



ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАДИАЦИОННО-СТОЙКИХ ИЗДЕЛИЙ ОТ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ ДО КОНЕЧНЫХ УСТРОЙСТВ НА ПРИМЕРЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ САПР

PROBLEMS IN INFORMATION AND COMMUNICATION INTERACTION ARISING IN RADIATION-HARDENED PRODUCTS DESIGN FROM ELEMENT BASE TO END DEVICES ON EXAMPLE OF DOMESTIC CAD UTILIZATION

УДК 621.382, ББК 32.85

МАШЕВИЧ ПАВЕЛ РОМАНОВИЧ

MASHEVICH PAVEL R.

КОКИН СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

KOKIN SERGEY A.

ПЕРМИНОВ ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ

PERMINOV VLADIMIR N.

perminov@angstrem.ru

perminov@angstrem.ru

АО «Ангстрем»

“Angstrem” JSC

124460, г. Москва, г. Зеленоград, Площадь Шокина, 2, стр. 3

bld. 3, 1 Shokin Square, Zelenograd, 124460, Moscow

При разработке радиационно-стойкой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) необходимо ее моделирование с учетом воздействия специальных факторов. Рассмотрены информационно-коммуникационные взаимодействия при разработке модуля драйвера с применением отечественной системы схемотехнического моделирования.

Ключевые слова: радиоэлектронная аппаратура; радиационно-стойкая ЭКБ; САПР.

Для повышения качества и эффективности разработки радиационно-стойкой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) необходимо моделирование ее поведения с учетом изменений параметров входящей в ее состав элементной базы при воздействии специальных факторов. Однако доступные импортные симуляторы этого сделать не позволяют. Внедрение в практику разработки стойкой РЭА такого моделирования требует решения двух проблем. Первая — создание моделей элементов, учитывающих радиационные воздействия. Вторая — обеспечение возможности моделирования устройства — микросхемы или приборного модуля, включающего как отдельные элементы (транзисторы, диоды, резисторы и др.), так и интегральные микросхемы.

В работе рассмотрены информационно-коммуникационные взаимодействия при разработке модуля драйвера полумоста с трансформаторной развязкой с применением отечественной системы схемотехнического моделирования. При этом на модуль заданы требования по электрическим, климатическим и радиационным воздействиям. Проведенная работа позволяет утверждать, следующее:

1. Существуют отечественные системы моделирования, обеспечивающие разработку модулей РЭА с учетом влияния электрических, климатических, временных, радиационных и др. факторов.
2. Отсутствует информационно-коммуникационная связь между предприятиями — разработчиками и производителями РЭА и ЭКБ:
 - не унифицированы средства моделирования;
 - отсутствуют общепринятые модели дискретных компонентов и ИС с учетом факторов космического пространства;

- отсутствует общепринятая система параметров для этих моделей.

При проектировании радиационно-стойкой электронной аппаратуры необходимо иметь так называемые SPICE-параметры элементной базы в диапазоне требуемых дозовых воздействий и программу моделирования электронных схем, способную произвести такой анализ. В ряде случаев также требуется провести моделирование поведения прибора при воздействии радиационного излучения.

В настоящее время большинство производителей элементной базы поставляют свои изделия без SPICE-параметров, тем более в диапазоне дозовых воздействий. Это связано с отсутствием: соответствующей нормативной базы; моделей транзисторов, позволяющих учитывать радиационные эффекты; единых стандартов на облучение и проведение корректных измерений. Необходимо подчеркнуть, что вопросы стандартизации требований к проведению такого моделирования являются крайне актуальными.



Рис. 1. Маршрут схемотехнического проектирования РС ИС



Сложившаяся к настоящему времени в АО «Ангстрем» методология проектирования радиационно-стойких микросхем представлена соответствующим маршрутом проектирования (рис. 1).

Моделирование поведения радиационно-стойких устройств с помощью высокоуровневого описания отдельных микросхем не представляется возможным, поскольку современные языки высокоуровневого описания не имеют средств для описания ухода фронтов моделируемого устройства в зависимости от температуры и величины накопленной дозы. Для решения этой проблемы было проведено моделирование устройства на транзисторном уровне в диапазоне температур и в диапазоне дозовых воздействий. Зарубежные программы схемотехнического моделирования не позволяют учесть специальные воздействия ни при задании режима моделирования, ни при описании моделей.

Для схемотехнического моделирования использовалась отечественная система моделирования «КИПАРИС» компании «Интегральные решения». Эта система не является универсальным средством проектирования ни ИС, ни модулей аппаратуры. Однако она обладает рядом несомненных достоинств по сравнению с другими зарубежными и отечественными системами схемотехнического моделирования. А именно:

1. Возможность разработки и встраивания собственных моделей активных и пассивных элементов F(ТоС, Усс, Ду и др.);
2. Возможность моделирования схемы большой размерности (до нескольких млн транзисторов);
3. Высокая скорость моделирования;
4. Надежность получаемых результатов моделирования;
5. Отечественное сопровождение и настройка системы под требования потребителей.

В этой системе моделирования применялся специальный режим, в частности латентности. В этом случае в электронной схеме рассчитываются только переключающиеся элементы. Эффективность расчета цифровых устройств повышается при этом в 10–20 раз без потери точности решения. Дополнительный выигрыш в эффективности получается за счет использования параллельных вычислений. Так, при использовании четырех ядер производительность системы «КИПАРИС» дополнительно возрастает еще примерно в три раза. При необходимости имеющиеся алгоритмы могут быть достаточно легко и быстро адаптированы для суперкомпьютеров с количеством ядер примерно 50.

Сложившаяся к настоящему времени в АО «Ангстрем» методология проектирования микросхем (рис. 1) была применена при проектировании как микросхем, так и силового устройства модуля драйвера с трансформаторной развязкой в целом.

Зависимости параметров покупных элементов, в частности выпрямительных диодов и др. от фактора Ду, были сняты на установке «Исследователь». По результатам были разработаны модели, учитывающие эти зависимости, которые применялись при моделировании модуля драйвера. При этом моделирование драйвера, включающего входную микросхему управления (DD1), трансформаторную развязку и две выходные микросхемы с силовыми выходами (DD2), проводилось в заданном диапазоне

температур и дозовых воздействий для обеспечения таким образом требований ТЗ.

По результатам моделирования была разработана электрическая схема драйвера, которая приведена на рис. 2.

Была разработана топология микросхем и печатной платы, изготовлены микросхемы и модуль силового драйвера в целом. На рис. 3 приведены результаты работы модуля драйвера.

Результаты измерений характеристик силового драйвера, в частности, времена задержки включения и выключения, задержка передачи сигналов аварийного состояния с выхода на вход модуля, время перекрытия выходных сигналов для недопущения сквозных токов, задержка передачи сигналов аварийного состояния с выхода на вход модуля, время блокировки драйвера при возникновении аварийного состояния и др. с точностью до 10% соответствуют результатам моделирования в системе «КИПАРИС» с учетом температуры и воздействующего фактора Ду.

В процессе работы на АО «Ангстрем» были созданы, апробированы и использованы для моделирования поведения ИС специально разработанные модели транзисторов, а также модели покупных элементов, позволяющие учитывать влияние температурных и дозовых зависимостей на поведение электронной схемы. Разработанные модели могут быть использованы в качестве общей модели транзистора, учитывающей температурные, дозовые, ионизационные и ТЗЧ эффекты. При необходимости модель (или модели) могут быть и быстро доработаны и адаптированы к различным технологиям, так как на предприятии имеются необходимые специалисты с соответствующим опытом работы. При необходимости модели могут быть сертифицированы.

Были также разработаны и изготовлены комплекты тестовых структур, а также апробирована методика их облучения для учета дозовых воздействий, методики их измерения и экстракции SPICE-параметров в диапазоне дозовых и температурных воздействий. Впоследствии методика также должна быть сертифицирована.

Само по себе, получение SPICE-параметров не представляет технических трудностей, но серьезно осложняется наличием ряда организационных проблем. Так, для получения SPICE-параметров необходимо иметь информацию о технологическом процессе

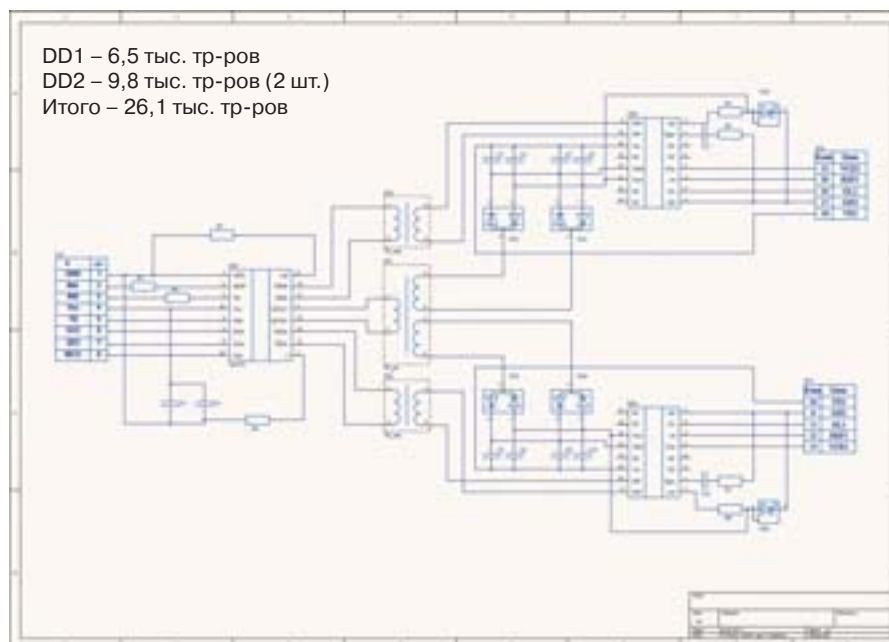
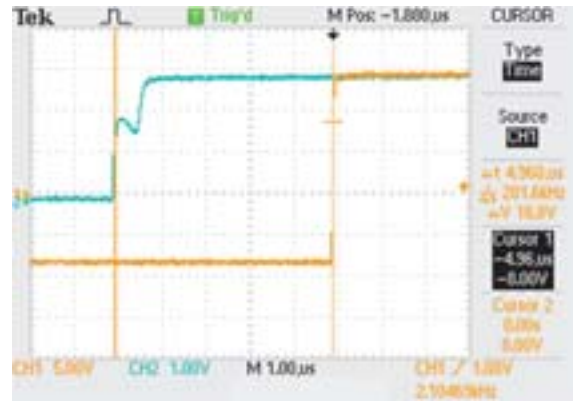


Рис. 2. Электрическая схема драйвера ПАКД.466341.001



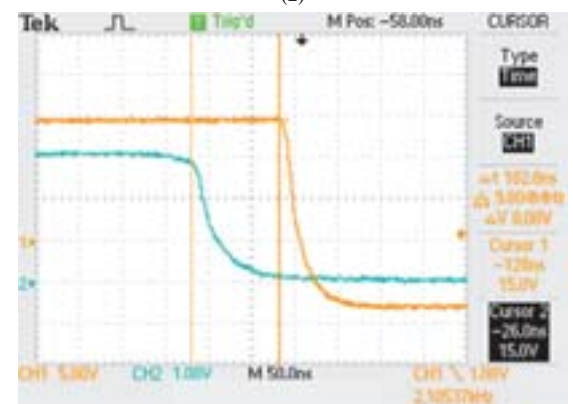
(1)



(2)



(3)



(4)

Рис. 3. (1), (3) — Управляющий сигнал на входе драйвера ПАКД.466341.001; (2) — время задержки включения без нагрузки; (4) — время задержки выключения без нагрузки



Рис. 4. Взаимодействие предприятий — разработчиков и производителей ЭКБ и РЭА

изготовления микросхем, топологические размеры областей транзисторных структур и измеренные вольт-амперные (ВАХ) и др. характеристики. Получение информации о технологическом процессе изготовления микросхем зачастую затруднено из-за нежелания фабрик-изготовителей делать доступной информацию о технологическом процессе. То же касается и топологических размеров областей транзисторных структур. Однако и эти проблемы могут быть решены. Считаем полезным создание единой базы данных для хранения и накопления полученных результатов.

В целом взаимодействие разработчиков РЭА и разработчиков ЭКБ приведено на рис. 4.

АО «Ангстрем» поставило и проводит работы по обеспечению всех разрабатываемых силовых транзисторов, используемых

при проектировании радиационно-стойких изделий, SPICE-параметрами. Также на предприятии в настоящее время ставятся работы по разработке SPICE-параметров микросхем логики серий 5514, 5554 и 5524, а также аналоговых ИС. SPICE-параметры разрабатываются и поставляются потребителям по запросу. АО «Ангстрем» готово провести работы по стандартизации отечественных моделирующих систем для проектирования радиационно-стойкой элементной базы и аппаратуры.

ВЫВОДЫ

Существуют отечественные системы моделирования и квалификация у разработчиков ЭКБ для обеспечения разработки модулей РЭА с учетом влияния электрических, климатических, временных, радиационных и др. факторов.

Отсутствует информационно-коммуникационная связь между предприятиями — разработчиками и производителями РЭА и ЭКБ:

- не унифицированы средства моделирования;
- отсутствуют общепринятые модели дискретных компонентов и ИС, в том числе с учетом влияния электрических, климатических, временных, радиационных и др. факторов;
- отсутствует общепринятая система параметров для этих моделей.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Разработать, аттестовать и внедрить в отрасли методологию схемотехнического проектирования модулей РЭА с учетом влияния электрических, климатических, временных, радиационных и др. факторов.