

Система создания карт рабочих режимов электрорадиоизделий

А.С. Шалумов

Доктор технических наук, профессор, академик Международной академии информатизации, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, заведующий кафедрой информационных технологий Владимирского филиала РАНХиГС, Генеральный директор ООО «НИИ «АСОНИКА»
ALS140965@mail.ru

Вся современная техника (ракеты, самолеты, танки, корабли, подводные лодки, автомобили) обязательно включает электронную аппаратуру, которая состоит из печатных плат, микросхем и др. И если одна из них не работает, то не функционирует вся техника.

Работу аппаратуры значительно ухудшают воздействия вибраций, ударов, тепла, электромагнитных полей, радиации и др. Поэтому важным этапом создания электронной аппаратуры являются ее испытания на все эти воздействия. Испытания обходятся очень дорого, требуют много времени и часто не позволяют правильно прогнозировать состояние электронной аппаратуры в реальных условиях, особенно в критических режимах.

В последнее время произошло большое число катастроф космических аппаратов, таких как ГЛОНАСС, «Фобос-Грунт», «Меридиан», ПРОТОН и др. Все эти катастрофы обусловлены тем, что фактически не проводится моделирование электронных приборов космических аппаратов на воздействие внешних дестабилизирующих факторов, в том числе в критических ситуациях. Из-за этого наше государство несет многомиллиардные потери. Однако моделирование электронных приборов космических аппаратов невозможно проводить без наличия необходимого специализированного программного обеспечения и базы данных электронных компонентов и конструкционных материалов. В данной статье рассматривается такая система и такая база данных. Речь идет о

разработанной авторами автоматизированной системе обеспечения надежности и качества аппаратуры АСОНИКА [1 - 16].

При этом каждое предприятие оборонного значения обязательно должно готовить для электронной аппаратуры карты рабочих режимов электрорадиоизделий (ЭРИ). Как же дело обстоит сейчас с картами рабочих режимов ЭРИ на предприятиях? Есть несколько вариантов:

1. Предприятие создает карты рабочих режимов ЭРИ полностью вручную. То есть работники заполняют формы в WORD. Параметры в схеме вводят "с потолка". И здесь доминируют температуры (для всех форм) и ускорения ЭРИ (для формы 5), которые пользователю неизвестны. Испытания он проводить все равно не будет. Не хватает времени или нет возможности. Рассчитывать он их не может, если нет системы АСОНИКА. Отечественных и зарубежных аналогов системы АСОНИКА нет. Параметры по НД берут из справочников. Причем для одного и того же ЭРИ, но для разных проектов, постоянно обращаются к справочникам вновь и вновь, теряя время. Кроме того, в справочниках есть не вся информация. Также ряд параметров по НД зависит от параметров в схеме, например, от температуры. Так как параметры в схеме вводятся "с потолка", то и эти параметры по НД недостоверны. В результате созданные карты рабочих режимов ЭРИ являются пустой отпиской.

2. Предприятие использует старые (даже советские) программы. Да, там есть база данных ЭРИ. Но эти программы крайне не удобны. Ими могут пользоваться лишь некоторые люди. Массового применения такие программы не получили. Они не сертифицированы военными. Эти программы не имеют модулей расчета температур и ускорений ЭРИ, а также электрических характеристик. Поэтому параметры в схеме по прежнему вводятся "с потолка". Это лучше, чем в п.1, но, тем не менее, достоверность таких карт рабочих режимов ЭРИ крайне низкая.

3. Автоматизированное создание карт рабочих режимов ЭРИ на основе комплексного моделирования тепловых и механических процессов в

электронной аппаратуре с помощью Автоматизированной системы обеспечения надежности и качества аппаратуры АСОНИКА. Здесь рассчитываются температуры и ускорения ЭРИ при всех механических воздействиях путем иерархического анализа от шкафа, блока, печатного узла и до каждого ЭРИ. Рассчитанные температуры и ускорения ЭРИ передаются в подсистему создания карт рабочих режимов ЭРИ АСОНИКА-Р автоматически. Таким образом, в подсистеме АСОНИКА-Р явная экономия времени на ввод данных как за счет удобного интерфейса, так и за счет наличия базы данных ЭРИ и предварительного расчета температуры и ускорения ЭРИ. Также резко повышается достоверность карт. Тепловые и механические параметры в схеме рассчитываются в системе АСОНИКА. Автоматически учитывается зависимость параметров по НД от параметров в схеме, например, от температуры. Данные из карт рабочих режимов ЭРИ автоматически передаются в подсистему анализа показателей надежности АСОНИКА-Б, что также является большим преимуществом системы АСОНИКА. Система АСОНИКА - единственная отечественная система моделирования электронной аппаратуры на внешние воздействия и создания карт рабочих режимов ЭРИ, которая сертифицирована Министерством обороны РФ, которая по лицензии РОСКОСМОСа уже 10 лет применяется при проектировании космической аппаратуры, в частности, в ОАО "РКК "Энергия" при создании электронных приборов для Международной космической станции.

Альтернативы системе АСОНИКА нет и не будет в ближайшие 20 лет. Чем быстрее предприятие осознает необходимость применения системы АСОНИКА и ее безальтернативность, тем лучше для самого предприятия, тем более конкурентоспособной, надежной и качественной будет разрабатываемая на данном предприятии электронная аппаратура.

Система АСОНИКА - единственная отечественная система подобного типа. В нынешних условиях санкций и необходимости

импортозамещения разумные предприятия должны выстроиться в очередь за приобретением системы АСОНИКА, а также за дальнейшим обслуживанием высокопрофессиональным коллективом разработчиков системы АСОНИКА, состоящим исключительно из кандидатов и докторов наук.

В течение тридцати лет мы, преодолевая все преграды, создавали и апробировали на многих российских предприятиях, прежде всего оборонной, космической и авиационной отраслей, технологию двойного назначения. Суть этой технологии состоит в следующем: используя автоматизированную систему обеспечения надежности и качества аппаратуры (АСОНИКА), можно с помощью компьютера предвидеть и предотвращать всевозможные отказы еще не изготовленной электронной аппаратуры, предназначенной для функционирования на военных, космических и гражданских объектах. И все это можно сделать в течение нескольких часов и очень наглядно.

Применение системы АСОНИКА обеспечит автоматизированное проектирование сложных радиоэлектронных средств (РЭС) в условиях воздействия внешних дестабилизирующих факторов в соответствии с требованиями CALS-технологий на этапах проектирование–производство–эксплуатация и тем самым обеспечит:

- повышение качества проектирования сложных РЭС;
- исключение критических ошибок при проектировании сложных РЭС;
- сокращение времени и трудоемкости работ по проектированию сложных РЭС;
- достижение полного охвата всех этапов жизненного цикла продукции от маркетинговых исследований до утилизации в соответствии со стандартами CALS-технологий;
- учет наиболее полного спектра воздействующих факторов (механических, тепловых, электромагнитных, радиационных);

– снижение сроков и затрат на проектирование за счет доступности разработчику сложных РЭС предлагаемых программных средств и адекватности результатов моделирования.

Актуальность задач, связанных с автоматизацией проектирования и моделирования радиоэлектронных средств (РЭС), в том числе ракетно-космической и военной техники, была рассмотрена и поддержана В.В. Путиным на выставке 11 декабря 2009 г. в г. Санкт-Петербурге. В.В. Путин лично ознакомился с системой АСОНИКА, отметил важность данного проекта для отечественной промышленности и рекомендовал профильным министерства оказывать поддержку развития данных исследований (см. сайт www.asonika.com).

Из Указа Президента РФ от 7 мая 2012 г. №603 «О реализации планов (программ) строительства и развития Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов и модернизации оборонно-промышленного комплекса» следует, что «планируется внедрить систему управления полным индустриальным циклом производства вооружения, военной и спецтехники – от моделирования и проектирования до серийного выпуска изделий, обеспечения их эксплуатации и дальнейшей утилизации». Реализация данного пункта Указа невозможна без применения системы АСОНИКА, так как в России отсутствуют аналогичные системы и научные школы с соответствующим научно-техническим заделом. Для создания аналога системы АСОНИКА необходимо не менее двадцати лет интенсивной работы.

Данная статья предоставляет разработчикам РЭС возможность познакомиться с автоматизированной системой АСОНИКА и принять обоснованное решение о ее выборе для применения в процессе проектирования РЭС.

Решением Президиума Российской академии естествознания 29.06.11 г. официально зарегистрирована научная школа «Научная школа моделирования, информационных технологий и автоматизированных систем

(НШ МИТАС)» (основатель научной школы профессор А.С. Шалумов). Информация о научной школе НШ МИТАС опубликована в энциклопедии «Российские научные школы». Основным результатом ее работы является автоматизированная система обеспечения надежности и качества аппаратуры (АСОНИКА).

С помощью системы АСОНИКА осуществляется автоматизированное проектирование и комплексное компьютерное моделирование высоконадежных РЭС в соответствии с требованиями CALS-технологий на этапах проектирование–производство–эксплуатация. Предлагаемая технология предназначена для применения в процессе проектирования РЭС и замены испытаний компьютерным моделированием на ранних этапах проектирования, что позволяет значительно сократить количество испытаний и возможных итераций при проектировании РЭС.

Система АСОНИКА предназначена для решения четырех основных проблем, существующих при разработке современных РЭС:

- предотвращение возможных отказов при эксплуатации на ранних этапах проектирования за счет комплексного моделирования разнородных физических процессов;

- обеспечение безопасности человека при полетах на самолетах (предотвращения авиакатастроф) за счет комплексного автоматизированного анализа системы управления самолетом на основе созданной электронной модели при всех видах внешних дестабилизирующих факторах, в том числе в критических режимах;

- сокращение сроков и затрат на проектирование за счет доступности разработчику аппаратуры предлагаемых программных средств и адекватности результатов моделирования;

- автоматизация документооборота и создание электронной модели РЭС за счет интеграции предлагаемых программных средств в рамках PDM-системы хранения и управления инженерными данными и жизненным циклом аппаратуры.

Эксплуатация бортовых РЭС характеризуется воздействием на них совокупности жестких внешних факторов, которые действуют одновременно, что приводит к отказам системного характера. Такие отказы трудно выявить при испытаниях, так как нет стендов, которые позволяли бы комплексно воспроизвести одновременно электрические процессы функционирования, сопутствующие тепловые, механические, аэродинамические, радиационные и другие внешние воздействия, технологические явления случайных разбросов параметров, старение, коррозию и другие деградиционные факторы. Проблема осложняется тем, что современные РЭС включают в себя сложные микроэлектронные изделия, обладающие определенными физико-технологическими особенностями, которые также должны быть учтены при комплексном математическом моделировании. Все эти факторы в своем совокупном и взаимосвязанном проявлении обязательно должны быть правильно учтены при схемно-конструкторско-технологическом проектировании, что можно выполнить только с помощью ЭВМ. В этом случае действительно могут быть заранее выявлены и устранены основания для системных отказов и обеспечены высокие показатели надежности РЭС.

Причины существования четырех перечисленных проблем коренятся в недостатках процессов проектирования и отработки создаваемых образцов, связанных со слабым применением автоматизированных методов проектирования и современных информационных технологий, базирующихся на комплексном математическом моделировании одновременно протекающих в РЭС процессов (электрических, тепловых, механических, аэродинамических, электромагнитных и других), обусловленных как функционированием аппаратуры и воздействием внешних факторов, так и ее износом и старением. Выход из создавшегося положения лежит в унификации математических моделей разнородных физических процессов на основе существующей аналогии протекания. Это позволяет значительно снизить трудоемкость интеграции их в единую комплексную модель, обеспечить полноту и достоверность результатов

моделирования, разработать соответствующую методологию и реализующую ее принципиально новую многофункциональную автоматизированную систему анализа схмотехнических и конструктивно-технологических решений и надежности проектируемых РЭС. Данная система получила название АСОНИКА. Система АСОНИКА внедрена на множестве предприятий военно-промышленного комплекса Российской Федерации.

Это первая российская автоматизированная система моделирования, которая рекомендуется специальными руководящими документами Министерством обороны РФ для замены испытаний электронной аппаратуры на ранних этапах проектирования, что позволяет создавать конкурентоспособную аппаратуру в минимальные сроки и с минимальными затратами.

Система АСОНИКА обеспечивает дополнение обычного перечня конструкторской документации результатами расчетов и моделями, по которым эти расчеты проведены. Тем самым формируется электронный виртуальный макет создаваемой аппаратуры, который может быть передан на этапы изготовления и эксплуатации. В рамках системы АСОНИКА реализуется специальный программный комплекс, который формирует структуру электронного (виртуального) макета разрабатываемой аппаратуры, наполняет данную структуру результатами работы проблемных подсистем системы АСОНИКА. Эти подсистемы позволяют моделировать электрические, тепловые, аэродинамические, механические и деградационные процессы в аппаратуре, осуществляют диагностическое моделирование, анализ показателей надежности, а также позволяют интегрироваться с системами топологического проектирования систем и устройств телекоммуникаций Mentor Graphics, Altium Designere, PCAD и др.

Программный комплекс управляет процессом отображения результатов модельных экспериментов на геометрической модели, входящей в состав электронного макета, а также преобразует электронный макет после его обработки в формат стандарта ISO 10303 STEP. Данные, входящие в

электронный макет, используются на последующих стадиях жизненного цикла РЭС.

В настоящее время система АСОНИКА состоит из тринадцати подсистем:

- анализа типовых конструкций блоков РЭС на механические воздействия АСОНИКА-М;

- анализа типовых конструкций шкафов и стоек РЭС на механические воздействия АСОНИКА-М-ШКАФ;

- анализа и обеспечения стойкости произвольных объемных конструкций, созданных в системах ProEngineer, SolidWorks и других САО-системах в форматах IGES и SAT, к механическим воздействиям АСОНИКА-М-3D;

- анализа и обеспечения стойкости к механическим воздействиям конструкций РЭС, установленной на виброизоляторах, АСОНИКА-В;

- анализа и обеспечения тепловых характеристик конструкций аппаратуры АСОНИКА-Т;

- анализа конструкций печатных узлов РЭС на тепловые и механические воздействия АСОНИКА-ТМ;

- автоматизированного заполнения карт рабочих режимов электрорадиоизделий (ЭРИ) АСОНИКА-Р;

- анализа показателей надежности РЭС с учетом реальных режимов работы ЭРИ АСОНИКА-Б;

- справочная база данных электрорадиоизделий и материалов по геометрическим, физико-механическим, теплофизическим, электрическим и надежностным параметрам АСОНИКА-БД;

- идентификации физико-механических и теплофизических параметров моделей РЭС АСОНИКА-ИД;

- анализа усталостной прочности конструкций печатных плат и электрорадиоизделий при механических воздействиях АСОНИКА-УСТ;

– анализа и обеспечения электромагнитной совместимости РЭС АСОНИКА-ЭМС;

– управления моделированием РЭС при проектировании АСОНИКА-УМ.

Система АСОНИКА включает в себя следующие конверторы с известными САПР:

– модуль интеграции системы моделирования электрических процессов в схемах PSpice и подсистем АСОНИКА-Р, АСОНИКА-Б (ведется разработка модулей интеграции с системами Mentor Graphics и Altium Designere);

– модуль интеграции систем проектирования печатных узлов PCAD, Mentor Graphics, Altium Designere и подсистемы АСОНИКА-ТМ;

– модуль интеграции 3D модели, созданной в системах КОМПАС, ProEngineer, SolidWorks, Inventor, T-FLEX в форматах IGES, SAT и подсистемы АСОНИКА-М (версия АСОНИКА-М-3D).

Предполагается разработка подсистемы радиационной стойкости РЭС АСОНИКА-РАД.

Структура автоматизированной системы АСОНИКА (рис. 1) предусматривает, что в процессе проектирования, в соответствии с требованиями CALS-технологий, на базе подсистемы управления данными при моделировании АСОНИКА-УМ (PDM-системы) и с использованием подсистем моделирования происходит формирование электронной модели изделия.

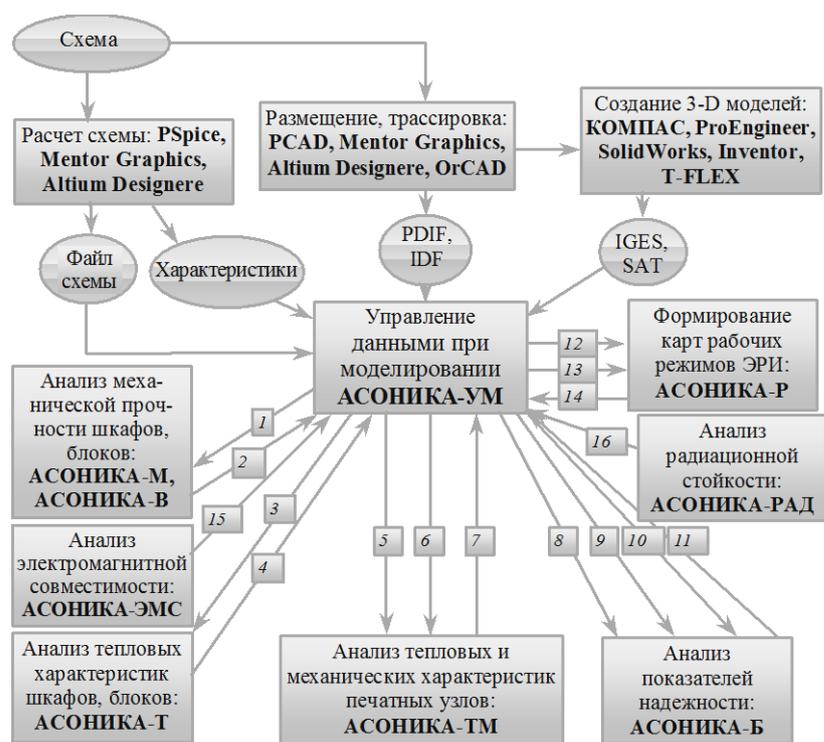


Рисунок 1 - Структура автоматизированной системы АСОНИКА

С помощью специального графического редактора вводится электрическая схема, которая сохраняется в базе данных проектов в подсистеме АСОНИКА-УМ и передается в виде файла в системы анализа электрических схем PSpice, Mentor Graphics и Altium Designere, а также в системы размещения и трассировки печатных плат PCAD, Mentor Graphics и Altium Designere. Выходные файлы системы PCAD в формате PDF и Mentor Graphics и Altium Designere в формате IDF либо сохраняются в подсистеме АСОНИКА-УМ, либо направляются в системы AUTOCAD, КОМПАС, ProEngineer, SolidWorks, Inventor, T-FLEX для создания чертежей и опять-таки сохраняются в подсистеме АСОНИКА-УМ. В подсистему АСОНИКА-УМ также передаются 3-D модели шкафов и блоков РЭС, созданные в системах КОМПАС, ProEngineer, SolidWorks, Inventor, T-FLEX в форматах IGES и SAT, которые из нее направляются в подсистемы АСОНИКА-М и АСОНИКА-В (1) для анализа механических процессов в шкафах и блоках РЭС, а также в подсистему АСОНИКА-Т (3) для анализа тепловых процессов в шкафах и блоках РЭС.

Полученные в результате моделирования напряжения, перемещения, ускорения и температуры в конструкциях шкафов и блоков сохраняются в подсистеме АСОНИКА-УМ (2, 4). Чертежи печатных узлов (ПУ) и спецификации к ним, а также файлы в форматах PDF и IDF передаются из подсистемы АСОНИКА-УМ в подсистему АСОНИКА-ТМ (5) для комплексного анализа тепловых и механических процессов в ПУ. Кроме того, передаются температуры воздуха в узлах, полученные в подсистеме АСОНИКА-Т, а также ускорения опор, полученные в подсистеме АСОНИКА-М (6). Полученные в результате моделирования температуры и ускорения ЭРИ сохраняются в подсистеме АСОНИКА-УМ (7).

Перечень ЭРИ (8), файлы с электрическими характеристиками ЭРИ (9), температурами и ускорениями ЭРИ (10), результаты электромагнитного (15) и радиационного (16) анализа, полученные в подсистемах АСОНИКА-ЭМС и АСОНИКА-РАД, передаются из подсистемы АСОНИКА-УМ в подсистему анализа показателей надежности РЭС АСОНИКА-Б. Полученные в результате показатели надежности РЭС сохраняются в подсистеме АСОНИКА-УМ (11). Перечень ЭРИ, файлы с электрическими характеристиками ЭРИ (12), температурами и ускорениями ЭРИ (13) передаются из подсистемы АСОНИКА-УМ в подсистему формирования карт рабочих режимов ЭРИ АСОНИКА-Р. Полученные в результате карты рабочих режимов сохраняются в подсистеме АСОНИКА-УМ (14).

Система ориентирована на разработчика РЭС. С этой целью в подсистемах АСОНИКА-М и АСОНИКА-ТМ созданы специальные интерфейсы для ввода типовых конструкций аппаратуры – шкафов, блоков, печатных узлов, что значительно упрощает анализ физических процессов в РЭС.

Если бы пользователь строил модель механических процессов сложного шкафа или блока в обычной конечно-элементной системе, например ANSYS, ему пришлось бы вначале пройти специальное обучение и набраться опыта, что заняло бы примерно около года, а затем в течение

нескольких часов вводить саму модель. Для работы с системой АСОНИКА не нужно специального обучения, достаточно просто ввести в нее на доступном конструктору языке то, что представлено на чертеже. Ввод того же сложного шкафа может быть осуществлен в течение получаса.

Таким образом, полноценный комплексный анализ шкафа на тепловые и механические воздействия вплоть до каждого ЭРИ (получаем ускорения и температуры на каждом элементе) может быть проведен в течение 1 дня.

Подсистема АСОНИКА-М позволяет анализировать блоки кассетного, этажерочного и цилиндрического типов, шкафы радиоэлектронных средств и проводить расчет на следующие виды механических воздействий:

- гармоническая вибрация;
- случайная вибрация;
- удар;
- линейное ускорение.

В результате моделирования могут быть получены:

- зависимости ускорений от частоты и времени в контрольных точках и узлах конструкции;
- перемещения, прогибы, ускорения и напряжения участков конструкции блоков и шкафов;
- деформации блоков и шкафов;
- ускорения в местах крепления печатных узлов, необходимые для их дальнейшего анализа вплоть до каждого ЭРИ в подсистеме АСОНИКА-ТМ.

Подсистема АСОНИКА-М включает в себя базу данных со справочными геометрическими, теплофизическими и физико-механическими параметрами конструкционных материалов.

Подсистема АСОНИКА-В предназначена для анализа механических характеристик конструкций шкафов, стоек и блоков РЭС, установленных на виброизоляторах, при воздействии гармонической вибрации, случайной вибрации, ударных нагрузок, линейного ускорения, при воздействии акустических шумов и на основе полученных механических характеристик

для принятия решения по поводу обеспечения стойкости аппаратуры при механических воздействиях. Подсистема имеет специальный графический интерфейс ввода конструкции на виброизоляторах. Подсистема позволяет идентифицировать параметры виброизоляторов, а также оптимизировать их с целью снижения нагрузок на конструкцию. В результате моделирования могут быть получены зависимости ускорений конструкции на виброизоляторах от частоты и времени. Подсистема АСОНИКА-В включает в себя базу данных со справочными параметрами виброизоляторов.

Подсистема АСОНИКА-Т позволяет анализировать тепловые характеристики следующих типов конструкций РЭС: микросборок, радиаторов и теплоотводящих оснований, гибридно-интегральных модулей, блоков этажерочной и кассетной конструкции, шкафов, стоек, а также произвольных конструкций РЭС.

Подсистема дает возможность провести анализ стационарного и нестационарного тепловых режимов аппаратуры, работающей при естественной и вынужденной конвекциях в воздушной среде как при нормальном, так и при пониженном давлении.

При анализе произвольных конструкций определяются температуры выделенных изотермических объемов и выводятся графики зависимости температур от времени для нестационарного теплового режима.

Подсистема АСОНИКА-Т включает в себя базу данных со справочными теплофизическими параметрами конструкционных материалов.

Подсистема анализа конструкций печатных узлов РЭС на тепловые и механические воздействия АСОНИКА-ТМ позволяет анализировать печатные узлы РЭС и проводить расчет стационарного и нестационарного тепловых режимов:

- как при нормальном, так и при пониженном давлении;
- при следующих видах механических воздействий: гармоническая вибрация; случайная вибрация; удар; линейное ускорение; акустический шум.

Подсистема имеет специальный графический интерфейс ввода конструкции печатного узла.

В результате моделирования могут быть получены:

- зависимости ускорений от частоты и времени в контрольных точках конструкции;
- максимальные температуры, ускорения и напряжений участков печатных узлов и электрорадиоизделий;
- формы колебаний печатных узлов на собственных частотах;
- карты тепловых и механических режимов электрорадиоизделий.

Подсистема АСОНИКА-Р предназначена для облегчения и ускорения процесса заполнения карт рабочих режимов ЭРИ. В подсистему заложены все возможные формы карт рабочих режимов последней редакции РДВ.319.01.09-94 (2000 года). Результаты работы подсистемы – заполненные карты режимов ЭРИ – автоматически конвертируются программой в текстовый процессор WORD, где они могут быть отредактированы и распечатаны. Подсистема имеет необходимую базу данных, в которой находится информация о предельных значениях параметров ЭРИ, взятая из нормативно-технической документации (НТД).

Подсистема АСОНИКА-Б позволяет анализировать шкафы, блоки, печатные узлы, ЭРИ и решать следующие задачи:

- определение показателей безотказности всех ЭРИ;
- обоснование необходимости и оценка эффективности резервирования РЭС.

Подсистема поддерживает:

- пассивное резервирование с неизменной нагрузкой;
- активное нагруженное резервирование;
- активное ненагруженное резервирование;
- активное облегченное резервирование.

В результате моделирования могут быть получены эксплуатационные интенсивности отказов, вероятности безотказной работы и среднее время

безотказной работы РЭС. Сервисное обеспечение подсистемы АСОНИКА-Б включает в себя базу данных с математическими моделями для расчета значений эксплуатационной интенсивности отказов ЭРИ и значениями коэффициентов, входящих в модели, а также редактор базы данных. Подсистема позволяет импортировать данные о составе конструкции из других САПР электроники (P-Cad), а также тепловые и электрические характеристики ЭРИ из других подсистем системы АСОНИКА.

Подсистема АСОНИКА-УМ, предназначенная для управления моделированием РЭС при проектировании, позволяет осуществить интеграцию САПР, внедрённых на предприятии (Pro/ENGINEER, P-CAD, АСОНИКА, КОМПАС, AutoCAD, PSpice и др.), и управлять передачей данных между подсистемами при моделировании в процессе конструкторского проектирования РЭС. Подсистема интегрируется с любой используемой на предприятии PDM-системой. В ходе проектирования подсистема позволяет сформировать комплексную электронную модель РЭС в рамках математических моделей тепловых, электрических, аэродинамических, механических процессов и математической модели надежности и качества РЭС.

Реализация описанной интеграции положила начало развитию и внедрению CALS-технологий на предприятиях радиоэлектронной и приборостроительной отраслей. Практические и инновационные результаты работы состоят в следующем. Интеграция программных продуктов позволяет выполнить сквозное автоматизированное проектирование РЭС на основе комплексного моделирования физических процессов. Язык интерфейса пользователя с программами максимально приближен к языку разработчика РЭС. На освоение предлагаемых программ требуется сравнительно малое время. При их внедрении достигается достаточно высокая скорость решения задач моделирования и значительная экономия материальных средств за счет сокращения количества испытаний. Повышается надежность и качество РЭС, проектируемой на основе предлагаемой интегрированной САПР.

Информационная согласованность всей системы обеспечивается на уровне электронной модели РЭС, информация в которой представлена в виде совокупности информационных объектов и взаимосвязей между ними, регламентированных стандартом ISO 10303 STEP, при отсутствии дублирования информации. В этом случае существует необходимость только в интерфейсах между каждой отдельно взятой подсистемой и подсистемой АСОНИКА-УМ. Данные интерфейсы позволяют преобразовать совокупность информационных объектов электронной модели РЭС, описывающих исходные данные для целевой подсистемы, в файлы проекта данной подсистемы и, наоборот, преобразовать файлы проекта исходной подсистемы в совокупность информационных объектов электронной модели РЭС и взаимосвязей между ними, регламентированных стандартом ISO 10303 STEP, гарантируя однозначность представления информации в электронной модели РЭС.

Данное решение информационной согласованности обеспечивает гибкость структуры системы АСОНИКА. Таким образом, при обновлении и замене существующих подсистем, а также при добавлении новых подсистем в данную структуру необходимо провести изменения интерфейсов интеграции с подсистемой АСОНИКА-УМ только подсистем, подлежащих замене либо вводимых в состав структуры. Сложность интерфейсов определяется используемыми в качестве компонентов сквозной САПР РЭС программными системами.

Целью внедрения системы АСОНИКА является повышение эффективности работы структурных подразделений предприятия, приведение их в соответствие с современными мировыми и отечественными стандартами качества, сокращение сроков проектирования и разработки наукоемких РЭС, повышение надежности разрабатываемых РЭС.

Внедрение данного программного комплекса позволяет получить значительную экономию материальных средств за счет сокращения

количества испытаний при внедрении предлагаемого программного обеспечения.

Таким образом, результатом внедрения системы АСОНИКА станет переход на принципиально новый уровень информационных технологий, что позволит расширить номенклатуру выпускаемой продукции, сократить сроки выхода на рынок новых изделий, снизить брак и затраты на производство.

Литература:

1. Шалумов А.С., Кофанов Ю.Н., Куликов О.Е., Травкин Д.Н., Соловьев Д.Б., Першин О.Е. Динамическое моделирование сложных радиоэлектронных систем // Динамика сложных систем. – 2011. - № 3. - С.51-59.
2. Чабриков С.В., Шалумов А.С., Шалумова Н.А. Расчет коэффициентов облученности и автоматизация построения тепловых моделей для типовых конструкций радиаторов в подсистеме анализа и обеспечения тепловых характеристик конструкций радиоэлектронных средств АСОНИКА-Т // Динамика сложных систем. – 2012. - № 2. - С.103-108.
3. Урюпин И.С., Шалумов А.С., Тихомиров М.В., Першин Е.О. Разработка алгоритма расчета надежности несущих конструкций изделий радиоэлектронной аппаратуры при механических воздействиях // Динамика сложных систем. – 2012. - № 3. - С.100-105.
4. Урюпин И.С., Шалумов А.С. Разработка методики подготовки данных к расчетам в программном комплексе АСОНИКА // Динамика сложных систем. – 2012. - № 4. - С.65-70.
5. Семененко А.Н., Шалумов М.А., Малов А.В., Куликов О.Е. Разработка методики идентификации тепловых параметров, методов охлаждения и моделирования тепловых процессов в радиоэлектронных средствах произвольной конструкции // Динамика сложных систем. – 2012. – № 3. – С.106–110.

6. Шалумов М.А. Моделирование тепловых процессов в блоках произвольной конструкции // Динамика сложных систем. – 2012. – № 4. – С.62–64.

7. Шалумов М.А. Реализация автомата для построения моделей тепловых процессов произвольных конструкций РЭС в составе системы АСОНИКА // Динамика сложных систем. – 2013. – № 2. – С.67–71.

8. Шалумов М.А., Шалумов А.С. Фундаментальные основы моделирования тепловых процессов в радиоэлектронных средствах // Фундаментальные исследования. – 2013. - № 10 (часть 5). - С.1027-1032.

9. Шалумов М. А., Шалумов А. С., Шалумова Н.А. Автоматизированная подсистема моделирования тепловых процессов в радиоэлектронных средствах произвольной конструкции // Динамика сложных систем. – 2013. - № 4. - С.76-82.

10. A. Shalumov, E. Pershin, A. Korokin, V. Khaldarov. Accelerated Simulation of Thermal and Mechanical Reliability of Electronic Devices and Circuits. Example of an integrated circuit simulation in ASONIKA-M-3D // Динамика сложных систем. – 2013. - № 5. - С.59-67.

11. Shalumov A.S., Kulikov O.E. Analysis and maintenance methodology efficiency of shielding of designs of electronic equipment on the basis of numerical modelling of electromagnetic processes // European journal of natural history. – 2013. - № 5. - P.23-24.

12. R. Sunder, V. Khaldarov, A. Shalumov. Analysis and stability ensuring of electronics blocks to mechanical stress // Динамика сложных систем. – 2014. - № 1. - С.79-87.

13. Автоматизированная система АСОНИКА для моделирования физических процессов в радиоэлектронных средствах с учетом внешних воздействий / Под ред. А.С. Шалумова. – М.: Радиотехника, 2013. – 424 с.

14. A. Shalumov, E. Pershin. Accelerated Simulation of Thermal and Mechanical Reliability of Electronic Devices and Circuits. - Moscow: Printing by PrintLETO.ru, 2013. – 128 p. - ISBN 978-5-88070-345-6.

15. Кофанов Ю.Н., Шалумов А.С., Увайсов С.У., Сотникова С.Ю. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств / Под отв. редакцией Ю.Н. Кофанова. – М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2013. – 392 с.

16. Моделирование радиоэлектронных средств с учетом внешних тепловых, механических и других воздействий с помощью системы АСОНИКА: монография / А. С. Шалумов, В. М. Ивашко, Н. В. Малютин, Ю. Н. Кофанов, Е. Ю. Тихонова; под ред. проф. А. С. Шалумова. – Минск: Военная академия Республики Беларусь, 2014. – 372 с.