

**ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ В САПР**

С.Г. Мещеряков<sup>1</sup>, А.С. Грошев<sup>1</sup>, Т.В. Скворцова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

В работе рассматривается структура программного обеспечения для моделирование радиационных эффектов в средствах автоматизации проектирования по направлениям: сложно-функциональных блоков и разработки с использованием их базиса микроконтроллеров, микропроцессоров, систем на кристалле и других изделий. Особенно внимание уделяется рассмотрению модулей отвечающих за моделирование радиационных эффектов.

Ключевые слова: микросхема, электронно-компонентная база, радиация, космическое пространство, системы автоматизированного проектирования (САПР).

**JUSTIFICATION AND DEVELOPMENT OF THE STRUCTURE OF PROBLEM-ORIENTED SOFTWARE FOR MODELING RADIATION EFFECTS IN CAD**

S.G. Meshcheryakov<sup>1</sup>, A.S. Groshev<sup>1</sup>, T.V. Skvortsova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

The paper considers the structure of software for modeling radiation effects in design automation tools in the following areas: complex-functional blocks and development using their basis of microcontrollers, microprocessors, systems on a chip and other products. Particular attention is paid to the consideration of modules responsible for modeling radiation effects.

Keywords: microchip, electronic component base, radiation, outer space, computer-aided design (CAD) systems.

Основными требованиями к справочным данным в САПР являются [1-12]:

1. Получение информации о схеме.

Данное требование может быть достигнуто с помощью специальных окон, в которых выбирается информация об изделии и выводится техническая информация о ней. Выбор изделия может иметь следующие ступени:

- а) класс изделия
- б) серия
- в) тип изделия

2. Построение экспериментальных зависимостей изменения электропараметров изделий от характеристик воздействующих факторов.

Данную процедуру лучше всего реализовать в виде отдельного окна, в котором строится зависимость изменения электропараметра от величины воздействующего фактора

Зависимости должны предусматривать возможности масштабирования, которые заключаются в выводе практически любой области диаграммы.

Кроме того, зависимости должны иметь возможность выбора электропараметра и вида воздействующего фактора.

Необходимо предусмотреть построение среднеквадратичного отклонения электропараметра от величины воздействующего фактора, как отдельную функцию, так и вместе с электропараметром.

3. Вывод теоретических зависимостей

Эта процедура должна иметь следующие опции:

1. Пересчет изменения электропараметров для реальных спектрально-энергетических и амплитудно-временных характеристик;

2. Пересчет изменения электропараметров от одного воздействующего фактора к другому;

3. Пересчет изменения электропараметров при изменении технологического процесса;

4. Пересчет изменения электропараметров при изменении конструкции и материалов;

5. Расчет изменения электропараметров от воздействия факторов, которые невозможно получить в эксперименте.

Для этих целей лучше всего использовать интерфейс в виде, как показано на рисунке 1.

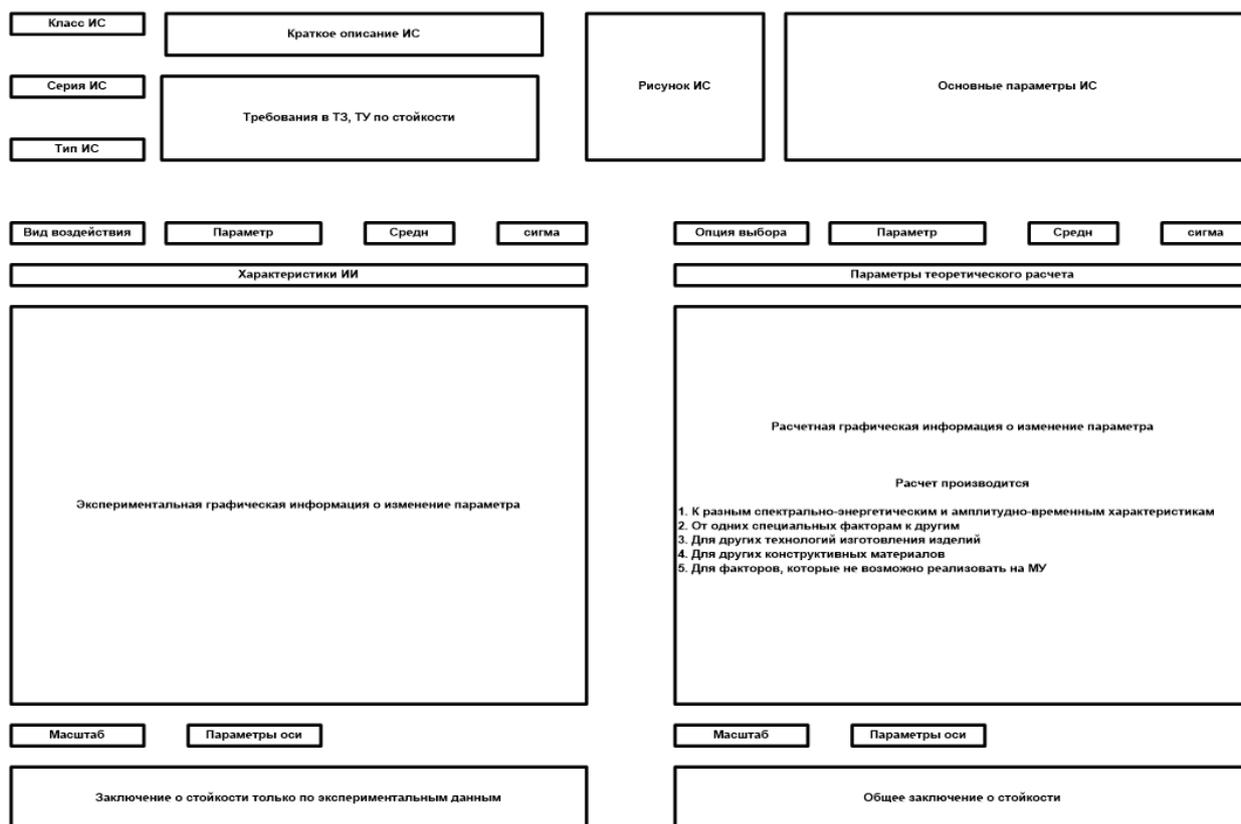


Рисунок 1 – Окно интерфейса справочно-аналитической подсистемы

Рассмотрим более подробно функциональную часть предложенной справочной системы.

1. Информация о схеме должна содержать

- а) тип изделия
- б) шифр ТУ
- в) требования ТУ по стойкости изделия
- г) основные электропараметры
- д) тип корпуса
- е) габаритный чертеж изделия с возможностью показа конструкционных материалов, выбора сечений, их чертежа и т.п.
- ж) информация о технологии изготовления изделия

Для этого целесообразно использовать предложенные окна, показанные на рисунке 1. Данную информацию лучше всего представить в формате HTML с использованием гиперссылок.

2. Для вывода экспериментальных зависимостей целесообразно представить следующую информацию:

В одном окне представить зависимости изменения электропараметров от

- а) потока нейтронов
- б) мощности дозы гамма-излучения

- в) дозы статического гамма-излучения
- г) потока электронов
- д) потока протонов

В этом окне можно реализовать вывод изменения среднеквадратичного отклонения изменения электропараметра от выше перечисленных аргументов.

При этом целесообразно выводить одновременно в окне одну функцию. Однако предусмотреть возможность вывода нескольких функций. Это будет интересно с точки зрения сравнения деградации электропараметров от различных воздействующих факторов, которые по своему характеру воздействия близки друг к другу. Например, объединить статические виды (нейтронное, гамма-, электронное и протонное), или сравнить деградацию электропараметров от воздействия импульсных видов воздействия нейтронного и импульсного гамма.

Данная информация должна предусматривать возможность приведения к общему масштабу шкалу, показывающую изменение аргумента. Другими словами, необходимо определить эквивалентность указанных ранее видов воздействия. В соответствии с новым КГС «Климат-7» такое сравнение надо проводить как по структурным видам воздействия, так и по ионизационным видам.

Одним из важных параметров мониторинга экспериментальных зависимостей является определение коэффициентов на норму испытаний и построение передаточных характеристик. Для этого должно быть предусмотрено дополнительное окно, которое позволяет проводить данные действия. Расчет норм испытаний должен проводиться по методике, изложенной в КГС «Климат-7».

Для данного раздела необходимо предусмотреть разработку программного модуля расчета уровня бессбойной работы по результатам экспериментальных исследований.

3. Вывод расчетных зависимостей должен осуществляться в случае отсутствия экспериментальных зависимостей изменения электропараметров от воздействующих факторов для случаев:

а) Когда необходимо провести расчет изменения электропараметров для реальных спектрально-энергетических и амплитудно-временных характеристик излучения. Это проведение расчета для низкой мощности, реального спектра космического воздействия и т.п.

б) Для проведения пересчета изменения электропараметров от одного воздействующего фактора к другому. Данное положение вызвано самой кон-

цепцией построения и создания КГС «Климат-7», который оптимизирует состав и последовательной испытаний. Другими словами, в настоящее время испытания на воздействие факторов космического пространства часто не проводится и пересчитывается из результатов испытаний на воздействие нейтронного потока и статического гамма-излучения. Пересчет осуществляется как по ионизационным, так и по структурным воздействиям. поэтому данная функция обеспечит эту возможность.

в) При изменении технологического процесса, конструкции изделия, естественно, будут изменяться и показатели стойкости. Возможность просчитать изменение электропараметров от изменения технологии и конструкции - одно из важнейших свойств процесса разработки изделий. Для этих целей необходимо разработать подсистему, которая с помощью современных средств САПР позволит оценить стойкость изделия. Данный расчет является фундаментальным и его проведение представляет собой сложнейшую задачу. К настоящему времени эта задача не решена, однако, необходимо предусмотреть такую возможность. Естественно, что эта задача будет вводиться постепенно в виде некоторых относительно простых инженерных формул, которые по мере развитости математического аппарата и набора статистики будет усовершенствоваться.

г) Расчет изменения электропараметров от воздействия факторов, которые невозможно получить в эксперименте должен проводиться на исследование стойкости от тепловых и термомеханических эффектов. Такая задача к настоящему времени уже решена и поэтому она должна быть включена в справочник.

#### Список литературы

1. Зольников, В.К. Моделирование и анализ производительности алгоритмов балансировки нагрузки облачных вычислений / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, Н.Ф. Даюб // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 32-39.

2. Методы контроля надежности при разработке микросхем / К.В. Зольников, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова, А.Е. Гриднев // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 39-45.

3. Определение мероприятий по программе обеспечения качества работ проектирования и серийного производства микросхем и оценки их эффективности на примере СБИС 1867ВН016 / К.В. Зольников, А.С. Ягодкин, С.А. Евдо-

кимова, Т.В. Скворцова // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 46-53.

4. Разработка проектной среды и оценка технологичности производства микросхемы с учетом стойкости к специальным факторам на примере СБИС 1867Ц6Ф / В.А. Скляр, В.А. Смерек, К.В. Зольников, Д.Н. Чернов, А.С. Ягодкин // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 77-82.

5. Создание тестового окружения и порядок загрузки тестов в процессе проектирования микросхем / К.А. Чубур, А.Ю. Кулай, А.Л. Савченко, К.В. Зольников, А.Е. Гриднев // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 83-87.

6. Зольников, В.К. Методы верификации сложно функциональных блоков в САПР для микросхем глубоко субмикронных проектных норм / В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 16-24.

7. Зольников, В.К. Практические методики выполнения верификации проектирования микросхем / В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 25-30.

8. Зольников, В.К. Моделирование работоспособности микросхем на различных иерархических уровнях описания в САПР / В.К. Зольников, А.Л. Савченко, А.Ю. Кулай // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 30-39.

9. Зольников, В.К. Обзор программ для САПР субмикронных СБИС и учет электрофизических эффектов глубоко субмикронного уровня / В.К. Зольников, А.Л. Савченко, А.Ю. Кулай // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 40-47.

10. Информационные модели радиационных эффектов для оценки адекватности принятия решений / К.В. Зольников, В.М. Антимиров, А.Ю. Кулай [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 1. – С. 15-20.

11. Зольников, К.В. Математическая модель оценки показателей надежности сложных программно-технических комплексов / К.В. Зольников, Д.М. Уткин, Ю.А. Чевычелов // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 1. – С. 21-26.

12. Создание схемотехнического и конструктивно-технологического базиса микросхем специального назначения / В.К. Зольников, В.П. Крюков, А.Ю. Кулай [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2017. – Т. 10, № 1. – С. 27-29.