

Федеральная целевая программа «Развитие электронной компонентной базы и электроники на 2008-2015 годы»

Работа выполняется в рамках субподряда к договору между ОАО «Информационные спутниковые системы» им. акад. М.Ф. Решетнева и Федеральным космическим агентством

Руководитель: к.ф.-м.н. В.А. Деревянко

Тема: «Разработка программного комплекса теплового моделирования бортовой радиоэлектронной аппаратуры».

Этап № 4 : Разработка математической модели расчета бортовой РЭА. Разработка интерфейса между создаваемым программным комплексом и пакетами компьютерного проектирования приборов. Разработка программного комплекса теплового моделирования бортовой РЭА.

Разработана математическая модель для расчета бортовой РЭА. Представлен пользовательский интерфейс для ввода и импорта данных, а также для вывода и визуализации результатов моделирования. Создан программный модуль «Прибор», обеспечивающий единый расчет теплового режима прибора, включая элементы теплоотводящего основания.

Математическая модель предназначена для расчета теплового режима прибора бортовой РЭА. Прибор состоит из набора блоков, размещенных в едином корпусе, и установлен на теплоотводящую панель с охлаждающими магистралями. Моделирование теплового режима прибора проводится с учетом тепловых взаимосвязей между всеми блоками посредством тепловых контактов через стенки прибора, а также переноса тепла излучением между внутренними поверхностями прибора. При этом учтено взаимное влияние блоков друг на друга через дно прибора и теплоотводящую панель с протекающей охлаждающей жидкостью. Также учтены процессы тепломассопереноса в теплоотводящих конструкциях на основе фазовых переходах, которые могут быть встроены в блоки РЭА. В качестве теплоотводящего основания рассматривается два варианта конструкции: сотовая панель со встроенными трубами, по которым протекает жидкий теплоноситель, или сплошная панель с каналами для охлаждающей жидкости. Для решения задачи разработан вычислительный алгоритм, позволяющий рассчитывать

температуру ЭРИ, распределения температурных полей поверхностей блоков РЭА в составе прибора, стенок, теплоотводящей панели и охлаждающей жидкости. Вычислительный алгоритм позволяет решать единую тепловую задачу блоков РЭА в составе прибора, стенок корпуса и элементов теплоотводящей панели с охлаждающими магистралями.

На основе модели разработан программный модуль «Прибор», который реализует математическую модель бортовой РЭА. Модуль включен в единый программный комплекс теплового моделирования бортовой РЭА, который обеспечивает расчет теплового режима прибора. Программный комплекс оснащен графическим пользовательским интерфейсом, позволяющим задавать необходимые входные параметры задачи, проводить расчет и получать результат в графическом виде (Рис. 2, 3). Визуализация результатов расчетов обеспечивает просмотр температурных полей поверхностей блоков, стенок корпуса и теплоотводящего основания.

Разработанный программный комплекс позволяет оперативно изменять варианты компоновки блоков, контролировать температуру в основании блоков и бортовой РЭА, оценивать изменение температуры компонентов в блоках при изменении компоновки за счет взаимного влияния блоков, оценивать изменение температуры в блоках в режиме испытания (вакуум – атмосфера, невесомость – гравитация), формировать тепловой паспорт прибора.

Программный модуль был установлен и протестирован на компьютерах ОАО «ИСС» им. акад. М.Ф. Решетнева. Дистрибутив программного комплекса передан заказчику.

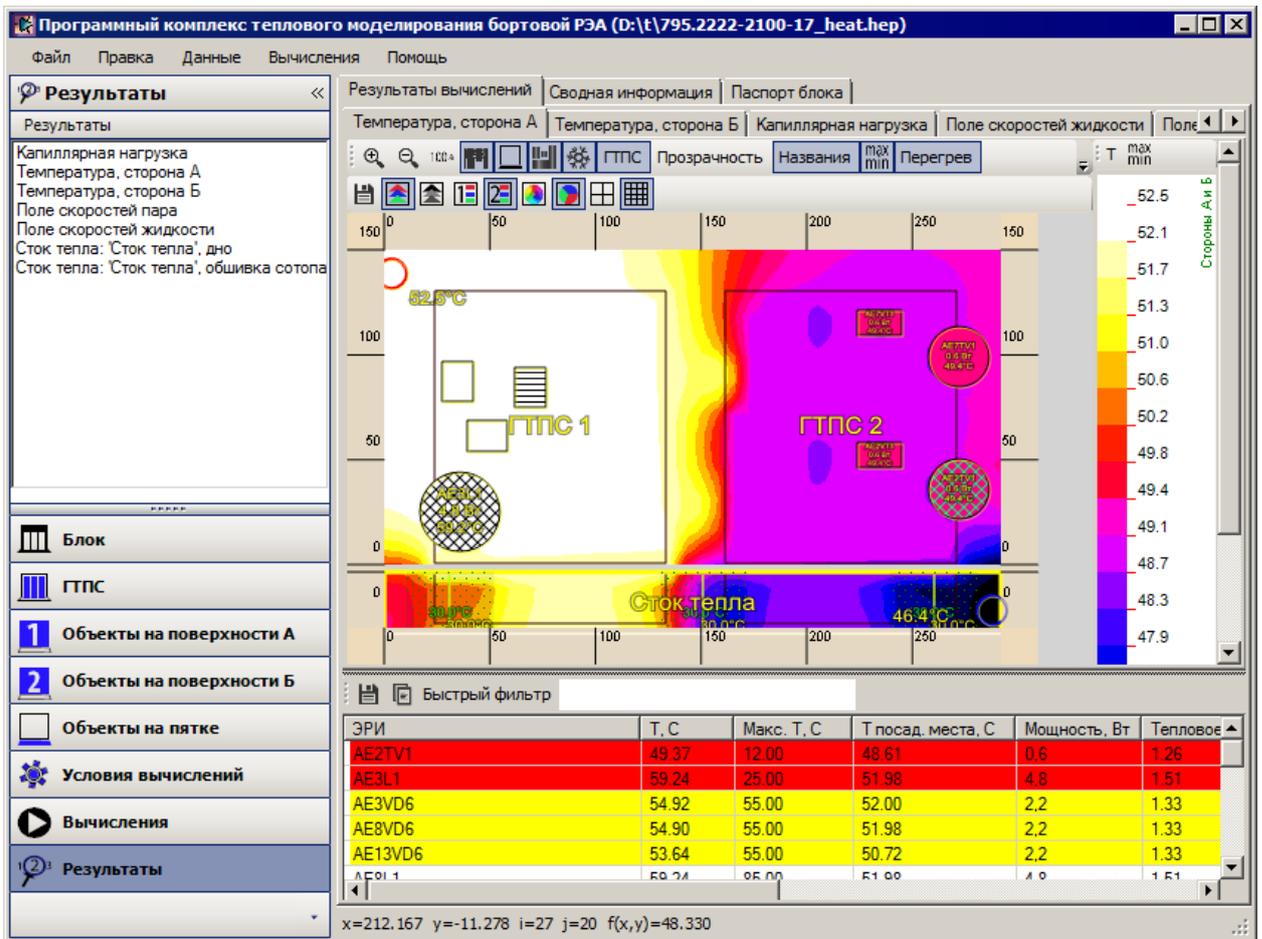


Рис. 2. Визуализация результатов расчета теплового режима блока

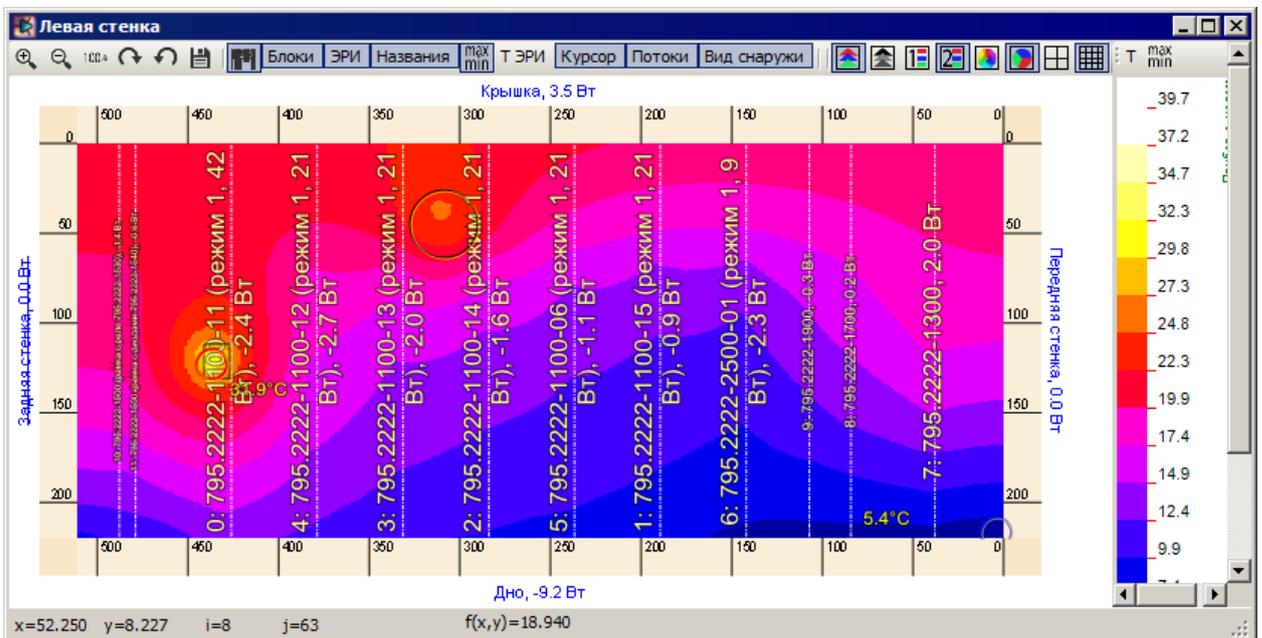


Рис.3. Температурное поле левой стенки. Места крепления блоков показаны пунктирными линиями.

Этап № 5: Разработка методики теплового моделирования при помощи программного комплекса. Разработка программы экспериментальной отработки программного комплекса.

Выполнена доработка программного комплекса, проведено усовершенствование интерфейса программы. Добавлены средства теплового моделирования бортовой РЭА, в составе которой имеются гипертеплопроводящие секции.

Улучшены механизм визуализации температурных полей и функция импорта данных, расширены возможности анализа результатов моделирования. Добавлена возможность просмотра расширенной сводной информации о результатах теплового моделирования: значения температур в ключевых точках, потоки между элементами системы, перепад температур, информация о перегревах, режим работы и состояние гипертеплопроводящей секции (ГТПС). В рамках доработки вычислительной модели реализована возможность моделирования работы ГТПС при температурах ниже точки замерзания теплоносителя, при этом учитывается частичное или полное замерзание жидкости и снижение эффективности ГТПС при низких температурах. Дополнительно реализована возможность теплового моделирования прибора с источниками тепла на стенках и крышке.

Разработана методика теплового моделирования бортовой РЭА, в составе которой имеются ГТПС. Определен порядок действий для решения тепловых задач для отдельного блока и для прибора в целом. Разработана программа экспериментальной отработки, которая определяет перечень и порядок операций для проверки и подтверждения корректной работы программного комплекса теплового моделирования бортовой РЭА.

Доработанный программный модуль был установлен и протестирован на компьютерах ОАО «ИСС» им. акад. М.Ф.Решетнева. Дистрибутив программного комплекса передан заказчику.