

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ»

Институт Радиоэлектроники и телекоммуникаций
Кафедра Конструирования и технологии производства электронных
средств

АННОТАЦИЯ
к рабочей программе
дисциплины

Тепловая совместимость элементов радиоэлектронных средств

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.04.02.**

Направление подготовки: **11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»**

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **Конструирование радиоэлектронных средств**

Виды профессиональной деятельности: **научно-исследовательская,**
проектно-конструкторская

Разработчик: доцент кафедры КиТП ЭС Г.А. Хабибулин

Казань 2017 г.

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель изучения дисциплины

Целью дисциплины является формирование и развитие у будущих бакалавров фундаментальных знаний в области обеспечения требуемых тепловых режимов, выбора и разработки систем охлаждения радиоэлектронных средств (РЭС).

1.2 Задачи дисциплины

Основными задачами дисциплины являются:

1. Применение законов переноса тепловой энергии для моделирования тепловых режимов радиоэлектронных средств.
2. Выбор методов и средств обеспечения заданных тепловых режимов типовых конструкций РЭС.
3. Получение представлений о методах интенсификации процессов охлаждения РЭС и теплофизическом моделировании.

1.3 Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Тепловая совместимость элементов радиоэлектронных средств» входит в состав вариативной части Блока 1 рабочего учебного плана и изучается в 7 семестре очной формы обучения.

1.4. Перечень компетенций, которые должны быть реализованы в ходе освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины должны быть реализованы следующие компетенции:

ПК-2 готовность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

ПК-4 способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов конструкций ЭС

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

2.1 Структура учебной дисциплины, ее трудоемкость

Общая трудоемкость дисциплины «Тепловая совместимость элементов радиоэлектронных средств» составляет 252 часов (7 ЗЕ). Распределение фонда времени, объем учебной работы по видам занятий и самостоятельной работе представлен в таблице 1 в соответствии с учебным рабочим планом.

Распределение фонда времени по видам занятий

Таблица 1

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/ интерактивные часы)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Влияние температуры на надежность ЭС							ФОС ТК-1
Тема 1.1. Нормальный тепловой режим Понятия о классах электронных средств. Нагретые зоны.	4	2	-	-	2	ПК-8з, ПК-4з,у,в	Тест текущего контроля по разделу. Решение практических задач.
Тема 1.2. Способы охлаждения ЭС. Эффективность различных способов охлаждения	4	-	-	2	2	ПК-8з,у,в, ПК-4з,у,в	
Раздел 2. Основные процессы переноса тепловой энергии в радиоэлектронных средствах.							ФОС ТК-2
Тема 2.1. Теплопроводность.	8/2	2	-	2/2	4	ПК-4з,у,в	Тест текущего контроля по разделу. Решение практических задач.
Тема 2.2. Конвективный перенос тепла	8/2	2	-	2/2	4	ПК-4з,у,в	
Тема 2.3. Перенос тепла излучением	8/2	2	-	2/2	4	ПК-4з,у,в	
Раздел 3. Тепловые модели ЭС и системы охлаждения конструкций ЭС.							ФОС ТК-3
Тема 3.1. Построение тепловых моделей методом изотерических поверхностей и методом однородного анизотропного тела.	4	2	-	-	2	ПК8з,у,в, ПК-4з,у,в	Тест текущего контроля по разделу. Решение практических задач.

Тема 3.2. Электротепловая аналогия.	4	2	-	-	2	ПК-8з,у,в	Тест текущего контроля по разделу. Решение практических задач.
Тема 3.3. Классификация и эффективность систем охлаждения.	4	2	-	-	2	ПК-8з,у,в, ПК-4з,у,в	
Тема 3.4. Жидкостная и испарительная системы охлаждения.	4	-	-	2	2	ПК-4з,у,в	
Тема 3.5. Моделирование систем охлаждения на ранней стадии проектирования	4	-	-	2	2	ПК-8з,у,в, ПК-4з,у,в	
Тема 3.6. Особенности конструкций ЭС с кондуктивной системой охлаждения	4	-	-	2	2	ПК-8з,у,в, ПК-4з,у,в	
Раздел 4 Методы приближенного анализа стационарных температурных полей ЭС.							ФОС ТК-4
Тема 4.1. Стационарный тепловой режим системы тел с источниками энергии	4	2	--	-	2	ПК-8з,у,в, ПК-4з,у,в	Тест текущего контроля по разделу. Решение практических задач.
Тема 4.2. Принцип суперпозиции температурных полей и местного влияния	4	-	-	2	2	ПК-8з,у,в, ПК-4з,у,в	
Тема 4.3. Собственный и наведенный перегревы	4	-	-	2	2	ПК-8з,у,в	
Тема 4.4. Гидравлические сопротивления. Нагнетатели	8	2		2	4	ПК-4з,у,в	
Раздел 5. Тепловые модели интегральных схем.							ФОС ТК-5
Тема 5.1. Система параметров теплового режима микросхем	4	2	-	-	2	ПК-4з,у,в	Тест текущего контроля по разделу. Решение практических задач.
Тема 5.2. Оценка внутреннего теплового сопротивления	4	-	-	2	2	ПК-2з,у,в, ПК-4з,у,в	
Тема 5.3. Конструктивные особенности и охлаждение ИС	4	2	-	-	2	ПК-4з,у,в	
Раздел 6. Тепловое моделирование и расчет теплового режима кон-							ФОС ТК-6

<i>струкций при естественном и принудительном охлаждении ЭС.</i>							
Тема 6.1. Тепловое моделирование конструкций ЭС при естественном охлаждении.	24/4	2	8/2	2/2	12	ПК-8з,у,в, ПК-4з,у,в	Тест текущего контроля по разделу. Защита отчетов по лабораторным работам. Решение практических задач.
Тема 6.2. Тепловое моделирование конструкций ЭС с принудительным воздушным охлаждением.	24/4	2	8/2	2/2	12	ПК-8з,у,в, ПК-4з,у,в	
Тема 6.3. Гидравлические потери и гидравлическая характеристика ЭС Методы расчета тепловых режимов конструкций ЭС.	8	2	2	-	4	ПК-8з,у,в, ПК-4з,у,в	
Тема 6.4. Расчет температуры корпуса ИС при жидкостном охлаждении. Жидкостное охлаждение герметичного блока.	8/2	2	-	2/2	4	ПК-8з,у,в, ПК-4з,у,в	
Тема 6.5. Основы расчета радиаторов. Термоэлектрическое охлаждение конструкций РЭС. Тепловые трубы.	4/1	-	-	2/1	2	ПК-8з,у,в, ПК-4з,у,в	
Тема 6.6. Основное правило моделирования. Измерение температур. Измерение скорости и расходов газов. Полный факторный эксперимент.	4	2	-	-	2	ПК-8з,у,в	
Тема 6.7. Коэффициентный метод	8/2	2	-	2/2	4	ПК-8з,у,в, ПК-4з,у,в	
Тема 6.8 Основы термографических измерений.	4/1	-	-	2/1	2	ПК-8з,у,в	
Тема 6.9. Конечно-разностные методы решения задач теплопроводности.	8/2	2	-	2/2	4	ПК-8з,у,в, ПК-4з,у,в	
Курсовая работа	36	-	-	-	36	ПК-8з,у,в, ПК-4з,у,в	ФОС ПА-1
Экзамен	36	-	-	-	36	ПК-8з,у,в, ПК-4з,у,в	ФОС ПА-2
Всего за 7 семестр	252/ 22	36	18/4	36/ 18	162		

РАЗДЕЛ 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

3.1.1 Основная литература

1. Сайткулов В.Г. Основы проектирования электронных средств: учебное пособие / В.Г. Сайткулов, В.Н. Леухин. - Казань: Изд-во казан. гос. техн. ун-та, 2013. – 496 с.
2. Теплотехника : учебник для студ. вузов / М. Г. Шатров, И. Е. Иванов, С. А. Пришвин [и др.]; 340 ред. М.Г. Шатров.- М.: Академия, 2011.- 288.- (Высшее профессиональное образование)
3. Плохотников К.Э. Вычислительные методы. Теория и практика в среде MATLAB: курс лекций. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009г.

3.1.2 Дополнительная литература:

4. Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре: Учебник для вузов по спец. “Конструиров. и произв. радиоаппаратуры”.- М.: Высш. шк., 1984.- 247с.
5. Дульнев Г.Н. Тепловые режимы электронной аппаратуры : учеб. пособие для вузов / Г. Н. Дульнев, Н. Н. Тарновский. - Л. : Энергия, 1971. - 248 с.

3.1.3 Методическая литература к выполнению практических и лабораторных работ

Подшивалин А.В., Дроздилов В.А. Теплофизическое конструирование блоков и стоек ЭВА с воздушным охлаждением: Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. - Казань: КАИ, 1985.-87с.

3.2 Информационное обеспечение дисциплины

3.2.1 Дополнительные электронные ресурсы университета

1. Дроздилов В.А. «Тепловая совместимость электронных средств». Конспект лекций (электронный ресурс каф. ИТПЭВС: SharedDisk на kipserv(z:)/stud).
2. Дроздилов В.А. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Тепловая совместимость электронных средств» (электронный ресурс каф. ИТПЭВС: SharedDisk на kipserv(z:)/stud).

3. Дроздилов В.А. Методические указания для выполнения практических занятий по дисциплине «Тепловая совместимость электронных средств» (электронный ресурс каф. ИТПЭВС: SharedDisk на kipserv(z:)/stud).

3.3 Кадровое обеспечение

3.3.1 Базовое образование

Высшее образование в предметной области теплообмена и /или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в и /или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.

3.3.2 Профессионально-предметная квалификация преподавателей

Наличие научных и/или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению тепловой совместимости элементов радиоэлектронных средств, выполненных в течение трех последних лет.

3.3.3 Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1 года); практический опыт работы в области тепловой совместимости элементов радиоэлектронных средств на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже, чем один раз в три года соответствующее области теплообмена в электронных средствах, либо в области педагогики.