

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

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

Москва 2025

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 _{ОПК-1} 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 _{ОПК-1} 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 _{ОПК-2} 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 _{ОПК-4} 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 _{ОПК-4} 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><u>Подготовка курсового проекта:</u> 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><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Термины и определения. Системный подход при проектировании конструкций аппаратных элементов."</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Термины и определения. Системный подход при проектировании конструкций аппаратных элементов." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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><u>Изучение материалов литературных источников:</u></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><u>Подготовка курсового проекта:</u> 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><u>Подготовка к текущему контролю:</u></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><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Основные проблемы и задачи конструирования и технологии аппаратных элементов. Классификация по условиям эксплуатации. Фильтрация внутрисистемных помех. Обеспечение ЭМС в конструкциях аппаратуры." материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></p>	

														<p>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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><u>Подготовка курсового проекта:</u> 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><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы технологии производства печатных плат. Проектирование и пространственное моделирование однослойных и многослойных печатных плат"</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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. <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основы технологии производства печатных плат. Проектирование и пространственное моделирование однослойных и многослойных печатных плат" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 154–242 [5], стр. 262–274
4	Электропитание аппаратных элементов радиоэлектронной аппаратуры	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка курсового проекта:</u> 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 <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Электропитание аппаратных
4.1	Электропитание аппаратных элементов радиоэлектронной аппаратуры	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	

													элементов радиоэлектронной аппаратуры" материала. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Электропитание аппаратных элементов радиоэлектронной аппаратуры" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Электропитание аппаратных элементов радиоэлектронной аппаратуры" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Подготовка курсового проекта:</u> 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	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "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><u>Подготовка к текущему контролю:</u> 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><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 43–78</p>
6	Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности в различных условиях эксплуатации	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка курсового проекта:</u> 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><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Влияние</p>	
6.1	Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности в	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Влияние</p>	

	различных условиях эксплуатации												конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности в различных условиях эксплуатации" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности в различных условиях эксплуатации" <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "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. Разработка 3D модели конструкции аппаратуры. Пакет документации на разработанную печатную плату;
2. Трассировка печатных проводников на плате. Источник питания. 3D модель конструкции: тепловой расчет;
3. Конструирование печатных плат: создание библиотеки символа компонента и корпуса компонента;
4. Создание принципиальной схемы и трассировка печатной платы.

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	
Знать:								
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"
Уметь:								
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.

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
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