

## **ПОЛУЧЕНИЕ НАЧАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В ПЕЧАТНЫХ УЗЛАХ**

К.А. Вериго

Научный руководитель – Алексеев В.Ф.

канд. техн. наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики и  
радиоэлектроники**

С точки зрения протекания тепловых процессов в конструкциях печатных узлов, входящих в состав электронных устройств, информацию об их конструктивно технологических особенностях можно формализовать следующим образом.

1. Несущая конструкция печатных узлов (печатная плата, металлическое основание и т.п.) может иметь сложную структуру в которой могут присутствовать вырезы, теплостоки и др.

2. На несущей конструкции располагается, как правило, большое количество (до 300-500 штук) радиоэлементов, а также дополнительные конструктивные элементы, такие, как мини-радиаторы, ребра жесткости, тепловые шины, экраны и т.п.

3. Мощности тепловыделяющих элементов могут отличаться друг от друга в 10-100 раз и достигать на некоторых из них значений 10-15 Вт.

4. Радиоэлементы крепятся на несущую конструкцию с использованием как стандартных, так и нестандартных вариантов крепления.

5. Печатный узел устанавливается в электронное устройство, как правило, при помощи направляющих и разъемов, при помощи шпилек или с использованием специального крепежа.

6. Печатные узлы охлаждаются в составе блоков или могут иметь индивидуальные, дополнительные средства охлаждения (мини вентиляторы, тепловые трубы, микрохолодильники и т.п.).

Учитывая особенности печатных узлов, перечисленные выше, необходимо учитывать тепловые процессы, протекающие в их конструкциях.

Часть тепловой энергии, выделяемой в радиоэлементах, передается в несущую конструкцию и растекается по ее плоскости. Другая часть тепловой энергии рассеивается с поверхностей радиоэлементов и несущей конструкции в окружающую среду посредством конвекции (естественной или вынужденной) и излучения, а также может сниматься с несущей конструкции посредством контактного теплообмена на термостатирующую плиту через систему специальных теплостоков, в современных электронных устройствах начало применяться и жидкостное охлаждение [1].

При анализе тепловых процессов можно выделить три основных фрагмента моделей [2]:

– фрагмент модели тепловых процессов несущей конструкции, а именно: её кондуктивная составляющая, отражающая растекание теплового потока по несущей конструкции;

– фрагмент модели тепловых процессов (кондуктивный и контактный теплообмен), отражающий тепловыделяющие элементы, и дополнительные элементы их крепления к несущей конструкции;

– фрагмент модели тепловых процессов, отражающий условия охлаждения печатного узла в составе устройства (контактный теплообмен, конвекция, излучение, теплоперенос в каналах), который отражает граничные условия различного рода и их комбинации.

При растекании теплового потока по плоскости несущей конструкции можно принять ее по толщине изотермичной ввиду того, что в печатной плате, как правило, присутствует достаточно большое количество сквозных металлизированных отверстий и(или) элементов, монтаж которых осуществляется путем их установки в сквозные отверстия. Кроме того, толщина печатной платы много меньше других габаритных размеров печатной платы. Таким образом, тепловой поток без препятствий переходит с одной поверхности печатной платы на другую, а также распространяется по ее толщине (что особенно характерно для многослойных печатных плат) посредством передачи тепловой энергии через элементы печатного монтажа и выводы радиоэлементов.

С учетом вышеизложенного, а также на основе анализа конструктивно-технологических особенностей при анализе тепловых процессов несущей конструкции можно принять следующие два допущения [3]:

1. Исключается перепад температур по толщине односторонних, двухсторонних и многослойных печатных плат, а также металлического основания, используемого в качестве несущей конструкции.

2. Исключается теплоотдача с торцов несущей конструкции ввиду значительного преобладания линейных размеров платы печатной над ее толщиной.

#### *Библиографический список*

1. Гольдин В.В. Исследование тепловых характеристик РЭС методами математического моделирования: Монография / В.В. Гольдин, В.Г. Журавский и др.; Под ред. А.В. Сарафанова - М.: Радио и связь, 2003. - 456с.

2. Дульнев Г.Н. Методы расчета тепловых режимов прибора / Г.Н. Дульнев, В.Г. Парфенов, А.В. Сигалов. - М.: Радио и связь, 1990. - 312 с.

3. Касьян Н.Н. Комплексное математическое моделирование электрических и тепловых процессов радиоэлектронных средств / Н.Н. Касьян, А.С. Конавальчук, Ю.Н. Кофанов, В.Н. Крищук. - Зап.: ЗГТУ, 1995. - с 118.

### **БАЗА ДАННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ УЧАЩИХСЯ ШКОЛ**

В.С. Апанович, Н.Н. Чайчиц

Научный руководитель - Полубок В.А.

к.т.н., доц.

### **Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники**

Одним из ключевых этапов работы автоматизированной системы составления расписания занятий учащихся школ является сохранение полученных результатов в базу данных.

Предполагается, что расписание занятий должно быть доступно не только в качестве распечатанного на стенде документа, но и с помощью