

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

СТРАТЕГИЯ КОНТРОЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ МЕТОДОМ КРИТИЧЕСКИХ ПИТАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ

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 в 2012 годах, 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 году (партия из 61 ИС), затем ИС, изготовленные в 2012 году (партия из 100 ИС). Ниже представлены графики зависимости запаса критических напряжений от частоты тестирования ($\Delta E_{кр}(f_t)$) (рис.1 и рис.2).

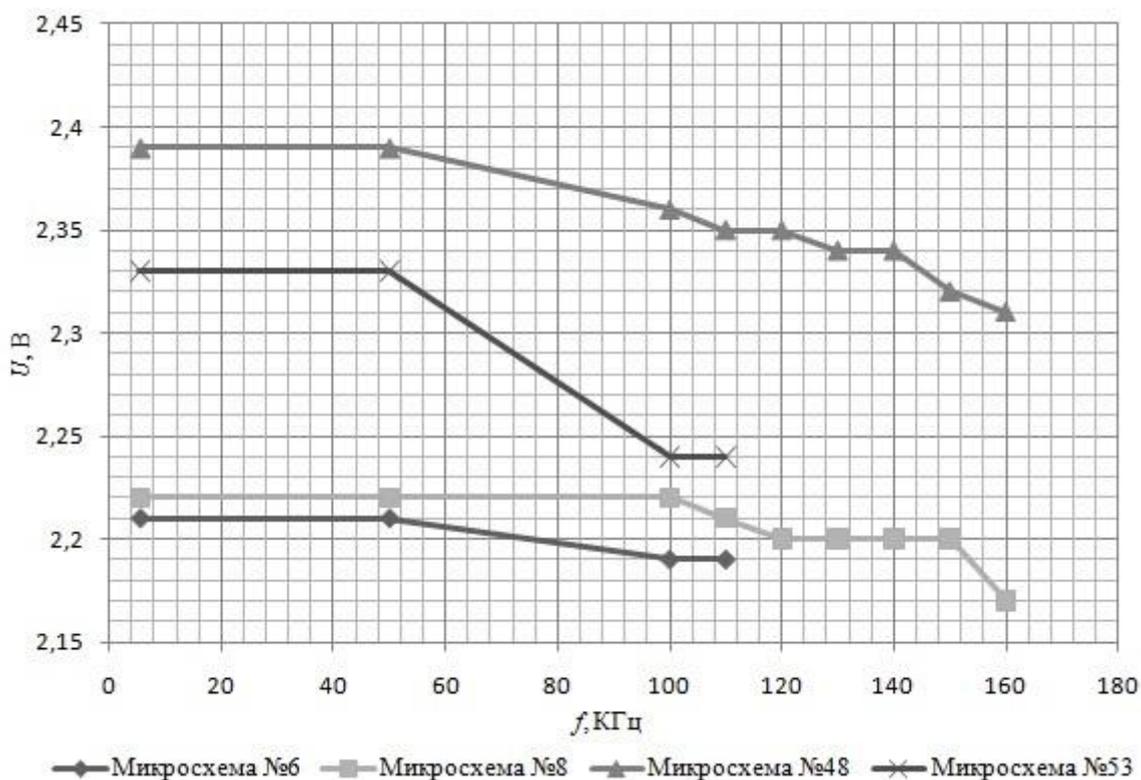


Рис. 1. График зависимости $\Delta E_{кр}(f_T)$ для ИС КФ140УД7 отечественного производства 1998 года

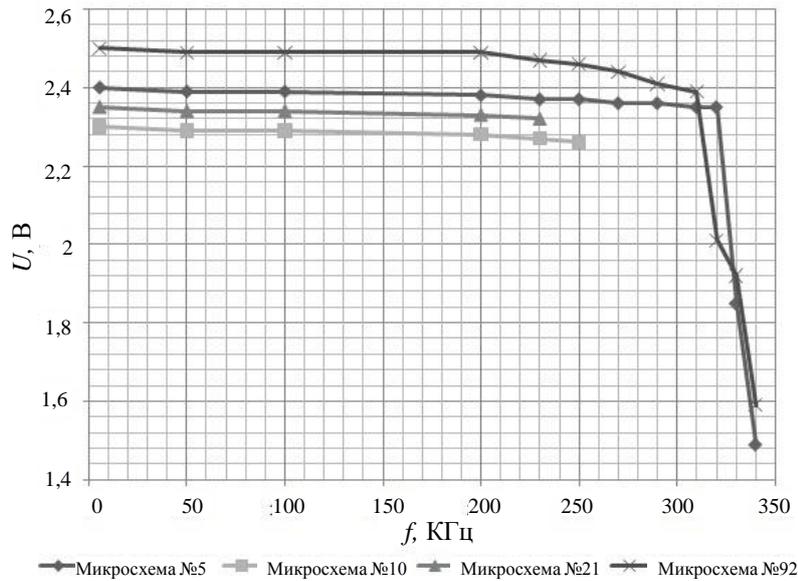


Рис. 2. График зависимости $\Delta E_{кр}(f_T)$ для ИС КФ140УД7 отечественного производства 2012 года

Из графиков видно, что такой показатель как частота тестирования (f_T) современных ИС КФ140УД7 должна выбираться достаточно высокой, т.к. 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 производстве, уже давно не вносит никаких изменений в технологию изготовления данных ИС.

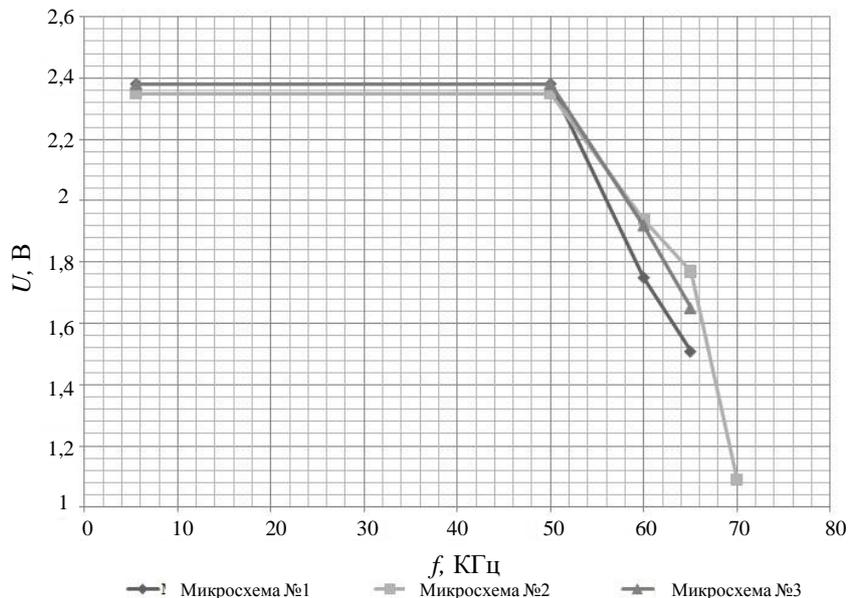


Рис. 3. График зависимости $\Delta E_{кр}(f_T)$ для ИС $\mu A741$ зарубежного производства

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

4). 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 $\Delta E_{кр}(f_T)$.

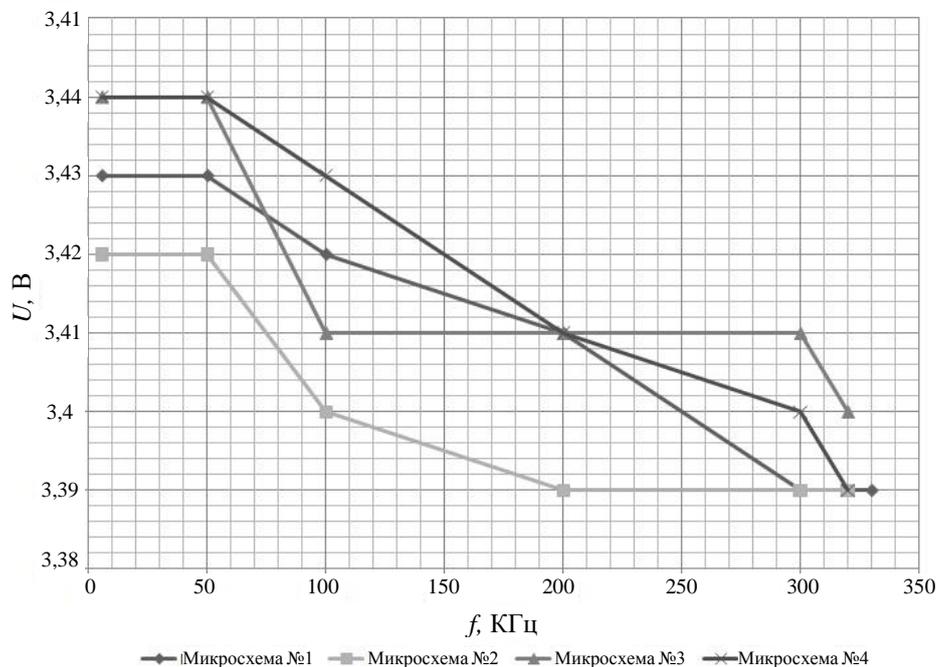


Рис. 4. График зависимости $\Delta E_{кр}(f_T)$ для ИС МС33202 зарубежного производства

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).

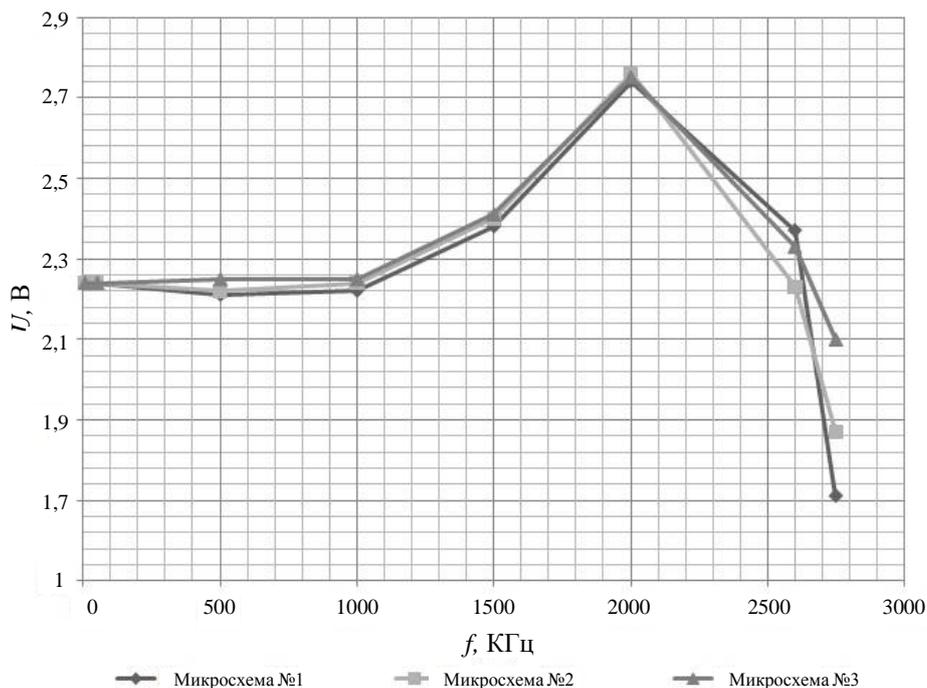


Рис. 5. График зависимости $\Delta E_{кр}(f_T)$ для ИС AD825 зарубежного производства

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

Была также отмечена следующая особенность. Как известно, каждый тип ИС имеет свою сигнатуру, так называемую подпись. Обнаружено, что у ИС MC33202 и AD825, сигнатура не совпадает с ИС КФ140УД7 и $\mu A741$ (сигнатура у ИС КФ140УД7 и $\mu A741$ – 01ED, а у ИС MC33202 и AD825 – 01AD). В результате подробного сравнения электрических принципиальных схем тестируемых ИС обнаружено отличие: использование диодов Шоттки на входах ОУ ИС MC33202 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. Так же 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. 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 микроэлектронных устройств // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР. - 2010. - № 2(22). Часть 2. - С.36-37.
2. Номоконова Н.Н., Гаврилов В.Ю., Пивоваров Д.С. Особенности контроля технического состояния программируемых больших интегральных схем // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР. - 2012. - № 1(25). Часть 1. - С.15-18.
3. Номоконова Н.Н., Гаврилов В.Ю., Алмина Н.А. Контроль микроэлектронных устройств методом критических питающих напряжений // Информатика и системы управления. - 2010. - № 1(23). - С.115-120.

Pivovarov D.S., Nomokonova N.N., Gavrillov V.Y.

A strategy of the microelectronic devices quality inspection with the marginal supply voltages method

The aspects of the predictive quality inspection for the contemporary microelectronic devices were formulated.

Keywords: informative parameters, marginal voltages, quality inspection