

УДК 677.057.434

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА  
МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ АППАРАТУРЫ  
ТКАНЕПЕЧАТНОГО АГРЕГАТА**

**MODELING OF HEATING RATE  
OF ELECTRONIC APPARATUS  
OF A TISSUE-PRINT UNIT**

*М. А. КОРНИЛОВ, Е. Е. КОРОЧКИНА*  
*M. A. KORNILOV, E. E. KOROSHKINA*

**(Ивановская государственная текстильная академия)**  
**(Ivanovo State Textile Academy)**  
E-mail: ttp@igta.ru

*В статье представлены методы проектирования радиоэлектронной аппаратуры и способы моделирования теплового режима на этапе проектирования для повышения надежности работы аппаратуры в целом с использованием свободно распространяемого программного обеспечения. Основное внимание автор уделяет интеграции между ECAD и MCAD системами автоматизированного проектирования.*

*The article presents the methods of designing electronic equipment and ways of modeling of heating rate at the stage of designing for increasing reliability of equipment work, using free software. Main attention is paid to integration between the ECAD and VCAD computer-aided design systems.*

**Ключевые слова:** метод конечных элементов, моделирование теплового режима, Altium Designer, Salome, CaeLinux.

**Keywords:** finite element method, designing of heating rate, Altium Designer, Salome, CaeLinux.

В современном красильном и тканепечатном производстве большое внимание уделяется оборудованию с комплексной системой автоматизации управления технологическими процессами на основе применения микропроцессоров, микрокомпьютеров и решений на базе компьютерной техники. Автоматизация технологических

процессов является решающим фактором в повышении производительности труда, а также в улучшении качественных и технико-экономических показателей. Повышение сложности систем автоматики на производстве приводит к возникновению вопроса о надежности таких систем, так как радиоэлектронной аппаратуре приходится рабо-

тать в неблагоприятных условиях: повышенная температура, влажность и т.д., что приводит к уменьшению надежности работы аппаратуры в целом.

В качестве объекта исследования была выбрана материнская плата 8IE533 фирмы Gigabyte, которая используется в печатных машинах типа Шторм, Уникса итальянского производства, установленных на ОАО "Самтекс". Конечной целью работы является разработка программного продукта, который позволит моделировать тепловой режим радиоэлектронного оборудования для повышения надежности на этапе проектирования.

Одним из важных вопросов при проектировании теплового режима электронного оборудования является интеграция между системами проектирования печатных плат (ЕСАD) и механическими системами проектирования (МСАD), так как в основном электронное оборудование разрабатывается с использованием первых, вторые же, в свою очередь содержат необходимый вычислительный аппарат для решения тепловых задач. В данной статье мы рассмотрим процесс создания модели материнской платы 8IE533 в ЕСАD системе и последующим импортом этой модели в механическую систему проектирования для проведения теплового анализа.

Также хочется отметить, что еще несколько лет назад механические системы проектирования использовались для построения 3D-модели печатной платы. 3D-модель печатного монтажа позволяла определять ошибки композиции элементов на плате. Сейчас большинство систем проектирования печатных плат (как платных, так и свободно распространяемых) поддерживают 3D-отображение и поэтому вопрос оценки композиции элементов на плате с помощью механических систем проектирования (МСАD) не является актуальным.

В настоящее время все более остро встает вопрос о выборе программного обеспечения, которое подходит для выполнения той или иной инженерной задачи. Причем вопрос о доступности того или иного продукта играет не самую послед-

нюю роль, а иногда является основополагающим.

Для проектирования печатной платы было использовано программное обеспечение Altium Designer. Altium Designer – это комплексная система сквозного автоматизированного проектирования электронных устройств (РЭС) на базе печатных плат и программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Предполагается перейти на использование свободно распространяемого программного продукта с открытым кодом KiCad, который имеет схожие возможности с Altium Designer, которых должно быть достаточно для решения текущей задачи.

Разработка модели печатной платы началась с создания 3D-эскиза платы, используя программный пакет Wings 3D. Wings 3D – это бесплатная программа 3D-моделирования с открытым исходным кодом. Эскиз платы понадобился для отображения отверстий механического крепежа и задания закругленных углов. Полученный эскиз был экспортирован в .STEP файл. STEP файла представляет из себя файл для хранения информации о 3D-геометрической модели и поддерживается практически всеми системами автоматизированного проектирования. Полученный эскиз был импортирован в Altium Designer и использован как шаблон для создания новой печатной платы. 3D-вид импортированной платы показан на рис. 1.

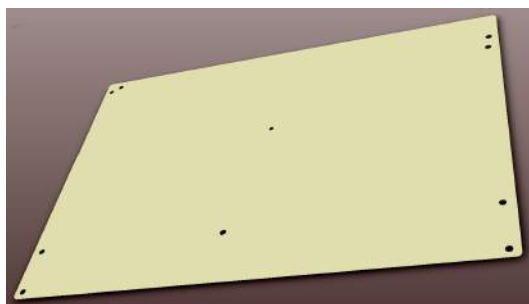


Рис. 1

Такой метод создания позволяет создавать платы любой произвольной формы и гарантировать, что компоненты не будут размещены в зоне отверстий механического крепежа.

Проектирование печатной платы выполнялось поэлементно. Для каждого типа элемента, использованного на печатной плате, был создан соответствующий компонент в Altium Designer, если он отсутствовал в стандартной библиотеке компонентов. Для построения модели были созданы компоненты, поддерживающие 3 различных представления: логический

символ на схеме (УГО – условно графическое отображение), посадочное место на плате и трехмерное описание для объемного представления готовой платы. Пример трех различных представлений одного и того же компонента представлен на рис. 2, где а – логический символ на схеме (УГО); б – посадочное место на плате (Footprint); в – трехмерное изображение.

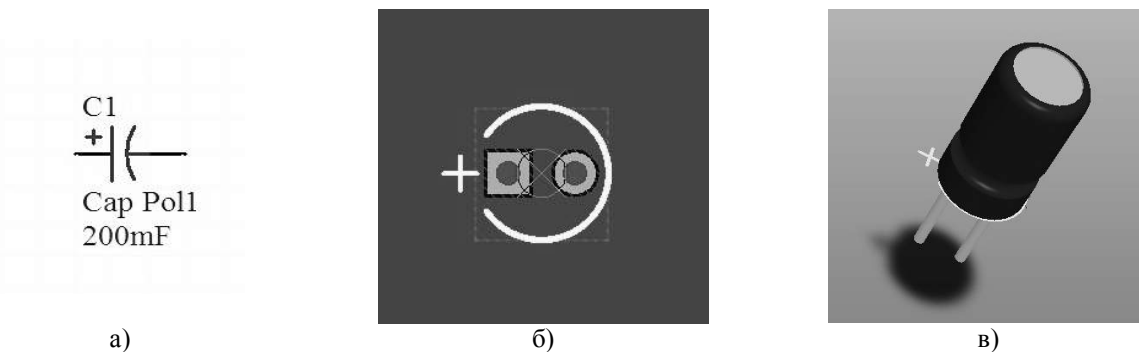


Рис. 2

При реальной разработке и подготовке к производству проекта каждый компонент также нуждается в описании в формате Space для радиоэлектронного моделирования и в описании IBIS модели для анализа целостности сигналов. В нашем случае моделирование и анализ целостности сиг-

налов не выполнялся и лежит за рамками поставленной задачи. В результате проектирования была разработана модель печатной платы, изображенная на рис. 3 (а – 2D-вид печатной платы; б – 3D-вид печатной платы).

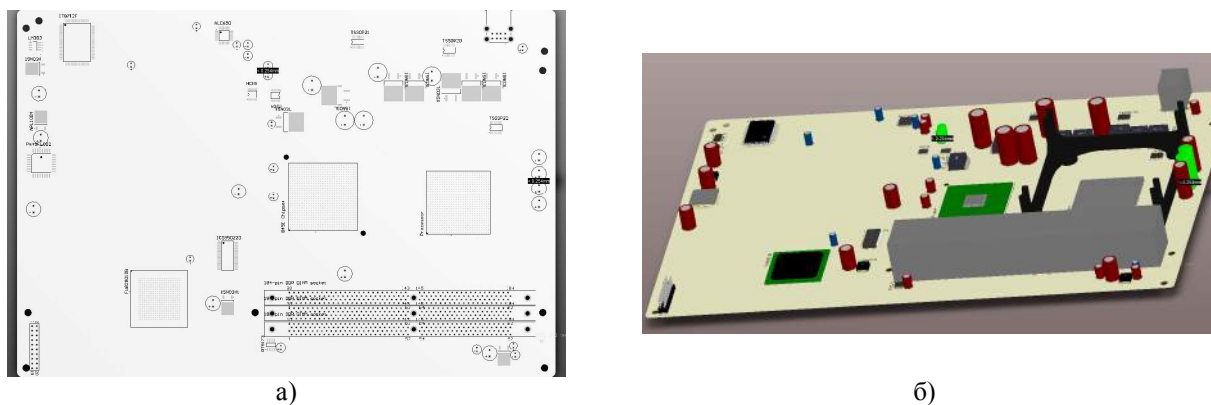


Рис. 3

Для выполнения компьютерного моделирования теплового режима печатных плат была выбрана операционная система CAElinux и программный продукт Salome. CAElinux является специальной версией операционной системы Ubuntu Linux и включает в себя уникальный набор программных комплексов для моделирования и решения практически любой физической задачи [2]. Salome является од-

ним из основных продуктов, используемых при моделировании теплового режима. Salome – это открытая интегральная программная платформа для выполнения численных расчетов. И хотя, прежде всего, Salome – это конечно-элементный препост-процессор, он также является ядром вычислительной системы, вокруг которого в настоящее время объединяется множество программных продуктов для компью-

терного моделирования. Его возможности наиболее мощные среди свободных аналогов (Gmsh и т.д.) [1]. Кроме того, Salome позволяет разрабатывать собственные программные решения.

Полученная модель в Altium Designer была экспортирована в Salome посредством импорта .STEP файла модели. Так как модель после импортирования представляла из себя монолит, была произведена операция разбивки на компоненты, используя встроенные возможности Salome (New Entity->Explode). После этого одинаковые типы элементов на плате были объединены в общие группы для упрощения управления этими элементами при задании свойств материалов и выделяемой мощности. Результат импортирования представлен на рис. 4.

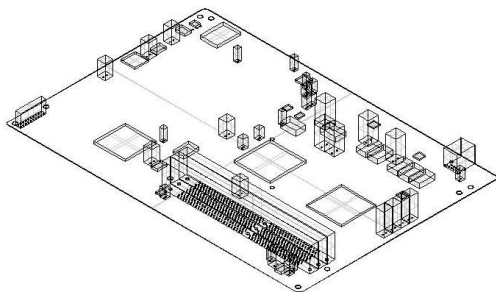


Рис. 4

Используя возможности пакета “Mesh” из стандартной поставки Salome для полученной 3D-модели была сгенерирована 3D-сетка, пригодная для анализа модели методом конечных элементов (рис. 5).

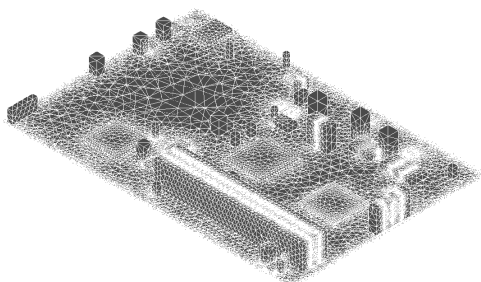


Рис. 5

В результате мы получили 3D-модель с наложенной сеткой, которая может быть экспортирована для теплового анализа в такие решатели, как Elmer и Code Aster.

В настоящее время нами ведется разработка программного продукта,

который будет являться двунаправленным транслятором данных в формате IDF между системами проектирования печатных плат (ECAD) и Salome. Он будет осуществлять чтение IDF-файла (промышленный стандарт для обмена данными между ECAD-системами [4]) и создавать в Salome трехмерную сборку, состоящую из печатной платы и элементов. Если элементная база печатной платы имеется в библиотеке электронных компонентов, то транслятор будет использовать библиотечные детали и размещать их на печатной плате в соответствии с заданными в IDF-файле координатами. При отсутствии компонента в базе данных программный продукт будет автоматически создавать его габаритную модель (прямоугольный параллелепипед) и размещать его на печатной плате. Создаваемая модель будет готова к моделированию теплового режима печатной платы, что поможет освободить инженера от затратного проектирования и риска дополнительных ошибок.

## ВЫВОДЫ

Разработано программное обеспечение, которое позволит моделировать проблемы работы радиоэлектронной аппаратуры в неблагоприятных условиях на этапе проектирования, что позволит повысить надежность работы аппаратуры в целом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Нормативно-техническая документация [электронный ресурс] о Salome – <http://www.laduga.ru/salome/salome.shtml>
2. Нормативно-техническая документация [электронный ресурс] о CAELinux – <http://www.caelinux.com/CMS/>.
3. Дульнев Г. Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. – М.: Высшая школа, 1984.
4. Спецификации обмена механическими данными для проектирования и анализа печатных сборок подключения, Версия 3.0, Ревизия 1, Октябрь 31, 1996

Рекомендована кафедрой системного анализа.  
Поступила 08.11.12.