

## **УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ПАРАЗИТНЫХ ЭФФЕКТОВ И ТИПОВЫХ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РЭС**

И.А. Ивлиев, Д.В. Калиновский

Научные руководители – В.Ф. Алексеев – к.т.н., доц.,

Г.А. Пискун – к.т.н., доц.

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

В докладе рассмотрены основные понятия электромагнитной совместимости, необходимые для рассмотрения учета паразитных эффектов и типовых конструктивно-технологических решений при проектировании электронных систем [1-3].

Показано, что влияние электромагнитных помех (ЭМП) на РЭС бывает разнообразным – от непредсказуемых временных ухудшений характеристик канала передачи информации до физического повреждения. Максимальная амплитуда ЭМП, при которой еще не возникает недопустимого ухудшения функциональных свойств аппаратуры, называют уровнем устойчивости этой аппаратуры к действию данной помехи. Уровни устойчивости к основным видам помех определяются стандартами и техническими условиями на аппаратуру на основании ожидаемой ЭМО в месте предполагаемого размещения аппаратуры. Проверка выполнения этих требований производится при соответствующих испытаниях на ЭМС. В качестве ЭМП может фигурировать практически любое электромагнитное явление в широком диапазоне частот, способное негативно влиять на работу аппаратуры. В докладе рассмотрена краткая классификацию помех, которая широко используется инженерами, работающими в области ЭМС [4].

Регулирование в области ЭМС осуществляется на правовой основе, для чего были приняты и введены в силу соответствующие директивы и законодательные акты в области ЭМС.

При разработке проекта технического регламента принят перечень видов электромагнитных помех, установленный в международных стандартах по ЭМС серии МЭК 61000-2 и приведенный в законодательных актах в области ЭМС государств-членов Европейского Союза. Наиболее рентабельным способом снизить ЭМП является правильный подход к проектированию РЭС. Его основные составляющие: выбор правильных схемотехнических решений и соответствующих им компонентов, правильная разводка печатных плат, специальные приемы заземления и экранировки. Эти меры позволяют достичь большего соответствия жестким стандартам по электромагнитной совместимости. Существует два подхода к решению задачи ЭМС. Во-первых, это контроль и повышение устойчивости применяемой аппаратуры к помехам. Во-вторых, это оценка и улучшение электромагнитной обстановки (ЭМО) на объектах.

Параметры ЭМО на различных объектах имеют большой разброс. Поэтому действующие нормы неизбежно ориентируются на некую «идеализированную» ЭМО, характерную для объектов без существенных дефектов. Теоретически можно изготовить аппаратуру, выдерживающую практически любые возможные помехи, но стоимость ее будет непомерно

высока. Поэтому наиболее экономичным является сочетание обоих подходов к решению задачи ЭМС [5].

В настоящее время применение субнаносекундных интегральных схем в РЭС показало, что задача обеспечения ЭМС и помехоустойчивости РЭС является одной из важнейших. Одновременно с ростом быстродействия элементов расширяется частотная полоса пропускания в активной зоне переключения и уменьшается помехоустойчивость элементов при воздействии импульсов помех, формируемых в межсоединениях как сигналами в соседних линиях связи, так и внешними электромагнитными полями. В этих условиях при конструировании РЭС к межсоединениям предъявляется ряд требований, выполнение которых существенно влияет на конструкцию РЭС в целом. Структура, конструкция и организация межсоединений РЭС, построенных с использованием субнаносекундных элементов, в первую очередь должны обеспечивать ЭМС устройств и высокие скоростные характеристики основной системы логических элементов в сочетании с технологичностью.

Таким образом, при проектировании ПП процедуры размещения и трассировка должны выполняться в зависимости от результатов временного анализа сигналов, зависящих от топологии передающих линий и моделей монтируемых на плате компонентов. Можно предложить следующие пути решения этой задачи. Первый путь – синтез межсоединений, второй – итеративный процесс трассировки с возможной многократной реализацией цикла «трассировка- анализ -трассировка».

#### *Библиографический список*

1.The Impact of ESD on Microcontrollers / G.A. Piskun, V.F. Alexeev and others; edited by PhD, Associate professor V.F. Alexeev. - Minsk : Kolograd, 2018. - 184 p.

2. Alexseev, V. Approaches to the optimization of the electronic module using the research of transformation of energy of mechanical exposure / Viktor F. Alexseev, Gennady F. Piskun, Dmitriy V. Likhachevsky // Slovak international scientific journal. – 2018. – Vol. 1, N 14. – Pp. 9–27.

3.Пискун, Г. А. Способы защиты радиоэлектронных устройств от воздействия электростатических разрядов: обзор современного состояния и перспективы развития в приборостроении / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев, А. Л. Житников // Стандартизация. – 2017. – № 5. – С. 54 – 59.

4.Конструирование радиоэлектронной аппаратуры и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости / А.Д. Князев, Л.Н. Кечиев, Б.В. Петров. – М.: Радио и связь, 1989. – 224 с.

5.Пискун, Г. А. Методика расчета распределения температуры в токоведущих элементах печатной платы при воздействии электромагнитного импульса до 2-х наносекунд в Comsol Multyphysics / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев, А. А. Денисов // Электронный депозитарий научных изданий БЕЛИСА. – 2018 . – №Д201807 от 05.01.2018.