

Министерство образования и науки Российской Федерации
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
(ТУСУР)

ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

**X Международная
научно-практическая конференция**

12–14 ноября 2014 г.

Материалы докладов

**В двух частях
Часть 1**

**В-Спектр
Томск – 2014**

УДК 621.37/39 + 681.3
ББК (Ж/О) 32.84.85.965
Э 45

Э 45 **Электронные средства и системы управления:** Материалы докладов X Международной научно-практической конференции (12–14 ноября 2014 г.): В 2 ч. – Ч. 1. – Томск: В-Спектр, 2014. – 216 с.
ISBN 978-5-91191-316-8
ISBN 978-5-91191-317-5 (Ч. 1)

Книга содержит материалы докладов, представленных на X Международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления» (Томск, 12–14 ноября 2014 г.), по следующим направлениям: радиотехнические и телекоммуникационные системы; наноэлектроника СВЧ; нанотехнологии в электронике; антенны и микроволновые устройства СВЧ; нелинейная оптика; интеллектуальная силовая электроника и преобразовательная техника; плазменная электроника; биомедицинская электроника; автоматизация и оптимизация систем управления и обработка информации; интеллектуальные системы проектирования, автоматизация проектирования электронных устройств и систем; информационная безопасность; информационные технологии в управлении и принятии решений; информационные технологии в обучении; инновации в сфере электроники и управления; оптоэлектроника и фотоника; видеоинформационные технологии и цифровое телевидение.

Для студентов, преподавателей и специалистов, интересующихся проблемами систем управления.

УДК 621.37/39 + 681.3
ББК (Ж/О) 32.84.85.965

Конференция проводится при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ). Проект № 14-07-20063

Часть статей секций 1–18 направлены для публикации в журнале «Доклады ТУСУРа»

ISBN 978-5-91191-316-8
ISBN 978-5-91191-317-5 (Ч. 1)

© ТУСУР, 2014
© Коллектив авторов, 2014

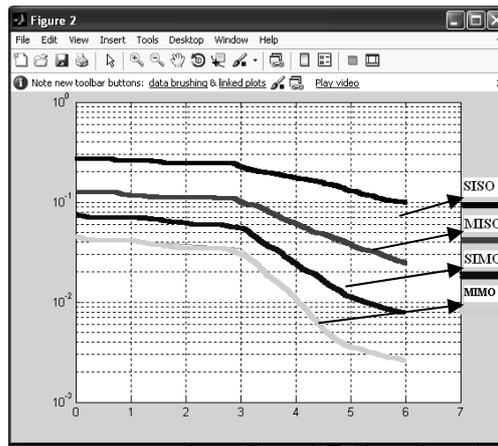


Рис. 2. График зависимости вероятностей битовой ошибки от отношения сигнал/фединг канала при гауссовских шумах каналов передач с дисперсией $\sigma = 1/2$

Из полученных результатов можно сделать вывод, что использование технологии MIMO позволяет обеспечить существенно меньшую вероятность битовой ошибки при тех же значениях отношения сигнал/шум, что и для случаев SISO, SIMO, MISO. Уменьшение дисперсии шумов каналов передач приводит к увеличению выигрыша по помехоустойчивости.

Таким образом, результаты моделирования подтверждают адекватность исследуемой Simulink-модели.

В целом теория обработки сигналов в MIMO-системах переживает бурное развитие – этап становления. Существенно, что прогресс в эволюции MIMO-систем привел к появлению специализированных микросхем для соответствующей обработки сигналов, резко удешевляющих производство оборудования и создающих предпосылки для широкого внедрения MIMO-технологии в средствах связи.

Литература

1. Слюсар В.И. Системы MIMO: принципы построения и обработка сигналов // Электроника: наука, технология, бизнес. 2006. №8. С. 52–58.
2. Рашич А.В. Сети беспроводного доступа WiMAX: учеб. пособие / А.В. Рашич. СПб.: Изд-во политех. ун-та, 2011. 179 с.

УДК 621.398

СТРАТЕГИЯ КОНТРОЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ МЕТОДОМ КРИТИЧЕСКИХ ПИТАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Д.С. Пивоваров, Н.Н. Номоконова, В.Ю. Гаврилов

Формулируются особенности прогнозирующего контроля современных микроэлектронных устройств.

Ключевые слова: информативные параметры, критические питающие напряжения, контроль технических свойств.

Представленные в данной работе сведения являются продолжением публикаций, связанных с получением расширенной диагностической информации о

микроэлектронных интегральных устройствах (ИС) для косвенной индивидуальной оценки их надежности методом критических питающих напряжений [1, 2]. Как известно, надежность одной и той же продукции имеет тенденцию к повышению в ходе освоения и совершенствования технологии изготовления ИС, а также с ростом серийности. В этом плане интересно проанализировать изменение информативных параметров в партиях микросхем различных лет выпуска. Такую постановку задачи можно определить как некую аналитическую оценку стратегии долговременного использования указанного выше метода контроля ИС [3].

Контролю и анализу технического состояния подверглись 2 партии операционных усилителей (ОУ) КФ140УД7, выпущенных в 1998 и 2012 гг., у которых были исследованы частотные зависимости критических напряжений. Кроме того, для сравнения аналогичной проверке были подвергнуты полные зарубежные аналоги данных ОУ ($\mu A741$), а также совместимые по выводам микросхемы высокочастотных ОУ.

Ниже в графическом отображении представлены результаты тестирования. Прежде всего, были протестированы ИС КФ140УД7, изготовленные в 1998 г. (партия из 61 ИС), затем ИС, изготовленные в 2012 г. (партия из 100 ИС). Ниже представлены графики зависимости запаса критических напряжений от частоты тестирования ($\Delta E_{кр}(f_T)$) (рис. 1 и 2).

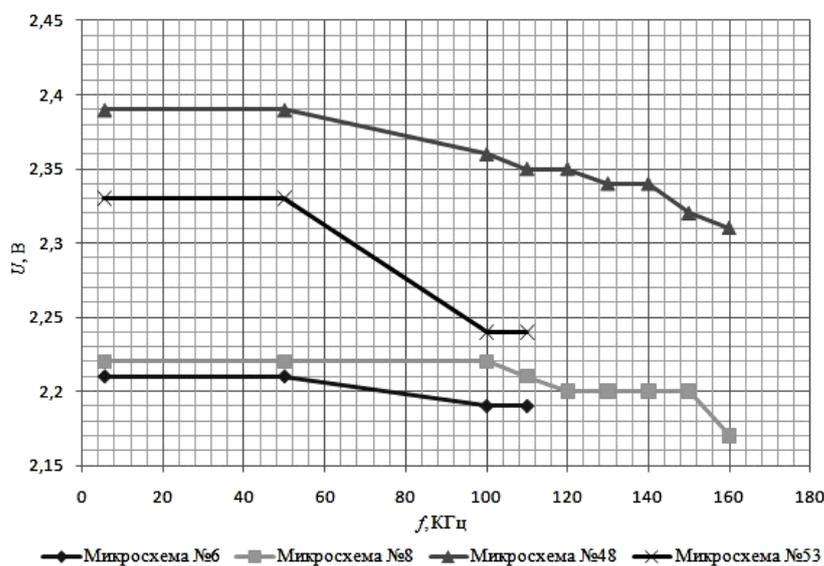


Рис. 1. График зависимости $\Delta E_{кр}(f_T)$ для ИС КФ140УД7 отечественного производства 1998 г.

Из графиков видно, что такой показатель, как частота тестирования (f_T) современных ИС КФ140УД7, должна выбираться достаточно высокой, так как эти ИС более быстродействующие (следствие постоянного усовершенствования технологии изготовления последних).

Далее исследовались 3 интегральные схемы $\mu A741$ компании STMicroelectronics (аналог ИС КФ140УД7). Результаты тестирования ИС $\mu A741$ приведены на графике зависимости $\Delta E_{кр}(f_T)$ (рис. 3). Обнаружено, что запас по такому параметру, как f_T , в разы меньше. Предположительно это можно обосновать тем, что компания STMicroelectronics, добившись совершенства в производ-

стве, уже давно не вносит никаких изменений в технологию изготовления данных ИС.

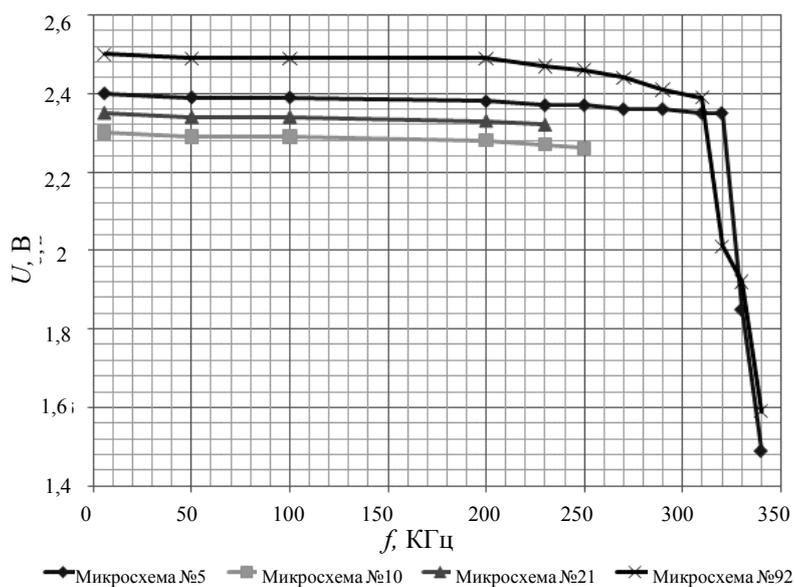


Рис. 2. График зависимости $\Delta E_{кр}(f_t)$ для ИС КФ140УД7 отечественного производства 2012 г.

Затем были протестированы ИС, представляющие собой сдвоенный операционный усилитель МС33202 компании On Semiconductor (всего 4 ИС). Отметим, что эти микроисхемы совместимы по выводам с предыдущими ИС. Результаты тестирования ИС МС33202 приведены на рис. 4.

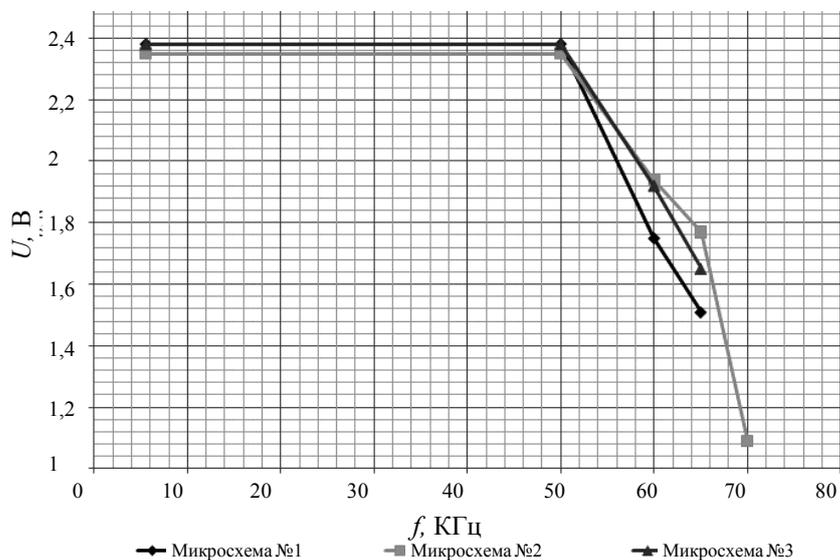


Рис. 3. График зависимости $\Delta E_{кр}(f_t)$ для ИС μА741 зарубежного производства

Оказалось, что данные ИС по параметру (f_T) схожи с аналогичным показателем современных ИС КФ140УД7, но параметр $\Delta E_{кр}$ больше на 1 В. Это обосновано тем, что ИС МС33202 имеют систему «Rail to Rail», т.е. работают при самых минимальных напряжениях, что и отобразилось в информативном параметре $\Delta E_{кр}(f_T)$.

Последними были протестированы ИС AD825 производства зарубежной компании Analog Devices. Данные ИС представляют собой высокочастотные ОУ (протестировано 3 ИС). По результатам тестирования ИС AD825 построен график зависимости $\Delta E_{кр}(f_T)$ (рис. 5).

Отображенные на графике данные подтверждают, что эти ИС высокочастотные, так как показатель f_T в несколько раз выше, чем у остальных исследованных ИС.

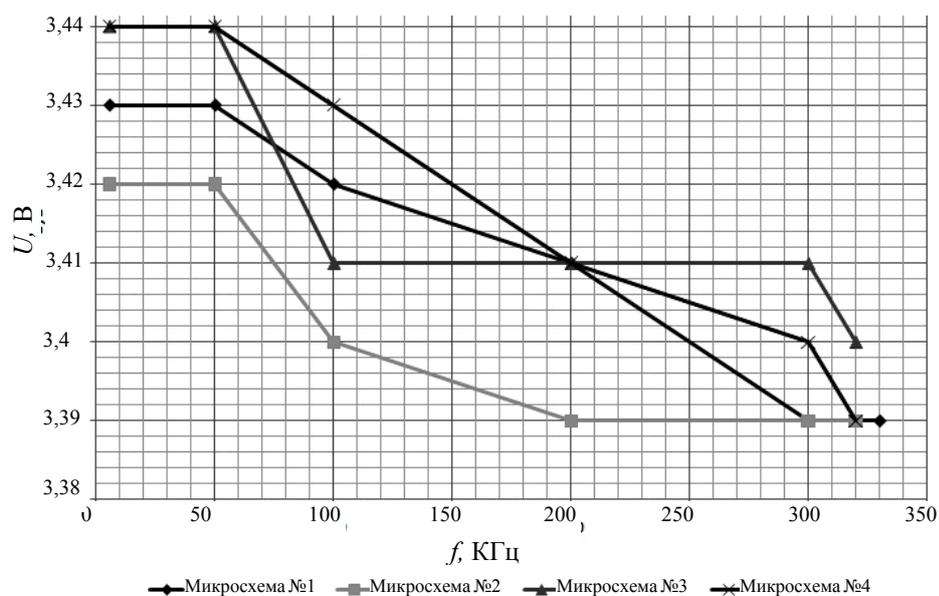


Рис. 4. График зависимости $\Delta E_{кр}(f_T)$ для ИС МС33202 зарубежного производства

Была также отмечена следующая особенность. Как известно, каждый тип ИС имеет свою сигнатуру, так называемую подпись. Обнаружено, что у ИС МС33202 и AD825 сигнатура не совпадает с ИС КФ140УД7 и $\mu A741$ (сигнатура у ИС КФ140УД7 и $\mu A741$ – 01ED, а у ИС МС33202 и AD825 – 01AD). В результате подробного сравнения электрических принципиальных схем тестируемых ИС обнаружено отличие: использование диодов Шоттки на входах ОУ ИС МС33202 и ИС AD825. За счет этих дополнительных элементов происходит изменение выходного сигнала, принимаемого системой контроля, и как следствие изменение сигнатуры.

По результатам исследований сделан вывод о том, что метод критических питающих напряжений информативен в смысле сравнения технического состояния различных ИС. Четко наблюдаются технические отличия для ИС КФ140УД7 разных годов производства. Также это наблюдается в результатах исследований ИС ОУ зарубежного производства. Каждая из особенностей ИС зарубежного производства отобразилась на графиках зависимости $\Delta E_{кр}(f_T)$, будь то система питания «Rail to Rail» или высокочастотные ОУ.

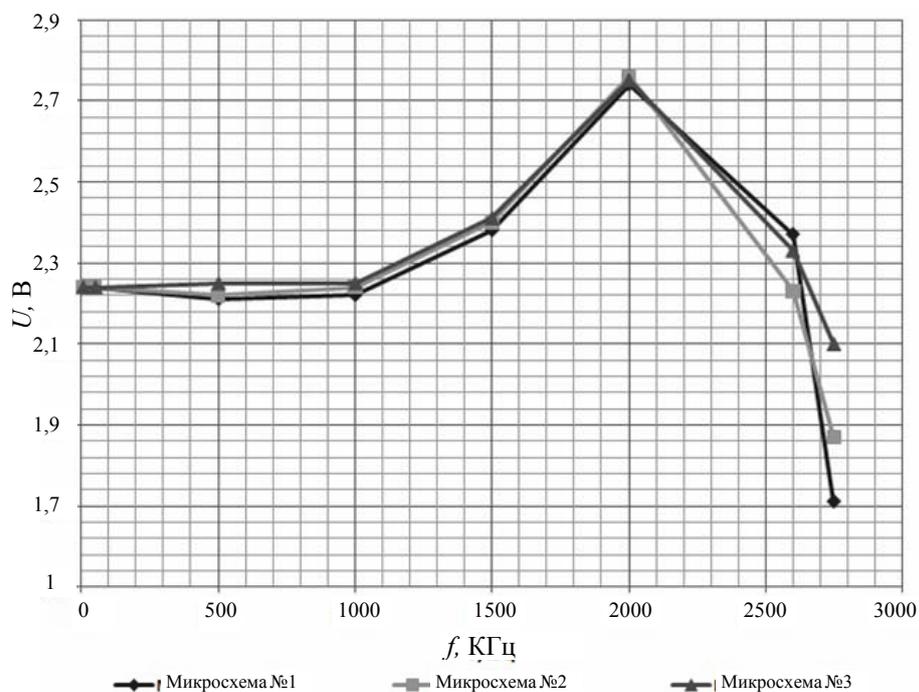


Рис. 5. График зависимости $\Delta E_{кр}(f_i)$ для ИС AD825 зарубежного производства

Таким образом, системы контроля и применение различных информативных параметров, связанных с критическими питающими напряжениями, позволяют группировать ИС по классам качества, что крайне актуально.

Литература

1. Номоконова Н.Н., Пивоваров Д.С., Алмина Н.А. Принятие решения по результатам контроля микросистемных устройств // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. Томск. 2010. № 2(22), ч. 2. С. 36–37.
2. Номоконова Н.Н., Гаврилов В.Ю., Пивоваров Д.С. Особенности контроля технического состояния программируемых больших интегральных схем // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. Томск, 2012. № 1(25), ч. 1. С. 15–18.
3. Номоконова Н.Н., Гаврилов В.Ю., Алмина Н.А. Контроль микросистемных устройств методом критических питающих напряжений // Информатика и системы управления. 2010. № 1(23). С. 115–120.

УДК 621.396.62

ЧАСТОТНЫЕ СООТНОШЕНИЯ В ПРИЕМНОМ УСТРОЙСТВЕ СИГНАЛОВ РЛС

А.С. Подстригаев

Предложено одновременное использование двух технических решений в приемном устройстве матричного типа с цифровой обработкой сигналов, позволяющее упростить настройку устройства и уменьшить влияние внутренних помех. Рассмотрены ограничения для данной схемы. В графическом и