

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
Теплообмен в радиоэлектронных средствах

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.04.01.**

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 «Теплообмен в радиоэлектронных средствах» 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 «Теплообмен в радиоэлектронных средствах» 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							<i>ФОС ТК-1</i>
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.							<i>ФОС ТК-2</i>
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.							<i>ФОС ТК-3</i>
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	
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 конструкций при естественном и принудительном охлаждении ЭС.							ФОС ТК-6
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. Основные электронные ресурсы университета

Хабибуллин Г.А. Теплообмен в радиоэлектронных средствах [Электронный ресурс]: курс дистанционного обучения по направлению подготовки бакалавров «Конструирование и технология электронных средств» ФГОС 3+/КНИТУ-КАИ.- Казань, 2016.- Доступ по логину и паролю. URL.: https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=_177193_1&course_id=_11565_1&mode=reset

3.2.2. Дополнительные электронные ресурсы университета

1. Дроздилов В.А. «Тепловая совместимость электронных средств». Конспект лекций (электронный ресурс каф. ИТПЭВС: SharedDisk на kipserv(z:)/stud).

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

3. Дроздинов В.А. Методические указания для выполнения практических занятий по дисциплине «Тепловая совместимость электронных средств» (электронный ресурс каф. ИТПЭВС: SharedDisk на kipservеr(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 теплообмена в электронных средствах, 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 теплообмена в электронных средствах 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.