материалы. Характеристики, применение  <u><b>Подготовка к контрольной работе:</b></u>          Изучение материалов и подготовка к контрольной работе  <u><b>Подготовка к практическим занятиям:</b></u>          Изучение материала по разделу "Элементная база электронных устройств" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях  <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение дополнительного материала по разделу "Элементная база электронных устройств"  <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u>          [5], стр. 60-71          [7], стр. 59-66, 67-78          [9], стр. 132-144</p>
7	Монтаж функциональных узлов	27	5	-	4	-	-	-	-	-	18	-	<p><u><b>Подготовка к аудиторным занятиям:</b></u>          Проработка лекций  <u><b>Подготовка доклада, выступления:</b></u></p>
7.1	Способы электрических соединений при монтаже	7	1	-	1	-	-	-	-	-	5	-	<p>Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты: 1) Печатные узлы. Конструкции печатных узлов. 2) Основные типы сборки и монтажа печатных плат. 3) Преимущества и недостатки поверхностного монтажа при изготовлении печатных плат. 4) Пайка печатных плат в парогазовой среде. 5) Специальные виды пайки: лазерная и ультразвуковая</p>
7.2	Основные правила конструирования печатных плат	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
7.3	Пайка	10	2	-	1	-	-	-	-	-	7	-	

													<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Монтаж функциональных узлов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Монтаж функциональных узлов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], с. 11-37 [5], стр. 209-223, 225-249, 250-270, 272-291 [7], стр. 109-116, 120-122 [9], стр. 207-227 [12], п. 4 [13], с.103-114</p>
8	Защита интроскопов от мешающих внешних воздействий	44.7	5	-	6	-	-	-	-	-	33.7	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Защита интроскопов от мешающих внешних воздействий"</p> <p><b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты: 1) Радиаторы. Основные типы, способы изготовления, сравнительная эффективность. 2) Вентиляторы: конструкции и основные характеристики. 3) Тепловые трубки. Принцип работы и конструкция. 4) Фиксация крепежных элементов электронных</p>
8.1	Электромагнитная совместимость	9	1	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
8.2	Защита от динамических воздействий	10	1	-	1	-	-	-	-	-	8	-	
8.3	Влагозащита и защита электронных устройств от воздействия пыли	9.7	1	-	1	-	-	-	-	-	7.7	-	
8.4	Обеспечение температурного режима при работе электронной аппаратуры	16	2	-	2	-	-	-	-	-	12	-	

													устройств. 5) Способы повышения жесткости элементов конструкции ЭУ <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Защита интроскопов от мешающих внешних воздействий" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Защита интроскопов от мешающих внешних воздействий" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 8-10 [6], стр. 241-287 [7], стр. 155-162, 131-155 [8], стр. 6-17, 65-85, 113-120 [9], стр. 256-273 [13], с. 144-162, 239-248
	Зачет с оценкой	0.3		-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0		14	-	14	-	-	-	0.3	79.7	-	
	Итого за семестр	108.0		14	-	14	-	-	-	0.3	79.7	-	
	<b>ИТОГО</b>	<b>216.0</b>	-	<b>46</b>	-	<b>30</b>	-	-	-	<b>0.6</b>	<b>139.4</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. Методология конструирования и конструкторская документация

1.1. Основные факторы, определяющие конструкцию электронных устройств  
Классификация и условия эксплуатации электронных устройств. Области применения и условия эксплуатации. Технические требования. Эксплуатационные требования.

1.2. Методология конструирования  
Стадии конструкторской разработки электронных устройств: техническое задание, эскизное проектирование, техническое проектирование.. Основные этапы проектирования электронных устройств.

1.3. Конструкторская документация  
Стандарты. ЕСКД. Виды изделий. Стадии разработки конструкторской документации (КД) изделия. Виды КД, ее комплектность.. Основные требования, предъявляемые к выполнению КД. Основные правила оформления текстовой документации. Способы выполнения КД. Учет и хранение КД. Внесение в нее изменений.

#### 2. Выбор материалов и покрытий при конструировании интроскопов

2.1. Выбор материалов  
Применяемые материалы и их характеристики. Основы выбора конструкционных материалов. Понятия: прочность и жесткость. Влияние внешних факторов на особенности выбора материалов. Точность изготовления деталей, чистота обработки поверхности. Понятие о допусках и посадках. Основные способы обработки деталей: сверление, точение, фрезерование. Оценка технологичности изготовления деталей.

2.2. Выбор покрытий  
Применяемые покрытия, их назначение и характеристики. Неметаллические и металлические покрытия. Основы выбора покрытий.

#### 3. Компоновка электронных устройств и их узлов

3.1. Структурное образование систем электронной аппаратуры  
Требования к компоновке аппаратуры. Классификации блоков и узлов. Модульный метод компоновки. Типы конструкций блоков: субблочная кассетная, книжная.

3.2. Корпуса приборов  
Требования к корпусам. Конструкции корпусов. Типовые конструкции.

#### 4. Элементная база интроскопов

4.1. Элементная база электронных устройств  
Катушки индуктивности, параметры катушек индуктивности. Способы повышения добротности. Материалы и конструкции экранов для различных видов полей. Экранирование катушек индуктивности. Трансформаторы, дроссели, их конструкции, параметры, технические характеристики. Нормализованные трансформаторы.. Интегральные микросхемы, микросборки. Типы и особенности корпусов. Основы выбора..

#### 5. Конструирование интроскопов с учётом требований надёжности

### 5.1. Надёжность электронных устройств

Понятие надёжности электронных устройств. Надёжность электро-радиокомпонентов. Типы отказов. Качественные и количественные характеристики надёжности. Основные понятия надёжности ЭУ. Факторы, определяющие надёжность ЭУ. Методы повышения надёжности. Экспериментальная оценка надёжности.

### 5.2. Технико-экономическая оценка конструкций интроскопов

Составляющие стоимости изделий. Связь надёжности и стоимости разработки и производства. Влияние конструктивных решений на технико-экономические показатели.

## 6. Элементная база электронных устройств

### 6.1. Резисторы

Классификация и обозначение. Технические параметры. Основные типы и особенности конструкции. Основы выбора типа резисторов. Переменные и подстроечные резисторы. Особенности конструкции и выбора.

### 6.2. Конденсаторы

Классификация и обозначение. Технические параметры. Основные типы и особенности. Электролитические конденсаторы. Ионисторы. Особенности выбора типа конденсатора.. Подстроечные и переменные конденсаторы, особенности конструкции и применения.

### 6.3. Установочные и вспомогательные детали

Провода и кабели. Электрические разъёмы, их характеристики и особенности выбора. Переключатели для электронной аппаратуры, основные характеристики. Основные типы сигнальных и знаковых индикаторов. Особенности выбора и применения. Особенности выбора электро-радиокомпонентов при конструировании интроскопов с учётом требований ТЗ.

## 7. Монтаж функциональных узлов

### 7.1. Способы электрических соединений при монтаже

Проволочный объёмный монтаж. Печатный монтаж. Непаянные соединения. Печатный монтаж. Электрические параметры печатных плат (ПП). Материалы для изготовления П. Многослойные, гибкие ПП. Комбинированный способ изготовления двухсторонних ПП. Технология изготовления многослойных ПП.

### 7.2. Основные правила конструирования печатных плат

Особенности разработки конструкции ПП с учетом требований ТЗ, надёжности и экономики. Разработка и оформление чертежей ПП.

### 7.3. Пайка

Флюсы и припой. Ручная и автоматизированная пайка ПП. Особенности сборки и монтажа ПП. Технология РТН и SMD. Современные виды групповой пайки и паяльное оборудование. Печатные узлы и их особенности.

## 8. Защита интроскопов от мешающих внешних воздействий

### 8.1. Электромагнитная совместимость

Основные сведения об источниках и приемниках паразитных наводок. Цепи паразитной связи. Подавление наводок. Фон и помехи, наводимые по цепи питания, способы борьбы. Заземление: защитное и сигнальное. Правила проектирования заземления и экранирования.

#### 8.2. Защита от динамических воздействий

Виды динамических механических воздействий. Методы и средства защиты электронных устройств от вибраций, ударов, линейных ускорений. Опасность резонансных колебаний. Требования к демпферам и амортизаторам. Конструкции демпферов и амортизаторов.

#### 8.3. Влагозащита и защита электронных устройств от воздействия пыли

Методы влагозащиты и защита электронных устройств от воздействия пыли.

#### 8.4. Обеспечение температурного режима при работе электронной аппаратуры

Основные сведения о воздействии температуры на узлы электронных устройств. Отвод тепла от теплонагруженных элементов. Методы охлаждения узлов и блоков. Использование теплоотводящих устройств. Радиаторы. Принудительное охлаждение: воздушное и жидкостное. Термоэлектрическое охлаждение. Термостатирование. Технологичность конструкции системы обеспечения температурного режима (СОТР).

### 3.3. Темы практических занятий

1. Практическое знакомство с элементной базой. Обсуждение выбора типа, конструкции, способов монтажа. Практическое определение номиналов, допусков характеристик компонентов. Работа со справочными материалами (3 часа);
2. Основные схемотехнические и технологические способы борьбы с помехами при проектировании ЭУ. Проектирование экранов. Заземление. Практические рекомендации и примеры (3 часа);
3. Конструирование, расчет и выбор теплоотводящего устройства (2 часа);
4. Выбор способа охлаждения на начальном этапе проектирования. Методика расчета тепловых режимов при проектировании блоков ЭУ. Принудительное воздушное охлаждение, оценка необходимой производительности вентиляторов (2 часа);
5. Примеры разработки печатного монтажа и изготовление эскиза ППП (1 час);
6. Конструирование печатных плат (ППП). Основные требования и рекомендации ГОСТ. Особенности конструкции и трассировки. Практические рекомендации по проектированию и технологии изготовления ППП (2 часа);
7. Оценка технологичности конструкций. Стандартизация при модульном конструировании и типовые конструкции (1 час).;
8. Правила оформления конструкторской документации. Условные графические обозначения в электрических схемах. Требования ГОСТ при выполнении текстовой и графической документации (2 часа);
9. Конструирование корпуса электронного блока интроскопа. Основы проектирования несущих конструкций ЭУ. Прочность и жесткость несущих конструкций (2 часа);
10. Зависимость надёжности ЭРК и узлов ЭУ от условий эксплуатации. Решение задач по оценке надёжности узлов ЭУ. Оценка надёжности при использовании резервирования (3 часа);
11. Влияние условий эксплуатации ЭУ на элементную базу, на схемотехнические и конструктивные особенности (1 час);
12. Разработка и оформление схемы электрической принципиальной. Упражнения по созданию чертежей схем (2 часа);
13. Разработка и оформление функциональной схемы интроскопа (1 час);
14. Разработка и оформление технического задания. Упражнения по оформлению текстовых документов (2 часа);

15. Критерии выбора материалов и покрытий при конструировании ЭУ с учетом требований эксплуатации и хранения (2 часа);
16. Защита от воздействия влаги, биосреды, пыли, вибрации (1 час)..

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПП)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий и особенности изучаемых инженерных систем

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

1. Обсуждение материалов раздела "Методология конструирования и конструкторская документация"
2. Консультации по содержанию раздела
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Компоновка электронных устройств и их узлов"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Элементная база интроскопов"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Конструирование интроскопов с учётом требований надёжности"
6. Консультации проводятся по разделу "Элементная база электронных устройств"
7. Консультации проводятся по разделу "Монтаж функциональных узлов"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Монтаж функциональных узлов"
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Защита интроскопов от мешающих внешних воздействий"

#### Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Конструирование интроскопов с учётом требований надёжности". Проводятся обсуждения схемотехники заданного устройства, особенностей его работы и особенностей выбора элементной базы

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания студента по практике

### **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>											
основные правила оформления технической документации	ИД-1ПК-1	+									Контрольная работа/Стадии конструкторской разработки электронных устройств
основные принципы конструирования электронных средств неразрушающего контроля	ИД-1ПК-1	+		+							Контрольная работа/Компоновка электронных устройств
особенности современной элементной базы электронных устройств	ИД-4ПК-1							+			Контрольная работа/Резисторы. Конденсаторы
основные характеристики применяемых материалов, технологию изготовления и сборки узлов электронных устройств	ИД-4ПК-1		+		+						Контрольная работа/Покрытия: классификация, назначение, выбор Доклад/Элементная база интроскопов
<b>Уметь:</b>											
составлять и анализировать техническое задание и задачи проектирования приборов на основе изучения технической литературы	ИД-4ПК-1								+		Контрольная работа/Монтаж и пайка функциональных узлов
проводить конструкторскую и технико-экономическую разработку узлов приборов и средств диагностики	ИД-4ПК-1									+	Доклад/Защита ЭУ от внешних воздействий Контрольная работа/Монтаж и пайка функциональных узлов Контрольная работа/Печатные платы. Технология и материалы Контрольная работа/Системы охлаждения электронных устройств
составлять технические описания проводимых исследований и разрабатываемых проектов	ИД-4ПК-1	+					+				Расчетно-графическая работа/Оценка надёжности электронного устройства



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

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

#### **5 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Компоновка электронных устройств (Контрольная работа)
2. Покрытия: классификация, назначение, выбор (Контрольная работа)
3. Стадии конструкторской разработки электронных устройств (Контрольная работа)

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. Элементная база интроскопов (Доклад)

Форма реализации: Защита задания

1. Оценка надёжности электронного устройства (Расчетно-графическая работа)

#### **6 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Монтаж и пайка функциональных узлов (Контрольная работа)
2. Печатные платы. Технология и материалы (Контрольная работа)
3. Резисторы. Конденсаторы (Контрольная работа)
4. Системы охлаждения электронных устройств (Контрольная работа)

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. Защита ЭУ от внешних воздействий (Доклад)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №5)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

*Зачет с оценкой (Семестр №6)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Г. Я. Шайдуров- "Основы теории и проектирования радиотехнических систем", Издательство: "Сибирский федеральный университет (СФУ)", Красноярск, 2010 - (282 с.) [https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229385;](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229385)

2. Зорин, А. Ю. Основы конструирования электронных устройств : учебное пособие по курсу "Конструирование электронных устройств" / А. Ю. Зорин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – 1995 . – 64 с. : 900.00 .;
3. Зорин, А. Ю. Особенности конструирования схмотехнических устройств : учебное пособие по курсам "Схмотехника аналоговых устройств", "Цифровые электронные устройства", "Конструирование электронных устройств" по направлениям "Электроника и микроэлектроника", "Радиотехника" / А. Ю. Зорин, П. Н. Кулешов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 48 с. - ISBN 978-5-7046-1654-2 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=7507>;
4. Зорин, А. Ю. Условные графические обозначения на электрических схемах : методическое пособие по курсам: "Конструирование электронных устройств", "Электронные цепи и микросхмотехника", "Цифровые электронные устройства" по направлениям: "Электроника и микроэлектроника", "Радиотехника" / А. Ю. Зорин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 74 с.;
5. 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://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=7506>;
6. Кандырин, Ю. В. Элементы конструкций радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры / Ю. В. Кандырин, Ф. Н. Покровский, С. А. Сорокин ; Ред. Ю. В. Кандырин . – М. : Изд-во МЭИ, 1993 . – 303 с. - ISBN 5-7046-0007-7 : 700.00 .;
7. Касимов, Г. А. Учебное пособие по курсу "Основы проектирования и конструирования систем неразрушающего контроля": Основы проектирования и конструирования аппаратуры неразрушающего контроля / Г. А. Касимов ; Ред. Л. А. Чернов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1989 . – 171 с.;
8. Костиков В. Г., Костиков Р. В., Шахнов В. А.- "Электромагнитная совместимость в электронной аппаратуре", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2012 - (125 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=52371](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52371);
9. Фрумкин, Г. Д. Расчет и конструирование радиоаппаратуры : Учебник для радиотехнических техникумов / Г. Д. Фрумкин . – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1989 . – 463 с.;
10. Атапин В. Г.- "Основы конструирования", Издательство: "НГТУ", Новосибирск, 2021 - (182 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/216167>;
11. В. А. Юзова- "Основы проектирования электронных средств: конструирование электронных модулей первого структурного уровня", Издательство: "Сибирский федеральный университет (СФУ)", Красноярск, 2012 - (206 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229363>;
12. В. Н. Леухин- "Конструирование и технология радиоэлектронных систем", Издательство: "Поволжский государственный технологический университет", Йошкар-Ола, 2009 - (128 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496236>;
13. Муромцев Д. Ю., Белоусов О. А., Тюрин И. В., Курносов Р. Ю.- "Конструирование блоков радиоэлектронных средств", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2022 - (288 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/206153>.

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Finereader;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);

5. Acrobat Reader.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>  
<http://docs.cntd.ru/>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-310, Учебная лаборатория	рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения книг, стол, стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-310, Учебная лаборатория	рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения книг, стол, стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-310, Учебная лаборатория	рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения книг, стол, стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	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	В-306/1, Кабинет сотрудников	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стеллаж, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-308/1, Кладовая	



## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Основы конструирования

(название дисциплины)

## 5 семестр

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

- КМ-1 Стадии конструкторской разработки электронных устройств (Контрольная работа)  
 КМ-2 Покрытия: классификация, назначение, выбор (Контрольная работа)  
 КМ-3 Компоновка электронных устройств (Контрольная работа)  
 КМ-4 Элементная база интроскопов (Доклад)  
 КМ-5 Оценка надёжности электронного устройства (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	14	16
1	Методология конструирования и конструкторская документация						
1.1	Основные факторы, определяющие конструкцию электронных устройств		+		+		
1.2	Методология конструирования				+		
1.3	Конструкторская документация		+				+
2	Выбор материалов и покрытий при конструировании интроскопов						
2.1	Выбор материалов			+		+	
2.2	Выбор покрытий			+		+	
3	Компоновка электронных устройств и их узлов						
3.1	Структурное образование систем электронной аппаратуры				+		
3.2	Корпуса приборов				+		
4	Элементная база интроскопов						
4.1	Элементная база электронных устройств			+		+	
5	Конструирование интроскопов с учётом требований надёжности						
5.1	Надёжность электронных устройств		+				+

5.2	Технико-экономическая оценка конструкций интроскопов	+				+
Вес КМ, %:		10	15	15	20	40

### 6 семестр

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

- КМ-6 Резисторы. Конденсаторы (Контрольная работа)
- КМ-7 Печатные платы. Технология и материалы (Контрольная работа)
- КМ-8 Монтаж и пайка функциональных узлов (Контрольная работа)
- КМ-9 Системы охлаждения электронных устройств (Контрольная работа)
- КМ-10 Защита ЭУ от внешних воздействий (Доклад)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10
		Неделя КМ:	3	6	9	12	14
1	Элементная база электронных устройств						
1.1	Резисторы		+				
1.2	Конденсаторы		+				
1.3	Установочные и вспомогательные детали		+				
2	Монтаж функциональных узлов						
2.1	Способы электрических соединений при монтаже				+		
2.2	Основные правила конструирования печатных плат				+		
2.3	Пайка				+		
3	Защита интроскопов от мешающих внешних воздействий						
3.1	Электромагнитная совместимость			+	+	+	+
3.2	Защита от динамических воздействий			+	+	+	+
3.3	Влагозащита и защита электронных устройств от воздействия пыли			+	+	+	+
3.4	Обеспечение температурного режима при работе электронной аппаратуры			+	+	+	+
Вес КМ, %:			10	25	25	20	20