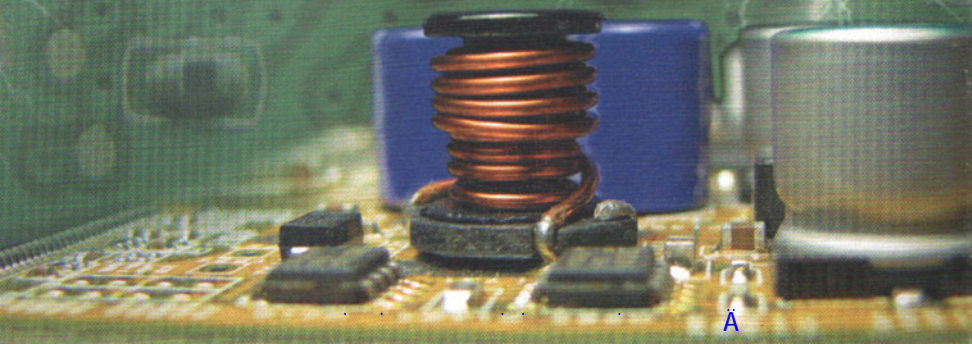


С. Н. Гончаров, А. П. Мартынов, А. В. Новиков,
Н. А. Прудкой, В. Н. Фомченко

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ



ФГУП «Российский федеральный ядерный центр –
Всероссийский научно-исследовательский институт
экспериментальной физики»

С. Н. Гончаров А. П. Мартынов, А. В. Новиков,
Н. А. Прудкой, В. Н. Фомченко

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

Учебно-методическое пособие

Саров
2013

УДК 621.391.82.016.35

ББК 32.81

О-13

**Гончаров, С. Н., Мартынов, А. П., Новиков, А. В., Пруд-
кой, Н. А., Фомченко, В. Н.**

О-13 Обеспечение помехоустойчивости цифровых устройств. –
Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2013. – 113 с. – ил.

ISBN 978-5-9515-0218-6

Рассмотрены характеристики электромагнитных помех, механизмы и каналы их воздействия на цифровые устройства, критерии помехоустойчивости, помехозащищенные каналы связи. Представлены схмотехнические и конструкторские способы повышения помехоустойчивости цифровых устройств, расчетно-теоретические и экспериментальные методы оценок.

Пособие рассчитано на широкий круг инженерно-технических работников в области радиоэлектроники и электросвязи, а также для студентов, аспирантов и научных сотрудников радиотехнических специальностей.

УДК 621.391.82.016.35

ББК 32.81

ISBN 978-5-9515-0218-6

© ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2013

Содержание

Введение	4
Глава 1. Характеристика электромагнитных помех	5
1.1. Электромагнитная обстановка. Методы описания	5
1.2. Источники переходных помех	8
1.3. Источники регулярных помех	20
1.4. Многорежимные источники помех	22
1.5. Типовые характеристики помех	24
Глава 2. Механизмы воздействия помех на цифровые устройства. Критерии стойкости	27
Глава 3. Способы повышения помехоустойчивости	39
3.1. Схемотехническое направление	39
3.2. Конструкторское направление	46
Глава 4. Помехозащищенные каналы связи	51
Глава 5. Проектирование помехоустойчивых устройств ..	68
5.1. Расчетно-теоретические методы	69
5.2. Экспериментальные методы	94
Заключение	108
Список литературы	111

Современные цифровые системы отличаются большим разнообразием по функциональному назначению, типу, комплектации, элементной базе, конструктивному оформлению и условиям эксплуатации, включая помеховую обстановку в конкретном месте установки. Указанная ситуация определяет наличие множества возможных вариантов систем защиты от внешних помех, отличающихся совокупностью используемых способов повышения помехоустойчивости, защитных элементов, системотехнических и схмотехнических решений. Оптимальный вариант системы защиты выбирается в каждом конкретном случае компромиссным путем, исходя из технико-экономического сравнения возможных вариантов.

При этом необходимо учитывать, что при защите цифрового устройства от ложного переключения только подавлением уровня наводимых помех перекрытию подлежат все возможные каналы проникновения помех к его чувствительным элементам, а подавление осуществляется до уровня, не превышающего их пороги переключения. В этом случае защите подвергается весь объем цифрового устройства с использованием схмотехнических и конструкторских мер, что требует повышенных материальных затрат и представляется малооправданным особенно при ограниченном количестве чувствительных элементов, даже если они распределены по всему объему устройства.

Снижение чувствительности к наводимым помехам элементов и устройств позволяет ослабить требования к степени подавления помех, но не изменяет ситуацию в целом.

При дублировании совокупности ячеек памяти помехоустойчивым запоминающим устройством требуется использование специальных быстродействующих датчиков помех, уменьшение инерционности запоминающего устройства, содержащего кроме запоминающих элементов разветвленную систему электронного обрамления, и гарантированное сохранение состояния ячеек памяти на время записи информации в запоминающее устройство.

Дублирование каждой ячейки памяти отдельным запоминающим элементом позволяет снизить требование к степени подавления помех до уровня, обеспечивающего только отсутствие отказов

элементов, и исключает необходимость введения в состав цифрового устройства специального запоминающего устройства с датчиками помех, что создает предпосылки для уменьшения габаритов и улучшения других технических характеристик помехоустойчивой электронной аппаратуры.

Однако дублирование ячеек памяти пассивными запоминающими элементами вызывает необходимость целенаправленного изменения традиционной структуры триггерных и других последовательностных устройств с учетом необходимости исключения отрицательного влияния запоминающих элементов на их функционирование при отсутствии внешних помех.

Список литературы

1. Кравченко В. И., Болотов Е. А., Летунова Н. И. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи. М.: Радио и связь, 1987.
2. Антипин В. В., Годовицын В. А., Громов Д. В. и др. Влияние мощных импульсных микроволновых помех на полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы // Зарубежная радиоэлектроника. 1995, № 1. С. 37–53.
3. Мальцев П. П., Долидзе Н. С., Критенко М. И. и др. Цифровые интегральные микросхемы: Справочник. М.: Радио и связь, 1994.
4. Черепанов В. П., Хрулев А. К., Блудов И. П. Электронные приборы для защиты РЭА от электрических перегрузок: Справочник. М.: Радио и связь, 1994.
5. Мырова Л. О., Чепиженко А. З. Обеспечение стойкости аппаратуры связи к ионизирующим и электромагнитным излучениям. М.: Радио и связь, 1988.
6. Гурвич И. С. Защита электронных вычислительных машин от внешних помех. М.: Энергия, 1975.
7. Шишкин Г. И. Обеспечение помехоустойчивости цифровых систем: Монография. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2004.
8. Шишкин Г. И., Гончаров С. Н. Функциональные устройства цифровых систем. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011.
9. Шляпоберский В. И. Основы техники передачи дискретных сообщений. М.: Связь, 1973.
10. Ильин В. А. Телеуправление и телеизмерение: Учебное пособие для вузов. М.: Энергоиздат, 1982.
11. Кузьмин И. В., Кедрус В. А. Основы теории информации и кодирования. Киев: Вища школа, 1986.
12. Куликов Ю. П., Пушкин В. М., Скворцов Г. И. и др. Основы передачи дискретных сообщений: Учебник для вузов / Под ред. В. М. Пушкина. М.: Радио и связь, 1992.

13. Бернард Склар. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.

14. Шваб А. Электромагнитная совместимость: Пер. с нем. М.: Энергоатомиздат, 1998.

15. Михайлов М. И., Разумов Л. Д., Соколов С. А. Электромагнитные влияния на сооружения связи. М.: Связь, 1979.

16. Tesche F. M. Topological Concepts for Internal EMP Interaction// IEEE Trans. Antennas and Propagation. 1978, Vol. AP-26, No 1. P. 60–67.

17. EMP Interaction; Principles, Techniques and Reference Data. A Handbook of Technology from the EMP Interaction notes. By Hemisphere Publishing Company, 1987.

18. Рикетс Л. У., Бриджес Д. О., Майлетта Дж. Электромагнитный импульс и методы защиты. М.: Атомиздат, 1979.

19. Венс Э. Ф. Влияние электромагнитных полей на экранированные кабели. М.: Радио и связь, 1982.

20. Барнс Дж. Электронное конструирование: методы борьбы с помехами. М.: Мир, 1990.

Гончаров Сергей Николаевич, **Мартынов** Александр Петрович,
Новиков Андрей Владимирович, **Прудкой** Николай Александрович,
Фомченко Виктор Николаевич

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

Учебно-методическое пособие

Редактор *Н. П. Мишкина*
 Компьютерная подготовка оригинала-макета *Н. В. Мишкина*

Подписано в печать 22.02.2013. Формат 60×84/16
 Печать офсетная. Усл. печ. л. ~6,4 Уч.-изд. л. ~6,3
 Тираж 300 экз. Зак. тип. 218-2013

Отпечатано в Издательско-полиграфическом комплексе
 ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»
 607188, г. Саров Нижегородской обл., ул. Силкина, 23