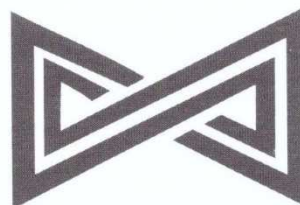
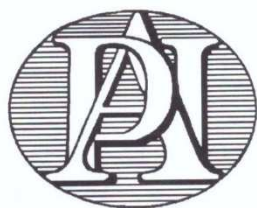


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
МОСКОВСКОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО РАДИОТЕХНИКИ,
ЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ им. А.С.ПОПОВА



**XVI Всероссийская научно-техническая
конференция
«Электроника, микро- и наноэлектроника»:
3 -7 июля 2017 года, г. Суздаль, Россия**

Москва 2017 год

УДК 621.38+621.38.049.77+621.382.049.77

ББК 32.85+32.852

Э45

XVI Всероссийская научно-техническая конференция «Электроника, микро- и наноэлектроника»: 3-7 июля 2017 года, г. Суздаль, Россия

М.: Федеральное государственное учреждение «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук, 2017. - 72 с.

Сборник содержит программу и тезисы докладов 16-ой Всероссийской научно-технической конференции «Электроника, микро- и наноэлектроника», проводимой в г. Суздаль с 3 по 7 июля 2017 года Федеральным государственным учреждением «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской Академии наук», Московским научно-техническим обществом радиотехники, электроники и связи имени А.С. Попова при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (Грант РФФИ № 17-07-20297 г).

Представленные тезисы отражают широкую панораму деятельности сотрудников российских вузов и научно-производственных организаций в областях электроники, микроэлектроники и наноэлектроники, а также специализирующейся в этих областях учащейся молодёжи.

Сборник предназначен для специалистов, аспирантов и студентов, интересующихся работами в области современной электроники.

© Федеральное государственное учреждение «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук», 2017 г.

ISBN 978-5-93838-062-2

Научная программа
XVI Всероссийской научно-технической конференции
«Электроника, микро- и наноэлектроника»

Понедельник, 3 июля

15.00 - 20.00. Регистрация и заселение

Вторник, 4 июля

09.30 – 10.30. Выступление сопредседателей Программно-организационного комитета конференции научного руководителя ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН академика РАН В.Б.Бетелина и директора ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН д.т.н., профессора С.Г.Бобкова .

Секция 1. Проектирование СБИС. Наноэлектроника

Вопросы маршрута проектирования сложнофункциональных блоков СБИС, в том числе на базе технологий с проектными нормами менее 100 нм

10.30-11.00. В.Я.Стенин «Эффекты зарядовой связи элементов КМОП микросхем при воздействии одиночных ядерных частиц» (НИЯУ МИФИ, Москва, Россия).

11.00-11.20. М.С.Горбунов «Транзисторная гонка в космосе» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН и НИЯУ МИФИ, Москва, Россия).

11.20-11.40. А.М.Антонова, М.Е.Барских, П.С.Зубковский «Способы фильтрации SNOOP-запросов в многоядерных микропроцессорах» (НИЯУ МИФИ и ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия).

11.40-12.00. Coffee break

Секция 1. Проектирование СБИС. Наноэлектроника (продолжение)

12.00-12.20. С.И.Бабкин, С.И.Волков, А.С.Новосёлов «Исследование возможности использования технологии 05КНИ с вольфрамовой металлизацией для создания высокотемпературных интегральных схем» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия).

12.20-12.40. В.В.Мастеров, Ю.Б.Рогаткин «Цифровая ФАПЧ для технологического процесса с нормами 65 нм» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия).

12.40-13.00. К.О.Петросянц, Е.И.Батаруева, Н.И.Рябов «Расчёт задержек в межсоединениях цифровых СБИС с учётом электро-тепловых эффектов» (НИУ «Высшая школа экономики», Московский институт электроники и математики им. А.Н.Тихонова, Москва, Россия)

13.00-14.00. Обеденный перерыв

Секция 1. Проектирование СБИС. Наноэлектроника (продолжение)

14.10-14.30. Л.М.Самбурский, М.Р.Исмаил-Заде, Е.Ю.Кузин, И.А.Четвериков, В.С.Даныкин «Исследование характеристик и определение параметров SPICE-моделей субмикронных КНИ МОПТ в диапазоне температуры до 300° С» (НИУ «Высшая школа экономики», Московский институт электроники и математики им. А.Н.Тихонова, Москва, Россия)

10.30-10.50. К.О.Петросянц «Библиотека SPICE-моделей МОП и биполярных транзисторов для расчёта КМОП и БиКМОП СБИС космического назначения» (НИУ «Высшая школа экономики», Московский институт электроники и математики им. А.Н.Тихонова, Москва, Россия)

10.50-11.10. И.А.Харитонов «Подсистема схемотехнического проектирования КМОП БИС с учётом совместного влияния радиационных и тепловых эффектов» (НИУ «Высшая школа экономики», Московский институт электроники и математики им. А.Н.Тихонова, Москва, Россия)

11.10-11.30. Coffee break

Секция 3. Радиационная стойкость электронных устройств и систем (продолжение)

11.30-11.50. М.Г.Дроздецкий, В.В.Орлов, Г.И.Зебрев «Моделирование статических токов радиационной утечки в КМОП схемах с высокой степенью интеграции» (НИЯУ «МИФИ», Москва, Россия)

11.50-12.10. А.М.Галимов, Р.М.Галимова, И.В.Елушов, Е.В.Мрозовская, Г.И.Зебрев «Программа расчета интенсивности одиночных сбоев от ТЗЧ космического пространства» (НИЯУ «МИФИ», Москва и Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия)

12.10-12.30. В.Е.Шунков, О.Н.Кусь, В.Ю.Прокопьев, А.Е.Назаренко, В.А.Бутузов, Ю.И.Бочаров «Схемотехнические методы обеспечения стойкости источников опорного напряжения к полной поглощённой дозе излучения» (ООО «ОКБ пятое поколение», Новосибирск, ООО «Мегарад», Новосибирск и НИЯУ «МИФИ», Москва, Россия)

12.30-12.50. А.П.Скоробогатов «Обзор методов расчета вероятности возникновения многократных сбоев в комбинационных элементах и памятях СБИС при воздействии ТЗЧ» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия).

13.00-14.00. Обеденный перерыв

Секция 3. Радиационная стойкость электронных устройств и систем (продолжение)

14.10-14.40. В.В.Емельянов, А.С.Ватуев, Р.Г.Усейнов «Выход заряда из треков тяжёлых заряженных частиц в слоях диоксида кремния микроэлектронных структур» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва и АО «НИИП», Московская обл., г. Лыткарино, Россия)

14.40-15.00. Л.А.Щигорев «Методы исправления последствий отказов блоков статической оперативной памяти» (НИЯУ «МИФИ», ЗАО НТЦ «Модуль», Москва, Россия).

15.00-15.20. В.С.Першенков «История сотрудничества США-Россия в области радиационной стойкости электронных систем» (НИЯУ «МИФИ», Москва, Россия).

15.20-15.40. В.С.Першенков, А.С.Бакеренков, А.С.Родин, В.А.Фелицын, В.В.Беляков, А.Г.Мирошниченко, Ю.Д.Бурсиан, Н.С.Глухов «Эффект низкой интенсивности в кремний-германиевых транзисторах» (НИЯУ «МИФИ», Москва, Россия)

15.40-16.00. Coffee break

Библиотека SPICE-моделей МОП и биполярных транзисторов для расчёта КМОП и БиКМОП СБИС космического назначения

К. О. Петросянц

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
(Московский институт электроники и математики им. А.Н.Тихонова), Москва, Россия,

E-mail: kpetrosyants@hse.ru

Ключевые слова: биполярные и МОП транзисторы, SPICE-модели, КМОП и БиКМОП интегральные схемы, радиация, температура, космическая электроника.

К полупроводниковым приборам, ИС и БИС космического назначения предъявляются повышенные требования к надежности работы в условиях воздействия внешних факторов.

Рассмотрено современное состояние работ в области моделирования элементов КМОП и БиКМОП БИС с учетом влияния различных видов радиации, высоких и низких температур.

В качестве разработки, превышающей зарубежный уровень, приведена функционально полная, аттестованная рядом отечественных предприятий, библиотека радиационных и электротепловых SPICE моделей биполярных и МОП транзисторов БИС различных типов, встроенная в схемотехнические симуляторы PSPICE, HSPICE, LTSpice, Eldo, Spectre, СИМИКА и др. Библиотека содержит SPICE-модели четырех типов:

1. модели МОПТ, МОПТ КНИ/КНС, SiBT, SiGeГБТ, учитывающие влияние радиационных эффектов (нейтронов, электронов, гамма- и рентгеновских лучей, протонов, импульсного излучения, одиночных ядерных частиц [1];
2. модели приборов п. 1, учитывающие влияние внешней высокой температуры (до +300°C) и внутреннего эффекта «саморазогрева» [2, 3];
3. модели приборов п. 1, учитывающие влияние низких (до -200°C) температур (для схем криогенной электроники) [4, 5];
4. электротепловые модели межсоединений ИС и БИС в виде компактных пассивных $R_T C_T$ цепей с температурно-зависимыми параметрами [6].

Модели п.п. 1 – 3 построены по единому принципу. В качестве основы используется одна из стандартных SPICE-моделей: для МОПТ – BSIM/BSIMSOI, EKV/EKVSOI; для БТ – GP, VBIC, NICUM, MEXTRAM (по выбору разработчика ИС). Радиационные и тепловые эффекты учитываются путем включения в базовую модель дополнительных выражений и/или схемных элементов. Для моделей SPICE-RAD-THERM п.п. 1 – 4 отработаны процедуры экстракции параметров из стандартных I-V, C-V, f_T/f_{max} , S- и др. характеристик, измеренных в диапазонах радиационных и/или температурных воздействий. В качестве экстрактора используется IC-CAP.

Основные преимущества для разработчиков:

1. в рамках одной модели учитываются все виды радиационных воздействий;
2. расширенный температурный диапазон от -200°C до +300°C (для существующих аналогов -100°C...+150°C);
3. одновременный учет в рамках одной модели совместного влияния радиации и температуры;
4. учет электрических и тепловых потерь и задержек в межсоединениях ИС и БИС.

Погрешность моделирования 10 – 15% для статических и 15 – 20% для динамических характеристик приборов.

Приведены практические примеры использования моделей п.п. 1 – 4 для расчета типовых узлов и фрагментов КМОП и БиКМОП БИС космического назначения, подвергнутых воздействию различных видов радиации, высокой и низкой температуры.

Литература

1. K.O.Petrosyants, I.A.Kharitonov, L.M.Sambursky, M.V.Kozhukhov. Expanding Commercial SPICE Possibilities in the Field of Extreme Environment Electronics Design by Using New BJT and MOSFET Models with Account for Radiation Influence, in: Innovative Information Technologies: Materials of the International scientific-practical conference. Part 3 / Ed. by S. U. Uvaysov. Part 3. M. : HSE, 2014. P. 244-253.
2. К.О.Петросянц, С.В.Лебедев, Д.А.Попов, Л.М.Самбурский и др. Моделирование КНИ МОП-транзисторов для высокотемпературных КМОП интегральных схем (до 300°C) // Сб. трудов «Микроэлектроника—2015», М.: Изд. «Техносфера», 2016, с. 470—474.
3. К.О. Петросянц, Л.М. Самбурский, И.А. Харитонов. Определение параметров SPICE-моделей биполярных транзисторов в диапазоне температуры (–60 °С ... +125 °С) // Материалы XIV научно-технической конференции специалистов «Твердотельная электроника. Сложные функциональные блоки РЭА», 7-9 октября 2015, Москва, 2015, с. 239-243.
4. И.А.Харитонов, И.А.Четвериков, Е.Ю.Кузин, М.Р.Исмаил-заде. Определение параметров SPICE-моделей КНИ МОПТ при низких температурах (до минус 200°C) // В наст. Сборнике.
5. O.V. Dvornikov, V.L. Dzatlau, N.N. Prokopenko, K.O. Petrosiants, N.V. Kozhukhov, V.A. Tchekhovski. The Accounting of the Simultaneous Exposure of the Low Temperatures and the Penetrating Radiation at the Circuit Simulation of the BiJFET Analog Interfaces of the Sensors // Proc. of XIII Intern. Siberian Conf. on Control and Communications (Sibcon 2017), Astana, Kazakhstan, June 2017.
6. К.О. Петросянц, П.А. Козылко, Н.И. Рябов, И.А. Харитонов Подсистемы электротеплового моделирования СБИС и печатных плат, расширяющие возможности коммерческих САПР // Сб. трудов «Микроэлектроника—2015», М.: Изд. «Техносфера», 2016, с. 439—448;

СПИСОК АВТОРОВ ДОКЛАДОВ

1. А.В.Амирханов- стр. 8, 22
2. А.В.Андрианов- стр. 8, 9
3. А.А.Антонов- стр. 8, 11
4. А.М.Антонова- стр. 5, 13
5. А.В.Антонюк- стр. 8, 15
6. С.И.Бабкин- стр. 5, 16
7. А.С.Бакеренков- стр.7, 47
8. М.Е.Барских- стр. 5, 13
9. Е.И.Батаруева- стр. 5, 51
10. В.В.Беляков- стр. 7, 47
11. В.Б.Бетелин- стр. 5, 8
12. С.Г.Бобков- стр. 5, 8.
13. А.Ю.Богданов- стр. 6, 18
14. Д.В.Бородин- стр. 6, 19
15. Ю.И.Бочаров- стр. 7, 68
16. А.С.Будяков- стр. 8, 37
17. Ю.Д.Бурсиан- стр. 7, 47
18. В.А.Бутузов- стр. 7, 68
19. А.В.Ванюшкин- стр. 8, 21
20. В.В.Васильев- стр. 6, 19
21. А.С.Ватуев- стр. 7, 31
22. А.О.Власов- стр. 8, 11
23. С.И.Волков- стр. 5, 16
24. Е.А.Гагарин- стр. 8, 11
25. А.М.Галимов- стр. 7, 24
26. Р.М.Галимова- стр. 7, 24
27. Н.С.Глухов- стр. 7, 47
28. А.А.Глушко- стр. 8, 22
29. М.С.Горбунов- стр. 5, 26
30. В.С.Даныкин- стр. 5, 55
31. П.Ю.Демьянов- стр. 6, 63
32. В.Р.Джафаров- стр. 6, 28
33. М.Г.Дроздецкий- стр. 7, 29
34. И.В.Елушов- стр. 7, 24
35. В.В.Емельянов- стр. 7, 31
36. Г.И.Зебрев- стр. 7, 24, 29
37. П.С.Зубковский- стр. 5, 13
38. М.Р.Исмаил-Заде- стр. 5, 6, 55, 66
39. С.А.Кизи́ев- стр. 6, 33
40. Н.М.Клоков- стр. 8, 37
41. Е.Ю.Кузин- стр. 5, 6, 55, 66
42. О.Н.Кусь- стр. 7, 68
43. А.А.Краснюк- стр. 8, 21
44. М.С.Ладнушкин- стр. 6, 35
45. А.А.Лебедев- стр. 8, 37
46. В.В.Макарчук- стр. 8, 22
47. Н.В.Масальский- стр. 8, 39
48. В.В.Мастеров- стр. 5, 41
49. Н.Ю.Миронов- стр. 6, 63
50. А.Г.Мирошниченко- стр. 7, 47
51. О.В.Момотова- стр. 6, 43
52. Е.В.Мрозовская- стр. 7, 24
53. А.Е.Назаренко- стр. 7, 68
54. А.С.Новосёлов- стр. 5, 8, 16, 22
55. В.В.Орлов- стр. 7, 29
56. Ю.В.Осипов- стр. 6, 19
57. В.С.Першенков- стр. 7, 45, 47
58. К.О.Петросянц- стр. 5, 6, 7, 49, 51, 53
59. В.Ю.Прокопьев- стр. 7, 68
60. Ю.Б.Рогаткин- стр. 5, 41
61. А.С.Родин- стр. 7, 47
62. Н.И.Рябов- стр. 5, 51
63. Е.М.Савченко- стр. 8, 37
64. Л.М.Самбурский- стр. 5, 6, 53, 55
65. А.П.Скоробогатов- стр. 7, 57
66. Д.И.Слинкин- стр. 6, 59
67. К.К.Смирнов- стр. 6, 33
68. В.Я.Стенин- стр. 5
69. Е.С.Стенькин- стр. 6, 63
70. Д.В.Трошенков- стр. 8, 21
71. Д.А.Трубицын- стр. 8, 61
72. Р.Г.Усейнов- стр. 7, 31
73. В.А.Фелицын- стр. 7, 47
74. В.А.Харин- стр. 6, 63
75. И.А.Харитонов- стр. 6, 7, 53, 64, 66
76. И.А.Четвериков- стр. 5, 6, 55, 66
77. П.А.Чибисов- стр. 8, 61
78. В.Е.Шунков- стр. 7, 68
79. Л.А.Щигорев- стр. 7, 70
80. Г.А.Яшин- стр. 8, 22

Подписано в печать 22.05.2017 г.
Формат 60х90/8
Печать цифровая. Печатных листов 9,0.
Тираж 120 экз. Заказ № 630.

Отпечатано в ППП «Типография «Наука»
121099, Москва, Шубинский пер, 6