

**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: Киберфизические системы и интернет вещей

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очно-заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**  
**АППАРАТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Обязательная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.О.07
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	2 семестр - 5;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	180 часов
<b>Лекции</b>	2 семестр - 12 часов;
<b>Практические занятия</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Лабораторные работы</b>	2 семестр - 16 часов;
<b>Консультации</b>	2 семестр - 18 часов;
<b>Самостоятельная работа</b>	2 семестр - 129,2 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	2 семестр - 35,7 часа;
<b>Иная контактная работа</b>	2 семестр - 4 часа;
<b>включая:</b> Тестирование Контрольная работа Лабораторная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	2 семестр - 0,5 часа;
<b>Защита курсового проекта</b>	2 семестр - 0,3 часа;
	всего - 0,8 часа

**Москва 2026**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Серегин Д.А.
	Идентификатор	R5209bc37-SereginDA-9c53cea2

Д.А. Серегин

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Стрелков Н.О.
	Идентификатор	R784cde94-StrelkovNO-f448f943

Н.О. Стрелков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

Е.В. Шалимова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучить принципы формирования и методы проектирования конструкций, расчета, анализа и выбора способов защиты от возмущающих факторов и обеспечения электромагнитной совместимости, а также технологии проектирования аппаратных элементов киберфизических систем.

### Задачи дисциплины

- изучение принципов формирования конструкций по условиям эксплуатации, а также процедуры выбора вариантов при конструировании;
- приобретение навыков разработки конструкции и системы электропитания аппаратных элементов радиоэлектронной аппаратуры (киберфизических систем) с учетом условий эксплуатации и требований электромагнитной совместимости (ЭМС);
- освоение компьютерных технологий для разработки конструкторской до-кументации в соответствии с требованиями ЕСКД.

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: - принципы формирования конструкций по условиям эксплуатации.
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Формулирует задачи, направленные на проведение исследований, проектирование и использование в практической деятельности радиоэлектронных устройств и систем, определяет пути их решения и оценивает эффективность выбора	знать: - процедуры выбора вариантов при конструировании; формализованную постановку задачи выбора и принятия решений.
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> Применяет современные методы научного исследования и разработки радиотехнических устройств и систем	уметь: - конструировать аппаратные элементы радиоэлектронной аппаратуры с учетом заданных требований по условиям эксплуатации и электромагнитной совместимости.
ОПК-4 Способен разрабатывать и применять	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub> Знает методы расчета, проектирования, конструирования и	уметь: - разрабатывать конструкции и системы электропитания аппаратных элементов

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач, связанных с разработкой и проектированием радиотехнических средств	модернизации радиотехнических устройств и систем с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств	радиоэлектронной аппаратуры.
ОПК-4 Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач, связанных с разработкой и проектированием радиотехнических средств	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> Осуществляет выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности	уметь: - разрабатывать технологическую документацию для монтажа и сборки аппаратных элементов радиоэлектронной аппаратуры.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 5 зачетных единиц, 180 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	Термины и определения. Системный подход при проектировании конструкций аппаратных элементов.	12	2	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: 1. Разработка принципиальной схемы и программного обеспечения 2. Разработка конструкции устройства и тепловой расчет 3. Разработка конструкции печатных плат</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Термины и определения. Системный подход при проектировании конструкций аппаратных элементов."</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Термины и определения. Системный подход при проектировании конструкций аппаратных элементов." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Термины и определения. Системный</p>
1.1	Термины и определения. Системный подход при проектировании конструкций аппаратных элементов.	12		2	-	-	-	-	-	-	-	-	10	

															<p>подход при проектировании конструкций аппаратных элементов."</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], стр. 6 – 10</p>
2	<p>Основные проблемы и задачи конструирования и технологии аппаратных элементов. Классификация по условиям эксплуатации. Фильтрация внутрисистемных помех. Обеспечение ЭМС в конструкциях аппаратуры.</p>	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: 1. Разработка принципиальной схемы и программного обеспечения 2. Разработка конструкции устройства и тепловой расчет 3. Разработка конструкции печатных плат</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b></p>		
2.1	<p>Основные проблемы и задачи конструирования и технологии аппаратных элементов. Классификация по условиям эксплуатации. Фильтрация внутрисистемных помех. Обеспечение ЭМС в конструкциях аппаратуры.</p>	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<p>Повторение материала по разделу "Основные проблемы и задачи конструирования и технологии аппаратных элементов. Классификация по условиям эксплуатации. Фильтрация внутрисистемных помех. Обеспечение ЭМС в конструкциях аппаратуры."</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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 "Основные проблемы и задачи конструирования и технологии аппаратных элементов. Классификация по условиям эксплуатации. Фильтрация внутрисистемных помех. Обеспечение ЭМС в конструкциях аппаратуры." материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b></p>		

														<p>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные проблемы и задачи конструирования и технологии аппаратных элементов. Классификация по условиям эксплуатации. Фильтрация внутрисистемных помех. Обеспечение ЭМС в конструкциях аппаратуры."</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], стр. 275–345</p>
3	Основы технологии производства печатных плат. Проектирование и пространственное моделирование однослойных и многослойных печатных плат	20	2	8	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: 1. Разработка принципиальной схемы и программного обеспечения 2. Разработка конструкции устройства и тепловой расчет 3. Разработка конструкции печатных плат</p>	
3.1	Основы технологии производства печатных плат. Проектирование и пространственное моделирование однослойных и многослойных печатных плат	20	2	8	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы технологии производства печатных плат. Проектирование и пространственное моделирование однослойных и многослойных печатных плат"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе</p>	

													необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Основы технологии производства печатных плат. Проектирование и пространственное моделирование однослойных и многослойных печатных плат" материалу. <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основы технологии производства печатных плат. Проектирование и пространственное моделирование однослойных и многослойных печатных плат" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 154–242 [5], стр. 262–274
4	Электропитание аппаратных элементов радиоэлектронной аппаратуры	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: 1. Разработка принципиальной схемы и программного обеспечения 2. Разработка конструкции устройства и тепловой расчет 3. Разработка конструкции печатных плат <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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 "Электропитание аппаратных
4.1	Электропитание аппаратных элементов радиоэлектронной аппаратуры	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	

													элементов радиоэлектронной аппаратуры" материала. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Электропитание аппаратных элементов радиоэлектронной аппаратуры" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Электропитание аппаратных элементов радиоэлектронной аппаратуры" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 111-154
5	Тепловые воздействия на аппаратуру. Проектирование тепловых режимов аппаратных элементов. Защита аппаратуры от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений.	20	2	8	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: 1. Разработка принципиальной схемы и программного обеспечения 2. Разработка конструкции устройства и тепловой расчет 3. Разработка конструкции печатных плат
5.1	Тепловые воздействия на аппаратуру. Проектирование тепловых режимов аппаратных элементов. Защита аппаратуры от механических воздействий.	20	2	8	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Тепловые воздействия на аппаратуру. Проектирование тепловых режимов аппаратных элементов. Защита аппаратуры от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений."

	Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений.													<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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 "Тепловые воздействия на аппаратуру. Проектирование тепловых режимов аппаратных элементов. Защита аппаратуры от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений." материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Тепловые воздействия на аппаратуру. Проектирование тепловых режимов аппаратных элементов. Защита аппаратуры от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений."</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 43–78</p>
6	Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности в различных условиях эксплуатации	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит: 1. Разработка принципиальной схемы и программного обеспечения 2. Разработка конструкции устройства и тепловой расчет 3. Разработка конструкции печатных плат</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Влияние</p>	
6.1	Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности в	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Влияние</p>	

	различных условиях эксплуатации												конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности в различных условиях эксплуатации" <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности в различных условиях эксплуатации" <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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 "Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности в различных условиях эксплуатации" материалу.
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовой проект (КП)	56.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	35.7	-	
	Всего за семестр	180.0	12	16	-	16	2	4	-	0.8	95.7	33.5	
	Итого за семестр	180.0	12	16	-	18		4		0.8	129.2		

**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. Системный подход при проектировании конструкций аппаратных элементов.

1.1. Термины и определения. Системный подход при проектировании конструкций аппаратных элементов.

Системный подход при проектировании конструкций аппаратных элементов. Принципы формирования конструкций и классификация аппаратуры по условиям эксплуатации. Функционально-узловой, функционально-модульный принципы деления. Процедуры выбора вариантов при конструировании. Формализованная постановка задачи выбора и принятия решений. Формализованная постановка задачи проектного выбора при конструировании аппаратных элементов. Многокритериальный выбор вариантов компонентов конструкций. Модели данных..

#### 2. Основные проблемы и задачи конструирования и технологии аппаратных элементов. Классификация по условиям эксплуатации. Фильтрация внутрисистемных помех. Обеспечение ЭМС в конструкциях аппаратуры.

2.1. Основные проблемы и задачи конструирования и технологии аппаратных элементов. Классификация по условиям эксплуатации. Фильтрация внутрисистемных помех. Обеспечение ЭМС в конструкциях аппаратуры.

Общие сведения об электромагнитных помехах. Взаимное влияние источника питания и преобразователя. Защита от электромагнитных помех (классификация способов защиты). Уменьшение паразитных емкостей местным экранированием. Уменьшение паразитных индуктивностей рациональным монтажом соединительных проводников. Монтаж проводников заземления и питания. Монтаж проводников питания потребителей разных типов. Монтаж проводников питания для большого числа однотипных потребителей. Монтаж проводников разнесённых цепей. Монтаж проводников между шкафами (стойками) электронной аппаратуры..

#### 3. Основы технологии производства печатных плат. Проектирование и пространственное моделирование однослойных и многослойных печатных плат

3.1. Основы технологии производства печатных плат. Проектирование и пространственное моделирование однослойных и многослойных печатных плат

Разработка печатных плат для радиоэлектронной аппаратуры с применением современных пакетов программ сквозного проектирования. Современная электронная элементная база. Технологии монтажа элементов, виды корпусов..

#### 4. Электропитание аппаратных элементов радиоэлектронной аппаратуры

4.1. Электропитание аппаратных элементов радиоэлектронной аппаратуры

Вопросы электропитания устройств: расчет потребляемого тока и мощности. Проектирование устройств с автономным питанием. Импульсные и линейные стабилизаторы. Химические источники электропитания: солевые и щелочные батареи; Ni-Cd, Ni-Mh, Li-Ion, Li-Pol, Pb аккумуляторы. Сравнение характеристик химических источников питания. Контроль процессов заряда и разряда аккумуляторов. Применение гальванической развязки между цепями. Использование суперконденсаторов и солнечных панелей..

5. Тепловые воздействия на аппаратуру. Проектирование тепловых режимов аппаратных элементов. Защита аппаратуры от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений.

5.1. Тепловые воздействия на аппаратуру. Проектирование тепловых режимов аппаратных элементов. Защита аппаратуры от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений.

Уравнение энергетического баланса. Основные виды теплообмена в конструкциях аппаратуры: теплопроводность, конвекция, излучение. Моделирование тепловых процессов с помощью электрических цепей. Динамические тепловые режимы. Расчет тепловых режимов коэффициентным методом. Амортизаторы как средство защиты аппаратуры от механических воздействий. Методы защиты конструкций аппаратуры от вибрации и ударов..

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

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

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

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

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Создание принципиальной схемы и трассировка печатной платы;
2. Конструирование печатных плат: создание библиотеки символа компонента и корпуса компонента;
3. Трассировка печатных проводников на плате. Источник питания. 3D модель конструкции: тепловой расчет;
4. Разработка 3D модели конструкции аппаратуры. Пакет документации на разработанную печатную плату.

### **3.5 Консультации**

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Техническое задание. Анализ задания на КП с точки зрения условий эксплуатации
2. Проектирование печатной платы для разрабатываемого устройства. Этапы проектирования печатной платы
3. Питание устройства киберфизических систем. Источник питания в структуре разрабатываемого устройства
4. Расчет теплового режима разрабатываемого устройства

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультации по теме Термины и определения: общие понятия
2. Условия эксплуатации. Обеспечение электромагнитной совместимости
3. Технологии производства печатных плат. Сравнение, выбор. Этапы проектирования
4. Консультации по теме Электропитание аппаратных элементов. Выбор структуры и источников питания аппаратуры

5. Способы охлаждения. Связь степени защиты оболочки устройства и выбора способа охлаждения
6. Надежность: основные понятия. Влияние режима работы компонентов и их характеристик на надежность устройства

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 2 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Разработать датчик присутствия в помещении с передачей информации по интерфейсу RS485 (Modbus)
- Разработать датчик системы управления освещенностью с передачей информации по беспроводному интерфейсу
- Разработать датчик температуры с индикацией и передачей данных по интерфейсу Ethernet

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	1, 2	2, 3	4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	30	30	20	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	50	80	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Компоновка элементов устройства в корпусе. Анализ тепловых режимов
2	Обеспечение электромагнитной совместимости. Помехозащищенность аппаратуры
3	Разработка и трассировка печатной платы
4	Разработка документации

### 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	
<b>Знать:</b>								
принципы формирования конструкций по условиям эксплуатации	ИД-1ОПК-1	+						Тестирование/Тест "Конструкции: виды, требования"
процедуры выбора вариантов при конструировании; формализованную постановку задачи выбора и принятия решений	ИД-2ОПК-1		+					Контрольная работа/Контрольная работа "Конструкция: процедура оптимизации"
<b>Уметь:</b>								
конструировать аппаратные элементы радиоэлектронной аппаратуры с учетом заданных требований по условиям эксплуатации и электромагнитной совместимости	ИД-1ОПК-2			+				Лабораторная работа/Защита лаб. работ 1, 2
разрабатывать конструкции и системы электропитания аппаратных элементов радиоэлектронной аппаратуры	ИД-1ОПК-4				+			Лабораторная работа/Защита лаб. работы 3 Лабораторная работа/Защита лаб. работы 4
разрабатывать технологическую документацию для монтажа и сборки аппаратных элементов радиоэлектронной аппаратуры	ИД-2ОПК-4					+	+	Лабораторная работа/Защита лаб. работы 3 Лабораторная работа/Защита лаб. работы 4

#### **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: Защита задания

1. Защита лаб. работ 1, 2 (Лабораторная работа)
2. Защита лаб. работы 3 (Лабораторная работа)
3. Защита лаб. работы 4 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Тест "Конструкции: виды, требования" (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа "Конструкция: процедура оптимизации" (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

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

Экзамен (Семестр №2)

Оценка по курсу выставляется на основании семестровой и экзаменационной составляющей в соответствии с Положением и балльно-рейтинговой структуре НИУ "МЭИ".

Курсовой проект (КП) (Семестр №2)

Оценка выставляется на основании семестровой и составляющей за защиту в соответствии с Положением и балльно-рейтинговой структуре НИУ "МЭИ".

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://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=7506>;

2. Кофанов, Ю. Н. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности радиоэлектронных средств : учебник для вузов по специальностям: "Конструирование и технология радиоэлектронных средств" и "Конструирование и технология вычислительных средств" / Ю. Н. Кофанов. – М. : Радио и связь, 1991. – 360 с. – ISBN 5-256-00862-5.;

3. Проектирование источников электропитания электронной аппаратуры : учебное пособие для вузов по специальностям 210201 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" и 210202 "Проектирование и технология электро-вычислительных средств"

направления 210200 "Проектирование и технология электронных средств" / О. К. Березин, и др. ; Ред. В. А. Шахнов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : КноРус, 2010. – 536 с. – ISBN 978-5-406-00230-8.;

4. Пирогова, Е. В. Проектирование и технология печатных плат : учебник для вузов по направлению "Проектирование и технология электронных средств" / Е. В. Пирогова. – М. : Форум : ИНФРА-М, 2011. – 560 с. – (Высшее образование). – ISBN 5-8199-0138-X.;

5. Розанов Ю. К., Воронин П. А., Рывкин С. Е., Чаплыгин Е. Е.- "Справочник по силовой электронике", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2014 - (474 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72289](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72289).

## 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. KiCad;
6. Eagle.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-101, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая

Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-324/5, Методический кабинет каф. "Пром.эл."	парта, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук
--	---	--

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Конструирование и технология проектирования аппаратных элементов киберфизических систем

(название дисциплины)

#### 2 семестр

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

- КМ-1 Тест "Конструкции: виды, требования" (Тестирование)
- КМ-2 Контрольная работа "Конструкция: процедура оптимизации" (Контрольная работа)
- КМ-3 Защита лаб. работ 1, 2 (Лабораторная работа)
- КМ-4 Защита лаб. работы 3 (Лабораторная работа)
- КМ-5 Защита лаб. работы 4 (Лабораторная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	7	11	13	15
1	Термины и определения. Системный подход при проектировании конструкций аппаратных элементов.						
1.1	Термины и определения. Системный подход при проектировании конструкций аппаратных элементов.		+				
2	Основные проблемы и задачи конструирования и технологии аппаратных элементов. Классификация по условиям эксплуатации. Фильтрация внутрисистемных помех. Обеспечение ЭМС в конструкциях аппаратуры.						
2.1	Основные проблемы и задачи конструирования и технологии аппаратных элементов. Классификация по условиям эксплуатации. Фильтрация внутрисистемных помех. Обеспечение ЭМС в конструкциях аппаратуры.			+			
3	Основы технологии производства печатных плат. Проектирование и пространственное моделирование однослойных и многослойных печатных плат						
3.1	Основы технологии производства печатных плат. Проектирование и пространственное моделирование однослойных и многослойных печатных плат				+		
4	Электропитание аппаратных элементов радиоэлектронной аппаратуры						
4.1	Электропитание аппаратных элементов радиоэлектронной аппаратуры					+	+

5	Тепловые воздействия на аппаратуру. Проектирование тепловых режимов аппаратных элементов. Защита аппаратуры от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений.					
5.1	Тепловые воздействия на аппаратуру. Проектирование тепловых режимов аппаратных элементов. Защита аппаратуры от механических воздействий. Основные пути защиты от ударов, вибрации и линейных ускорений.				+	+
6	Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности в различных условиях эксплуатации					
6.1	Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности в различных условиях эксплуатации				+	+
Вес КМ, %:		20	20	20	20	20

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Конструирование и технология проектирования аппаратных элементов  
киберфизических систем

(название дисциплины)

**2 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

- КМ-1 Анализ технического задания КП
- КМ-2 Оценка выполнения разделов 1, 2
- КМ-3 Оценка выполнения разделов 3, 4
- КМ-4 Качество оформления КП

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Компоновка элементов устройства в корпусе. Анализ тепловых режимов		+	+		
2	Обеспечение электромагнитной совместимости. Помехозащищенность аппаратуры			+	+	
3	Разработка и трассировка печатной платы				+	
4	Разработка документации					+
Вес КМ, %:			20	30	30	20