

Обеспечение электромагнитной совместимости на ранних стадиях проектирования радиоэлектронной аппаратуры: средства и методы реализации

© Авторы, 2011

О.Е. Куликов

аспирант, Открытое Акционерное Общество «Всероссийский Научно-Исследовательский Институт «Сигнал»

E-mail: oleg.kulikov.inc@gmail.com

А.С. Шалумов

д.т.н., профессор, академик Международной академии информатизации, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, заведующий кафедрой информационных технологий Владимирского филиала Российской академии государственной службы при Президенте Российской Федерации

E-mail: ALS140965@mail.ru

В статье предложен новый подход к проектированию радиоэлектронных приборов, а также их комплексов и систем с учетом электромагнитной совместимости (ЭМС). Дано определение проблемы ЭМС, рассмотрены возможные пути ее решения. Описана подсистема компьютерного моделирования АСОНИКА-ЭМС и техника конечного интегрирования, лежащая в основе ее расчетного ядра.

Ключевые слова: *электромагнитная совместимость, проектирование, испытания, конечное интегрирование, АСОНИКА*

In this paper we propose a new approach to the design of radio-electronic devices, as well as their complexes and systems with regard to electromagnetic compatibility (EMC). The definition of the problems of EMC are considered possible ways of solving it. Described subsystem simulation ASONIKA-EMC and the finite integration technique, the underlying its calculation of the kernel.

Keywords: *Electromagnetic compatibility, designing, tests, final integrating, ASONIKA*

Совместное существование радиослужб всех видов, использующих электромагнитный спектр для передачи информации, а также технических процессов и

устройств, генерирующих электромагнитную энергию в качестве побочного продукта, создает проблему, известную как электромагнитная совместимость (ЭМС).

В связи с развитием электронной техники все большее значение приобретают проблемы, связанные с тем, что электронная аппаратура всех видов становится более восприимчивой к внешним электромагнитным помехам. Восприимчивость к помехам сегодня является основной проблемой электронных устройств многих видов, особенно тех, для которых обеспечение нормального функционирования является жизненно важным по причинам, связанным с безопасностью или экономикой. Системы управления автомобилями или авиацией являются примерами, относящимися к первой категории, банковское дело и телекоммуникационные сети – примерами второй категории [1].

В качестве примера таких проблем можно привести ряд аварий на транспорте и производстве, причиной которых была восприимчивость электронной аппаратуры к различным типам электромагнитных помех. В результате этих аварий пострадали люди, причинен значительный материальный ущерб.

В воскресенье 24 июля 1994г. в 13.23 произошел взрыв на Техасо Refinery, Милфорд Хевен, Великобритания. Взрыв, эквивалентный взрыву четырех тонн тротила, вызвал пожары, продолжавшиеся свыше двух дней. Ранения получили 26 человек, и только благодаря тому, что на заводе в воскресенье работала лишь небольшая часть персонала, взрыв не привел к большим жертвам. Повреждения на заводе были значительными. Стоимость восстановительных работ оценивалась в 48 миллионов фунтов стерлингов. Были серьезные потери продукции завода, что привело к заметному снижению производства нефтепродуктов в Соединенном Королевстве. Взрыв был вызван электрическими возмущениями, которые вызывали скачки перенапряжений в силовых электрических сетях предприятия, что привело к выключению большого числа насосов, в то время как другие продолжали функционировать. Из-за паники и сумятицы, связанной с поступлением обширной информации о многочисленных малых пожарах и выходах из строя оборудования, персонал своевременно не заметил, что загоревшиеся огнеопасные вещества, которые надлежало тушить, концентрируются в трубах и хранилищах. После пяти часов частичных возгораний произошел большой взрыв [2].

В апреле 1999г. произошла утечка хлора на заводе полупроводников в Великобритании. Аппарат с хлором не обладал достаточной устойчивостью к переходным помехам в сети электропитания, что привело к самопроизвольному

открытию клапана. В результате три человека получили легкие отравления хлором. Сумма штрафа, наложенного на производителя аппарата, составила 12 тысяч фунтов стерлингов [2].

Возможно, наиболее трагический эпизод был связан с судьбой корабля «Шеффилд» в войне за Фолклендские острова, когда корабельный радиолокатор обнаружения ракет, который мог бы выявить запуск самолетом ракеты «Экзосет», потопившей корабль, был отвергнут в сторону из-за помех, создаваемых корабельной спутниковой системой связи [1].

Таким образом, проблема ЭМС имеет очень важное значение для обеспечения безопасности людей и предотвращения аварий.

Любую проблему в области ЭМС можно представить в виде следующей схемы (рисунок 1):

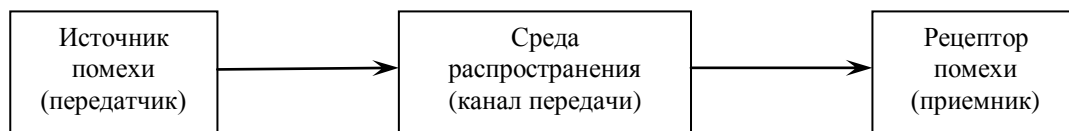


Рис. 1. Базовое представление проблемы ЭМС

Источник помехи генерирует электромагнитную энергию, которая передается через среду распространения (диэлектрик либо проводник) на рецептор помехи, оказывая на него влияние, вследствие чего происходит нарушение его нормального функционирования [3]. Проблема ЭМС появляется только тогда, когда устройство, которое выступает в роли приемника, перестает функционировать надлежащим образом вследствие воздействия помех.

Проблемы ЭМС делятся по системному уровню, на котором они происходят, на следующие виды:

- внутрисистемная ЭМС. К этому типу относятся паразитные взаимные связи электрорадиоизделий (ЭРИ) и электронных компонентов внутри различных электронных приборов. Также сюда можно отнести ЭМС между внутренними элементами различных интегральных микросхем.
- внутрисистемная (межприборная) ЭМС. На этом уровне рассматриваются проблемы взаимодействия между электронными и электрическими приборами, входящими в состав одной системы – например, самолета или корабля.

- межсистемная ЭМС. Сюда можно отнести проблемы ЭМС, которые возникают при взаимодействии двух или более сложных систем – например двух самолетов, самолетов и мощных радиопередающих установок.

В большинстве случаев отказы и аварии, связанные с ЭМС, происходят на внутрисистемном и межсистемном уровне, и чем сложнее система, тем выше вероятность проблем ЭМС. Это связано с тем, что при существующем традиционном подходе к проектированию сложных технических систем типа самолета или корабля, невозможно обеспечить контроль за соблюдением всех норм и стандартов в области ЭМС для всех приборов и систем, а также, что самое важное, все системы в целом. Это возможно лишь с помощью компьютерного моделирования проблем ЭМС на всех уровнях и этапах проектирования.

Однако, натурные испытания на ЭМС являются пока единственным способом удостовериться в том, что продукция данного производителя соответствует стандартам в области ЭМС и получить документ, это подтверждающий. В большинстве случаев, на производственных предприятиях, особенно не связанных с выпуском радио- и СВЧ-аппаратуры, ограничиваются формальным подходом к выполнению требований технических заданий и ГОСТ в области ЭМС. При требовании заказчика предоставить документы, подтверждающие соответствие параметров изделия стандартам по ЭМС, проводятся испытания, которые в большинстве случаев выявляют несоответствие изделия требованиям стандартов. После внесения изменений в конструкцию и электрическую схему прибора, испытания повторяются вновь. Так продолжается до тех пор, пока не будут обеспечены требования стандартов на помехоустойчивость и помехоэмиссию. На этот процесс уходит довольно много времени (от нескольких месяцев до нескольких лет), тратятся значительные средства (стоимость испытаний составляет сотни тысяч рублей). Как видим, натурные испытания имеют ряд серьезных недостатков – высокая стоимость, большие временные затраты, необходимость производства опытного образца (а иногда и серии образцов). Чем крупнее объект испытаний, тем дороже они обойдутся.

Этих недостатков лишено компьютерное моделирование проблем ЭМС: для выполнения большинства задач достаточно обыкновенной рабочей станции, время моделирования сравнительно мало, нет необходимости производства опытного образца, моделирование может выполнять один человек, а не целая лаборатория.

Недостатком компьютерного моделирования является тот факт, что в математической модели электромагнитных процессов, лежащей в основе всех

программ и методов моделирования, совершенно невозможно учесть все факторы и явления, присутствующие в реальном приборе или системе приборов. Этот недостаток является фундаментальным вообще для всякого моделирования, так как без упрощения объекта теряется смысл моделирования вообще. Но в большинстве случаев, влияние этих неучтенных факторов на изделие чрезвычайно мало и ими можно пренебречь. Расхождение между результатами натуральных измерений и вычислений составляет от 3,8 до 5,3% [4].

Принимая во внимание вышеизложенное, авторами была разработана методика проектирования радиоэлектронной аппаратуры, устойчивых к внешним электромагнитным воздействиям. Алгоритм методики представлен на рисунке 2.

Первым этапом является анализ требований на помехоустойчивость, предъявляемых ОСТ, ГОСТ и международными стандартами. Этот анализ должен быть осуществлен на стадии разработки технического задания на изделие, в которое должны быть обязательно включены требования на устойчивость к внешним электромагнитным излучениям.

Затем, на стадии проектирования, должны быть проанализированы все каналы ввода-вывода устройства (цифровые, аналоговые и питание). Хотя и существуют аналитические математические модели для расчета кабелей [3], численные методы дают более точный результат. Для подобных расчетов и предназначена разрабатываемая авторами подсистема АСОНИКА-ЭМС.

Следующим этапом является проектирование корпуса, отвечающего требованиям помехозащищенности. В зависимости от требований стойкости к механическим воздействиям, корпус можно сделать цельнометаллическим, пластиковым с нанесенным токопроводящим покрытием, либо экранировать отдельные узлы конструкции. Верификация принятых конструктивных решений на этом этапе также может осуществляться с помощью подсистемы АСОНИКА-ЭМС.

Для того, что бы получить документы, подтверждающие соответствие изделия требованиям стандартов в области ЭМС, необходимы натурные испытания. Такие испытания проводятся в сертифицированных лабораториях.

При проектировании изделия по вышеизложенной методике вероятность успешного прохождения натуральных испытаний на ЭМС значительно возрастает, что позволяет в подавляющем большинстве случаев не проводить повторных испытаний и не вносить изменений в изготавливаемую продукцию.



Рис. 2. Алгоритм методики проектирования электронных средств, устойчивых к электромагнитным излучениям

Система трехмерного электромагнитного моделирования АСОНИКА-ЭМС была создана в рамках Автоматизированной системы обеспечения надежности и качества аппаратуры АСОНИКА для решения задач замены натуральных испытаний на ЭМС радиоэлектронных приборов и их систем на ранних стадиях проектирования. Система АСОНИКА-ЭМС состоит из трех подсистем: интерфейса пользователя, расчетного ядра и графической подсистемы.

Интерфейс пользователя решает следующие задачи: 1) с его помощью можно ввести вручную геометрические параметры испытуемого типового изделия (блока, шкафа), можно загрузить модель нетиповой конструкции из файла, созданного в системах трехмерного проектирования; 2) задание параметров электромагнитных воздействий, которым подвергается изделие.

Расчетное ядро системы АСОНИКА-ЭМС использует технику конечной интеграции (Finite Integration Technique, FIT), впервые предложенную Вейландом в 1976-1977гг [1]. Этот численный метод обеспечивает универсальную схему пространственной дискретизации, применимую к различным электромагнитным проблемам, начиная от расчетов статического поля до проблем СВЧ во временной или

в частотной области. В отличие от большинства численных методов, FIT использует интегральную форму уравнений Максвелла, а не дифференциальную:

$$\oint_{\partial A} \vec{E} \cdot d\vec{s} = - \int_A \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{A},$$

$$\oint_{\partial A} \vec{H} \cdot d\vec{s} = - \int_A \left(\frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) \cdot d\vec{A},$$

$$\oint_{\partial V} \vec{D} \cdot d\vec{A} = - \int_V \rho \cdot dV,$$

$$\oint_{\partial V} \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0.$$

Для численного решения этих уравнений, необходимо определить конечную расчетную область, содержащую в себе проблемную. Далее необходимо создать соответствующую сетку, разбивающую эту область на множество небольших элементов, или ячеек сетки. Для простоты, мы ограничим разьяснения ортогональной шестигранной сеткой.

Первичная (основная) сетка может быть визуализирована в графическом постпроцессоре АСОНИКА-ЭМС, однако, внутри, вторичная сетка устанавливается перпендикулярно первичной. Пространственная дискретизация уравнений Максвелла, в конечном счете, осуществляется на этих двух ортогональных сетках, где степени свободы вводятся как интегральные величины. Как показано на рисунке 3, напряжения электрической сетки \mathbf{e} и потоки магнитной грани \mathbf{b} назначаются на основной сетке \mathbf{G} . Кроме того, потоки диэлектрической грани \mathbf{d} , а также напряжения магнитной сетки \mathbf{h} определяются на вторичной сетке $\tilde{\mathbf{G}}$.

Теперь уравнения Максвелла сформулированы для каждой из граней ячейки отдельно, как будет показано далее. Согласно закону Фарадея, интеграл по замкнутому контуру в левой части уравнения может быть переписан в виде суммы четырех сеточных напряжений, без внесения каких-либо дополнительных ошибок.

Следовательно, производная по времени от магнитного потока, определенная на замкнутой грани ячейки первичной сетки представляет собой правую часть уравнения, как показано на рисунке 4. Повторяя эту процедуру для всех доступных граней ячейки, получаем правило расчета в матричной формулировке, вводя топологическую матрицу \mathbf{C} как дискретный эквивалент аналитического оператора ротора.

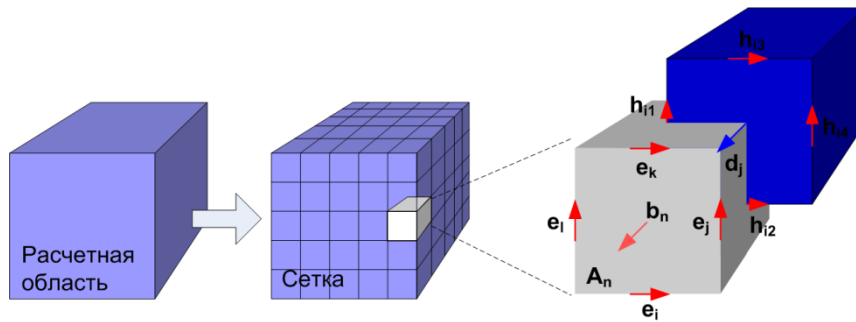


Рис. 3. Расчетная сетка:

e_i – электрическое напряжение, b_j – магнитный поток, h_i – магнитное напряжение, d_j – электрический поток

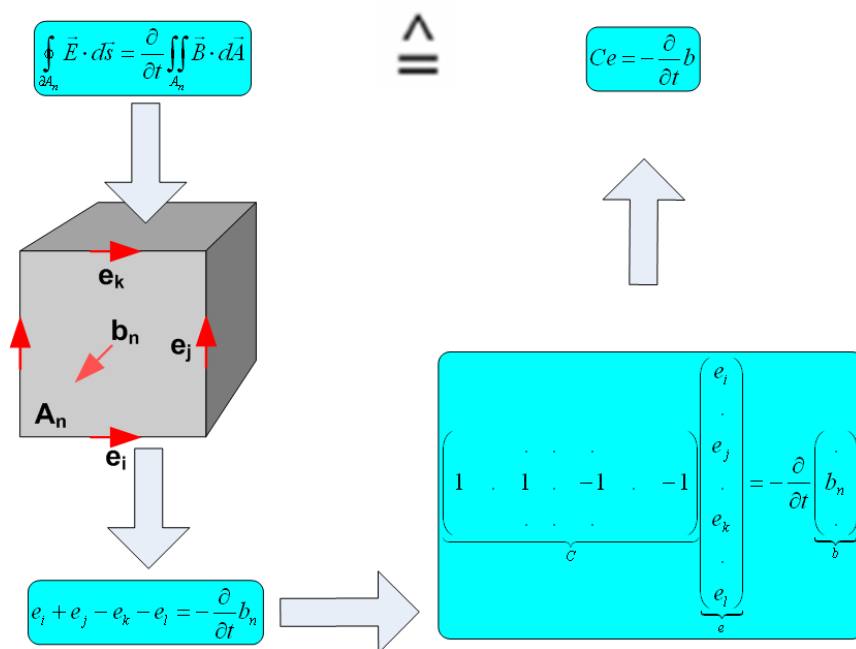


Рис. 4. Алгоритм дискретизации

Применение этой схемы для закона Ампера на вторичной сетке, приводит к определению соответствующего вторичного дискретного оператора ротора \tilde{C} . Аналогично, дискретизация остальных уравнений дивергенции вводит дискретные операторы дивергенции S и \tilde{S} , принадлежащих к первичной и вторичной сетке, соответственно. Как указывалось ранее, эти дискретные матричные операторы состоят из элементов '0', '1' и '-1', представляющие только топологическую информацию. Наконец, мы получаем полный набор дискретизированных сеточных уравнений Максвелла (Maxwell's Grid Equations, MGEs):

$$C e = -\frac{d}{dt} b,$$

$$\begin{aligned}\tilde{\mathbf{S}}\mathbf{d} &= \mathbf{q}, \\ \tilde{\mathbf{C}}\mathbf{h} &= \frac{d}{dt}\mathbf{d} + \mathbf{j}, \\ \mathbf{S}\mathbf{b} &= 0.\end{aligned}$$

Сравнивая их с непрерывной формой уравнений Максвелла, нельзя не заметить схожесть этих уравнений. Еще раз напомним, что не вносится никакой дополнительной ошибки дискретизации. Примечательная особенность техники конечного интегрирования состоит в том, что важные свойства непрерывного градиента, операторы ротора и дивергенции, остаются в пространстве сетки:

$$\begin{aligned}\mathbf{S}\mathbf{C} = \tilde{\mathbf{S}}\tilde{\mathbf{C}} = 0 &\Leftrightarrow \operatorname{div rot} \equiv 0, \\ \tilde{\mathbf{C}}\tilde{\mathbf{S}}^T = \tilde{\mathbf{C}}\mathbf{S}^T = 0 &\Leftrightarrow \operatorname{div rot} \equiv 0.\end{aligned}$$

Здесь необходимо напомнить, что любая пространственная дискретизация численного метода может вызывать долговременную нестабильность.

Однако, основываясь на изложенных фундаментальных соотношениях, может быть показано, что техника конечного интегрирования не подвержена такого рода проблемам, так как набор дискретизированных сеточных уравнений Максвелла обеспечивает сохранение энергии и заряда [6].

Наконец, отсутствие материальных уравнений вносит неизбежную неточность в результате пространственной дискретизации.

Во время определения необходимых соотношений между напряжениями и потоками, их интегральные значения аппроксимируются на ребрах и гранях ячеек сетки, соответственно.

Следовательно, результирующие коэффициенты зависят от усредненных параметров материала, а также от пространственного разрешения сетки и могут быть отражены в соответствующих матрицах:

$$\begin{aligned}\vec{D} = \varepsilon\vec{E} &\Rightarrow \mathbf{d} = \mathbf{M}_\varepsilon\mathbf{e}, \\ \vec{B} = \mu\vec{H} &\Rightarrow \mathbf{b} = \mathbf{M}_\mu\mathbf{h}, \\ \vec{J} = \sigma\vec{E} + \vec{J}_s &\Rightarrow \mathbf{j} = \mathbf{M}_\sigma\mathbf{e} + \mathbf{j}_s.\end{aligned}$$

Теперь все матричные уравнения могут быть решены на дискретизованном пространстве сетки. Тот факт, что топологическая и размерная информация разделена на различные уравнения имеет важное теоретическое и методическое значение [6].

Как было показано ранее, техника конечной интеграции является методом общего назначения и может быть применима в любом диапазоне частот от постоянного тока до сверхвысоких частот.

Графическая подсистема является универсальным постпроцессором, выполняющим задачи визуализации трехмерной модели и результатов расчета в удобном для пользователя виде.

Система АСОНИКА-ЭМС является, в свою очередь, составной частью системы АСОНИКА, которая представляет собой целостное решение в области обеспечения качества аппаратуры на принципах CALS-технологий.

Система АСОНИКА – это специальный программный комплекс, который создает структуру электронного (виртуального) макета разрабатываемой РЭС, наполняет данную структуру результатами работы проблемных подсистем системы (подсистемы позволяют моделировать электрические, тепловые, аэродинамические, механические, электромагнитные и радиационные процессы в аппаратуре, осуществляют диагностическое моделирование, анализ показателей надежности, а также позволяют интегрироваться с известными системами топологического проектирования печатных плат и известными САД-системами.

В настоящее время система состоит из 7-и подсистем:

- подсистема анализа объемных конструкций РЭС на механические воздействия АСОНИКА-М;
- подсистема анализа и обеспечения стойкости к механическим воздействиям конструкций РЭС, установленной на виброизоляторах, АСОНИКА-В;
- подсистема анализа и обеспечения тепловых характеристик конструкций аппаратуры АСОНИКА-Т;
- подсистема анализа конструкций печатных узлов РЭС на тепловые и механические воздействия АСОНИКА-ТМ;
- подсистема автоматизированного заполнения карт рабочих режимов электрорадиоизделий (ЭРИ) АСОНИКА-Р;
- подсистема анализа показателей безотказности РЭС с учетом реальных режимов работы ЭРИ АСОНИКА-Б;
- подсистема анализа электромагнитной совместимости РЭС АСОНИКА-ЭМС;

- подсистема управления моделированием РЭС при проектировании АСОНИКА-УМ.

Ведется разработка подсистемы радиационной стойкости РЭС АСОНИКА-РАД.

Структура автоматизированной системы АСОНИКА 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 5).

С помощью специального графического редактора вводится электрическая схема, которая сохраняется в базе данных проектов в подсистеме АСОНИКА-УМ и передается в виде файла в систему анализа электрических схем PSpice и в систему размещения и трассировки печатных плат PCAD. Выходной pdf-файл системы PCAD сохраняется в подсистеме АСОНИКА-УМ, а также передается в системы AUTOCAD, КОМПАС, ProEngineer, SolidWorks для создания чертежей. Чертежи также сохраняются в подсистеме АСОНИКА-УМ и передаются из нее в подсистему анализа механических процессов в шкафах и блоках РЭС АСОНИКА-М (цифра 1 на рисунке 5), в подсистему анализа тепловых процессов в шкафах и блоках РЭС АСОНИКА-Т (цифра 3 на рисунке 5). Полученные в результате моделирования напряжения, перемещения, ускорения и температуры в конструкциях шкафов и блоков сохраняются в подсистеме АСОНИКА-УМ (цифры 2, 4 на рисунке 5). Чертежи печатных узлов (ПУ) и спецификации к ним, а также rcb-файлы передаются из подсистемы АСОНИКА-УМ в подсистему комплексного анализа тепловых и механических процессов в ПУ АСОНИКА-ТМ (цифра 5 на рисунке 5). Кроме того, передаются температуры воздуха в узлах, полученные в подсистеме АСОНИКА-Т, а также ускорения опор, полученные в подсистеме АСОНИКА-М (цифра 6 на рисунке 5).

Полученные в результате моделирования температуры и ускорения ЭРИ сохраняются в подсистеме АСОНИКА-УМ (цифра 7 на рисунке 5). Перечень ЭРИ (цифра 8 на рисунке 5), файлы с электрическими характеристиками ЭРИ (цифра 9 на рисунке 5), температурами и ускорениями ЭРИ (цифра 10 на рисунке 5), результаты электромагнитного (цифра 15 на рисунке 5) и радиационного (цифра 16 на рисунке 5) анализа, полученные в подсистемах АСОНИКА-ЭМС и АСОНИКА-РАД передаются из подсистемы АСОНИКА-УМ в подсистему анализа показателей безотказности РЭС АСОНИКА-Б.

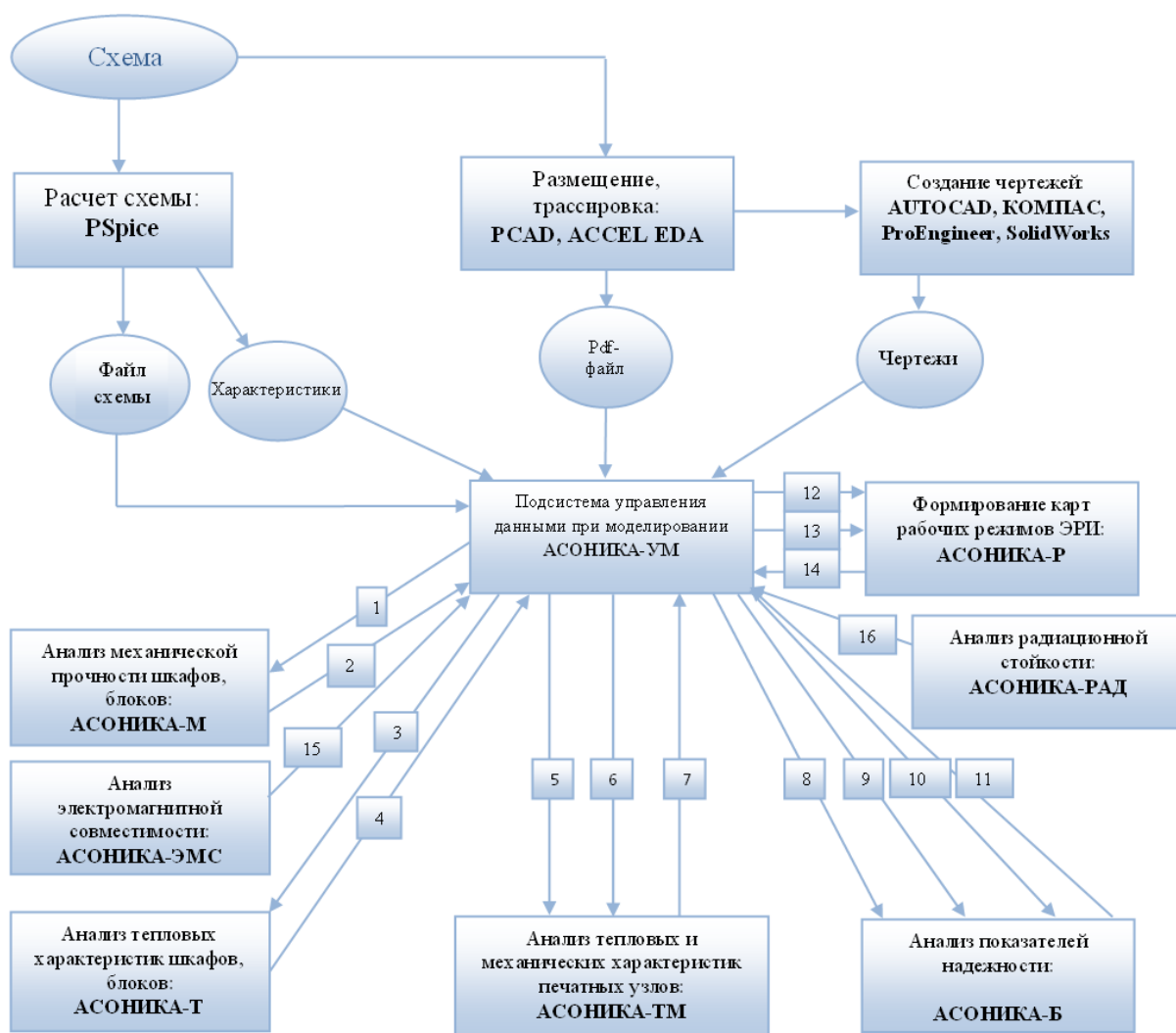


Рис. 5. Структура системы АСОНИКА

Полученные в результате показатели надежности РЭС сохраняются в подсистеме АСОНИКА-УМ (цифра 11 на рисунке 5). Перечень ЭРИ, файлы с электрическими характеристиками ЭРИ (цифра 12 на рисунке 5), температурами и ускорениями ЭРИ (цифра 13 на рисунке 5) 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 (цифра 14 на рисунке 5).

Система трехмерного электромагнитного моделирования АСОНИКА-ЭМС может использоваться на таких приоритетных направлениях развития науки, техники и технологий в Российской Федерации как:

- информационно-телекоммуникационные системы;
- перспективные вооружения, военная и специальная техника;
- транспортные, авиационные и космические системы;

- энергетика и энергосбережение.

Во всех этих областях использование системы АСОНИКА-ЭМС в рамках системы АСОНИКА позволит добиться высоких показателей надежности и качества изделий, сократить сроки выхода нового продукта на рынок, и, самое главное, существенно снизить затраты на основных стадиях жизненного цикла изделия.

Система АСОНИКА-ЭМС имеет ряд преимуществ перед зарубежными аналогами. Самое существенное преимущество это, естественно, стоимость. Естественно, что российские предприятия не могут позволить себе приобретать программные комплексы стоимостью несколько сот тысяч евро, поэтому ориентированная на российского потребителя система АСОНИКА-ЭМС будет стоить на порядок дешевле.

Недостатком системы АСОНИКА-ЭМС является ограниченный круг задач, который она пока может выполнять. Однако в будущем круг задач, решаемых системой, будет значительно расширен, так как расчетное ядро позволяет моделировать любые задачи, связанные с электромагнитным полем. Именно в добавлении новых возможностей системе, а также в ее сертификации и рекламе авторы видят направление дальнейшей работы.

Литература:

1. Уилльямс Т. ЭМС для разработчиков продукции/ Т. Уилльямс – М.: Издательский Дом «Технологии», 2003г. – 540 с.
2. Уилльямс Т., Армстронг К. ЭМС для систем и установок/ Т.Уилльямс, К. Армстронг – М.: Издательский Дом «Технологии», 2004г. – 508 с.
3. Paul, Clayton R. Introduction to electromagnetic compatibility / Clayton R. Paul. – 2nd ed. “Wiley-Interscience.”
4. Васильченко А., Схольц И., Де Раад В., Ванденбош Г. Качественная оценка вычислительных методов электродинамики на примере программных продуктов для высокочастотного моделирования микрополосковых антенн/ А. Васильченко, И. Схольц, В. Де Раад, Г. Ванденбош // Технологии в электронной промышленности. – 2008. - №3.
5. Weiland, T. A discretization method for the solution of Maxwell's equations for six-component fields: Electronics and Communication, (AEU), Vol. 31, 1977
6. Weiland, T. Time domain electromagnetic field computation with finite difference methods. International Journal of Numerical Modelling, Vol. 9, 1996.

Electromagnetic compatibility in early stages of design of electronic equipment: means and methods of implementation

© Authors, 2011

O.E. Kulikov

A.S. Shalumov

In this paper we consider the problem of electromagnetic compatibility (EMC), and proposes a new method of solving it. The definition of the problem, examples of failures and accidents that occurred due to the electromagnetic incompatibility of electronic devices that perform critical functions are given. The classification of problems with EMC on system level are given. We consider the advantages and disadvantages of full-scale tests on the EMC and computer modeling. A new approach to the design of radio-electronic devices, as well as their complexes, and systems with regard to EMC are offer. Described subsystem of computer simulation ASONIKA-EMC and the finite integration technique, the underlying its calculation of the kernel. Also describes the entire system ASONIKA based on the principles of CALS-technologies.