

УДК 621.396.6 : 004.94

## КОМПОНОВКА РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Савёлов П. И., Щавлев А. А.

*Государственное предприятие «НПЦ Многофункциональных беспилотных комплексов»  
Национальной академии наук Беларуси  
Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** В данной работе определены основные задачи проектирования современных радиолэлектронных систем для обеспечения оптимальных тепловых режимов эксплуатации. При помощи САЕ модуля САПР SolidWorks проведены компьютерное моделирование по определению тепловых полей теплонагруженных блоков радиолэлектронной системы. Сформулированы основные принципы оптимизации компоновки радиолэлектронных систем.

**Ключевые слова:** радиолэлектронные системы, тепловые поля, оптимизация, компоновка.

## ABOUT THE DESIGN OF RADIO-ELECTRONIC SYSTEMS TO IMPROVE OPTIMAL OPERATION CONDITIONS

Savelov P., Shchavlev A.

*State Enterprise «SPC of multifunctional unmanned systems»  
NAS of Belarus  
Minsk, Republic of Belarus*

**Abstract.** The article defines the main tasks of designing modern radio-electronic systems in order to ensure optimal thermal operation modes. Using the CAE module of SolidWorks CAD, computer modelling was carried out to determine the thermal fields of the heat-loaded blocks of the radio-electronic system. The basic principles of optimisation of layout of radio-electronic systems are formulated.

**Key words:** radio-electronic systems, thermal fields, optimization, configuration.

*Адрес для переписки: Савёлов П. И., ул. Купревича, 10/7, г. Минск 220141, Республика Беларусь  
e-mail: i@savelov-1.ru*

Современная конкуренция среди производителей радиолэлектронной аппаратуры сейчас достигает высоких показателей. Основным способом конкурировать является уменьшение времени проектирования радиолэлектронной аппаратуры.

При разработке современных радио-электронных устройств, в особенности бортовых, сталкиваются с серьезными проблемами, основные из которых:

- повышение требований к надежности при усложнении условий эксплуатации;
- одновременное увеличение производительности, тепловой мощности и снижение массогабаритных параметров;
- необходимость сокращать сроки проектирования новых изделий.

Проектирование бортового оборудования новых беспилотных авиационных комплексов является модельно-ориентированным: конструирование и принятие технических решений проводится на основании разработки и анализа функциональных параметров твердотельных моделей деталей, узлов и беспилотных летательных аппаратов в целом, а также с учетом результатов компьютерного моделирования эксплуатационных характеристик разработанных изделий.

Сокращение трудоемкости конструкторских работ, сроков и себестоимости проектирования, изготовления и уменьшения затрат на эксплуата-

цию разработанных устройств невозможно без автоматизации конструкторских и научно-исследовательских работ при помощи систем автоматизированного проектирования. [1]

Современная радиолэлектронная аппаратура для удешевления производства все чаще состоит из отдельных блоков, с различными требованиями к условиям воздействия окружающей среды.

На этапе разработки робастных радиолэлектронных систем возникает необходимость системного изучения и отработки возможности функционирования системы и ее компонентов в рамках технического объекта, точное определение уровней внешних воздействий на систему, анализ оптимальных методов защиты от них и синтез проектных решений, обеспечивающих требуемую надежность функционирования системы.

В частности, проектирование современных систем включает решение следующих задач:

- выбор элементной базы с учетом требований к надежности и стойкости к режимам эксплуатации;
- обеспечение допустимых или улучшенных условий применения электронных компонентов при возможных отклонениях их параметров, режимов и внешних факторов;
- оптимизацию схемных и конструктивных решений с использованием методов математического и физического моделирования, основанными на критериях надежности и стойкости.

При проектировании бортовых электронных средств основной проблемой является их функционирование в сравнительно малых по объему защитных корпусах и наличия определенных тепловыделяющих мощностей. Это приводит к увеличению плотности выделяемой тепловой энергии и необходимости обеспечения ее рассеивания, как правило, в условиях пассивного охлаждения. Поэтому важной проблемой при разработке новых бортовых средств и их надежного функционирования является конструктивное обеспечение оптимального теплообмена с окружающей средой [2].

Основной проблемой, которую необходимо решать на этапе эскизного проектирования бортовой аппаратуры является взаимное влияние тепловых полей отдельных функциональных блоков.

Для интенсификации процесса проектирования новых радиоэлектронных систем и их оптимизации необходимо проведение моделирования тепловых полей отдельных блоков входящих в проектируемую систему с целью определения их абриса, площади и величины температур.

При помощи САЕ модуля САПР SolidWorks были проведены компьютерные исследования тепловых полей блоков самостоятельного функционального назначения. На рисунках 1 и 2 показаны конфигурации тепловых полей двух электронных блоков в защитном корпусе различной геометрии, имеющих различную величину тепловыделения (20 Вт) и конструктивные материалы несущих конструкций.

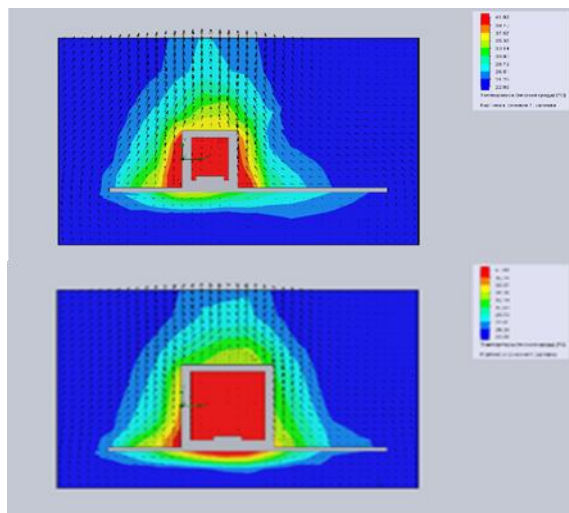


Рисунок 1 – Распределение тепловых полей электронных блоков. Материал защитного корпуса – АБС

Это позволяет установить границы взаимного влияния блоков, входящих в систему. При их применении в одном эксплуатационном объеме можно предварительно расположить их на достаточном удалении друг от друга основываясь на конфигурации тепловых полей, чтобы исключить

их взаимное влияние на величину температуры эксплуатации бортовых электронных систем.

Так же учитывая величину температуры тепловых полей позволяет оптимально размещать компоненты системы в эксплуатационном пространстве.

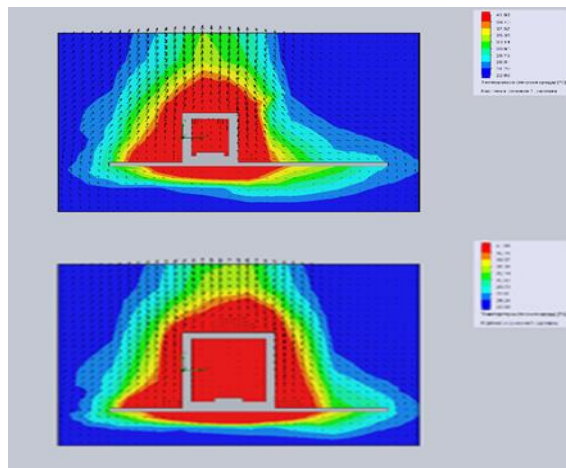


Рисунок 2 – Распределение тепловых полей электронных блоков. Материал защитного корпуса – сплав Д16

Проведенные исследования показали, что при функционировании бортовой электронной аппаратуры в условиях пассивного теплообмена, температурные поля, формирующиеся в окружающей среде, идентичны по абрису и площади. Но максимальная температура перегрева электронных компонентов, расположенных в устройстве с защитным корпусом из алюминиевого сплава Д16 ниже предельно допустимых значений.

Таким образом, предварительное компьютерные исследования конфигурации тепловых полей и определение возможного градиента температур окружающей среды на начальном этапе проектирования бортовой аппаратуры позволит оптимизировать компоновку авиационного оборудования уже на начальном этапе проектирования и минимизировать вероятность выработки ошибочных технических решений.

#### Литература

1. Савёлов, П. И. Применение САПР при проектировании беспилотных авиационных комплексов / П. И. Савёлов, А. А. Щавлев // Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении: материалы XI международной научно-практической конференции – Минск, 2023. – С. 134–135.
2. Савёлов, П. И. Исследование пассивного теплообмена бортовой электронной аппаратуры / П. И. Савёлов, А. А. Щавлев, М.П. Невгень // Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении: материалы VIII международной научно-практической конференции – Минск, 2023. – С. 136–137.