

Рецензенты:

Кафедра «Информационные технологии и автоматизированные системы» Московского института электроники и математики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»;

Авторы:

В. В. Воловиков, М. Л. Дектерев, Ю. Н. Кофанов, Г. О. Преснякова, А. В. Сарафанов, А. М. Фень

И74 Исследование тепловых характеристик РЭА с применением программного комплекса ТРИАНА : монография / В. В. Воловиков, М. Л. Дектерев, Ю. Н. Кофанов, Г. О. Преснякова и др. — 2-е изд., эл. — 1 файл pdf : 478 с. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 12". — Текст : электронный.
ISBN 978-5-89818-647-0

Изложены основные аспекты методического обеспечения проектных задач, связанных с анализом тепловых характеристик конструкций радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) средствами математического моделирования, в т.ч. с применением программного комплекса (ПК) ТРИАНА. Приводятся основные разделы программной документации «Руководство пользователя ПК ТРИАНА-2.10.0», набор методик по разработке моделей тепловых процессов, анализа тепловых режимов конструкций РЭА различных уровней иерархии, примеры применения ПК ТРИАНА в практике промышленного проектирования различных образцов РЭА, в т.ч. совместно с подсистемой АСОНИКА-К.



Предназначено для специалистов, занимающихся исследованием тепловых характеристик конструкций РЭА методами математического моделирования.

УДК 621.396.6.049.75

Электронное издание на основе печатного издания: Исследование тепловых характеристик РЭА с применением программного комплекса ТРИАНА : монография / В. В. Воловиков, М. Л. Дектерев, Ю. Н. Кофанов, Г. О. Преснякова и др. — Москва : ДМК Пресс, 2014. — 480 с. — ISBN 978-5-97060-124-2. — Текст : непосредственный.



Содержимое ресурса охраняется законом об авторском праве. Несанкционированное копирование и использование данного продукта запрещается. Встречающиеся названия программного обеспечения, изделий, устройств или систем могут являться зарегистрированными товарными знаками тех или иных фирм.



В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации.



		Исследование тепловых характеристик РЭА с применением ПК ТРиАНА	СОДЕРЖАНИЕ	3
---	---	---	------------	---

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ	7
ВВЕДЕНИЕ	9
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЭА СРЕДСТВАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	12
1.1. Модель методики исследования ТХ РЭА.....	17
1.2. Основные характеристики ПК ТРиАНА-2.10	42
2. АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИЙ РЭА ВЕРХНИХ УРОВНЕЙ ИЕРАРХИИ. КОМПЛЕКС ПРОГРАММ № 1	50
2.1. Условия применения комплекса	50
2.2. Режимы функционирования комплекса.....	50
2.3. Описание задачи	52
2.4. Исходная информация для моделирования.....	54
2.5. Выходная информация.....	67
2.6. Методика построения моделей тепловых процессов	67
2.6.1. Основные принципы иерархического моделирования тепловых процессов в РЭА.....	67
2.6.2. Иерархия конструктивного построения РЭА.....	68
2.6.3. Алгоритмы иерархического анализа тепловых характеристик РЭА.....	76
2.6.4. Методика построения топологических МТП	80
2.6.5. Особенности моделирования в различных	81
системах координат	81
2.6.6. Применение симметрии	107
2.6.7. Параметризации топологических моделей тепловых процессов.....	113
2.7. Подготовка информации средствами текстового редактора.....	117
2.7.1. Ключевая информация	118
2.7.2. Описание параметров ветвей	122
2.7.3. Описание таблиц	124
2.7.4. Начальные условия.....	126
2.8. Подготовка информации при помощи графического редактора <i>MTPEditor</i>	129
2.8.1. Создание и редактирование графов МТП	132
2.8.2. Применение базы данных «Материалы»	143
2.8.3. Работа с библиотеками фрагментов МТП	145
2.8.3.1. Формирование элемента библиотеки фрагментов МТП.....	147
2.8.4. Графический пост-процессор <i>MTPViewer</i>	153
2.9. Обращение к Комплексу № 1	157
2.10. Методика применения Комплекса № 1	157
2.11. Пример расчета.....	162
3. АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОСБОРОК, ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЯЧЕЕК. КОМПЛЕКС ПРОГРАММ № 2.....	176

		<p>Исследование тепловых характеристик РЭА с применением ПК ТРИАНА</p>	<p>СОДЕРЖАНИЕ</p>	<p>4</p>
<p>3.1. Условия применения <i>Комплекса № 2</i> 176</p> <p>3.2. Режимы функционирования <i>Комплекса № 2</i> 176</p> <p>3.3. Описание задачи 179</p> <p>3.4. Исходная информация для моделирования 179</p> <p>3.5. Выходная информация 185</p> <p>3.6. Подготовка исходных данных для моделирования 186</p> <p>3.7. Подготовка данных средствами текстового редактора 186</p> <p> 3.7.1. Ключевая информация 187</p> <p> 3.7.2. Геометрические и теплофизические параметры несущей конструкции 189</p> <p> 3.7.3. Тепловые шины и вырезы 192</p> <p> 3.7.4. Описание геометрических и теплофизических параметров ЭРЭ 194</p> <p> 3.7.5. Условия охлаждения (граничные условия) 196</p> <p> 3.7.6. Начальные условия 197</p> <p>3.8. Подготовка данных средствами графического редактора <i>BoardEditor</i> 200</p> <p> 3.8.1. Описание управляющей информации и использование конвертора из систем проектирования ПП 200</p> <p> 3.8.1.1. Особенности конвертации схем размещения ЭРЭ из систем топологического проектирования печатных плат 205</p> <p> 3.8.2. ГТФП несущей конструкции 210</p> <p> 3.8.3. Описание ГТФП ЭРЭ 212</p> <p> 3.8.4. Операции над ЭРЭ в процессе размещения 217</p> <p> 3.8.5. Применение базы данных «Радиоэлементы» 221</p> <p> 3.8.6. Описание дополнительных параметров 225</p> <p> 3.8.7. Формирование шин и вырезов 227</p> <p> 3.8.8. Граничные и начальные условия 235</p> <p> 3.8.9. Отображение результатов моделирования в графическом режиме 241</p> <p>3.9. Работа с 3D-моделью КУ 246</p> <p> 3.9.1. Отображение результатов моделирования на 3D-эскизе КУ 248</p> <p>3.10. Обращение к комплексу 252</p> <p>3.11. Режим «Клиент-сервер» 252</p> <p>3.12. Методика применения <i>Комплекса № 2</i> 254</p> <p>3.13. Пример расчета 256</p> <p>4. ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПК ТРИАНА В ПРАКТИКЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ 268</p> <p> 4.1. Исследование тепловых характеристик стоечной конструкции гидроакустического комплекса 268</p> <p> 4.1.1. Постановка задачи на моделирование 270</p> <p> 4.1.2. Схема иерархического исследования тепловых характеристик стойки 273</p> <p> 4.1.2.1. Моделирование теплового режима исходного варианта конструкции БНК-3 274</p> <p> 4.1.2.2. Моделирование теплового режима стойки в целом 277</p> <p> 4.1.2.3. Модель теплового режима модуля в целом 279</p> <p> 4.1.2.4. Моделирование теплового режима функциональной ячейки 280</p> <p> 4.1.3. Моделирование теплового режима варианта конструкции БНК-3 при естественном воздушном охлаждении задней панели-радиатора 282</p>				

		<p>Исследование тепловых характеристик РЭА с применением ПК ТРИАНА</p>	<p>СОДЕРЖАНИЕ</p>	<p>5</p>
<p>4.1.3.1. Выбор параметров оребрения панели-радиатора 286</p> <p>4.1.3.2. Моделирование теплового режима стойки в целом 288</p> <p>4.1.3.3. Моделирование теплового режима модуля в целом 290</p> <p>4.1.3.4. Моделирование теплового режима функциональной ячейки 291</p> <p>4.1.3.5. Моделирование теплового режима конструкции БНК-3 при принудительном воздушном охлаждении из задней панели-радиатора 292</p> <p>4.1.3.6. Исследование влияния геометрических и теплофизических параметров на тепловой режим стойки 294</p> <p>4.1.3.7. Моделирование теплового режима стойки 295</p> <p>4.1.3.8. Моделирование теплового режима варианта конструкции БНК-3 при водяном охлаждении задней панели 297</p> <p>4.1.4. Сводные данные результатов исследования 301</p> <p>4.2. Моделирование теплового режима работы системы электропитания ЭВМ «Электроника – СС-БИС» 303</p> <p>4.2.1. Постановка задачи на моделирование 307</p> <p>4.2.2. Разработка модели тепловых процессов БПН-8 307</p> <p>4.2.3. Проведение исследований 314</p> <p>4.3. Исследование тепловых характеристик системы электропитания космического аппарата 317</p> <p>4.3.1. Постановка задачи на моделирование 318</p> <p>4.3.2. Иерархическая схема исследования тепловых характеристик СЭП 321</p> <p>4.3.3. Разработка МТП СЭП в целом 322</p> <p>4.3.4. Разработка МТП блока 324</p> <p>4.3.5. Модель тепловых процессов ФЯ РУ₁ 328</p> <p>4.3.6. Исследование тепловых характеристик СЭП на основе разработанных моделей 330</p> <p>4.4. Разработка МТП стойки модуля цифровой обработки сигналов 339</p> <p>4.4.1. Идеализация конструкции модуля с точки зрения протекающих в нем тепловых процессов 339</p> <p>4.4.2. Нумерация и обозначения узлов модели тепловых процессов 341</p> <p>4.4.3. Обозначения ветвей модели тепловых процессов 343</p> <p>4.4.4. Структура модели тепловых процессов 343</p> <p>4.4.5. Параметризация модели тепловых процессов 346</p> <p>4.4.6. Результаты расчета МТП модуля М-3КВЖ.32U 346</p> <p>4.5. Пример обеспечения тепловых характеристик и показателей надежности устройства преобразования телевизионных сигналов 351</p> <p>4.5.1. Требования по надежности 356</p> <p>4.5.2. Проведение исследований 356</p> <p>4.5.3. Расчет надежности составных частей УПТС 358</p> <p>4.5.4. Исследование тепловых характеристик УПТС 362</p> <p>4.5.5. Исследование тепловых характеристик блока УПТС в целом 362</p> <p>4.5.6. Исследования тепловых характеристик печатных узлов 374</p> <p>4.5.7. Расчет надежности УПТС в целом 386</p> <p>4.5.8. Заключение 389</p> <p>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 392</p>				

		<p>Исследование тепловых характеристик РЭА с применением ПК ТРИАНА</p>	<p>СОДЕРЖАНИЕ</p>	<p>6</p>
---	---	--	-------------------	----------

ПРИЛОЖЕНИЯ	395
Приложение 1. Теплофизические параметры конструкционных материалов РЭА	395
Приложение 2. Геометрические и теплофизические параметры некоторых электрорадиоэлементов	399
Приложение 3. Компоненты топологических моделей тепловых процессов	420
Приложение 4. Варианты установки ЭРЭ, поддерживаемые при расчете их ГТФП программой <i>BoardEditor</i>	434
Приложение 5. Некоторые экранные формы для расчета ГТФП ЭРЭ, поддерживаемые программой <i>BoardEditor</i>	438
Приложение 6. Интерактивный справочник по основным функциям ПК ТРИАНА	451
Приложение 7. Программные средства, используемые для моделирования аэродинамических, гидравлических и тепловых процессов в РЭА	460
Приложение 8. Руководство по инсталляции	467