

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ПУЛЬСАР



«ПУЛЬСАР - 2015»

**ТВЕРДОТЕЛЬНАЯ
ЭЛЕКТРОНИКА.
СЛОЖНЫЕ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ
БЛОКИ РЭА**

**МАТЕРИАЛЫ
XIV НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**7-9 ОКТЯБРЯ 2015
МОСКВА**

МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ;
ГК «РОССИЙСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»;
АО «РОССИЙСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»;
АКАДЕМИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК ИМЕНИ А.М. ПРОХОРОВА;
ОАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ПУЛЬСАР»»;
ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ
ИМЕНИ В.А. КОТЕЛЬНИКОВА РАН;
ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РФ;
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ РАДИОТЕХНИКИ, ЭЛЕКТРОНИКИ И АВТОМАТИКИ;
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»;
ИНСТИТУТ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОЙ
ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ РАН

**ТВЕРДОТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА.
СЛОЖНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ
БЛОКИ РЭА**

*Материалы
XIV научно-технической конференции*

7-9 октября 2015 г.
МОСКВА

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДЕРЖЕК В МЕЖСОЕДИНЕНИЯХ ИС С УЧЁТОМ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЭФФЕКТОВ

Рябов Н.И., Гладышева Е.И.

Научно-исследовательский университет «Высшая школа экономики»
(Московский институт электроники и математики), г. Москва

Введение

Неравномерный нагрев линий межсоединений приводит к искажению передаваемых сигналов, в частности, увеличению времени задержки, что может вызвать рассогласование сигналов во времени. Распределение температуры в линии межсоединения обусловлено как неравномерным нагревом кристалла, по которому проходит линия, так и током, протекающим в линии (так называемый «саморазогрев»). Кроме того, ток линии вызывает падение напряжения вдоль нее.

В настоящей работе ставится задача создать программное обеспечение для моделирования задержек в межсоединениях ИС с учётом температурных эффектов.

Электро-тепловое моделирование межсоединений



Рис. 1. Линия межсоединения, проходящая по подложке, отделенная слоем изоляции

В настоящей работе авторы используют модель межсоединения (рис. 1) в виде распределённой RC-цепи, параметры которой зависят от температуры данной точки межсоединения (рис. 2).

Распределение температуры на поверхности кристалла рассчитывается с помощью программы «Перегрев –МС» [1], исходя из распределения температуры вдоль линии межсоединения рассчитываются параметры модели межсоединения – сопротивления $R(T_i)$ и ёмкости $C(T_i)$ звеньев RC цепи. Авторами разработана программа расчёта параметров

модели, выводящая результаты расчёта в виде описания электрической схемы в формате SPICE.

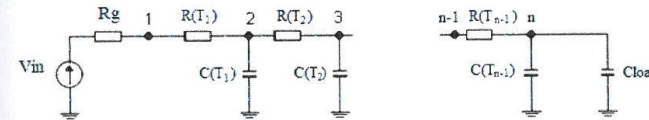


Рис. 2. Модель межсоединения в виде распределённой RC цепи. Величины сопротивлений R и ёмкостей C зависят от температуры данной точки межсоединения T_i . V_{in} – напряжение входного генератора, R_g – сопротивление генератора, $Load$ – ёмкость нагрузки

С помощью разработанной программы сделан расчет одного из межсоединений для микросхемы 4-х разрядного сумматора, реализованного на базе топологических ячеек НЕ, 2ИЛИ-НЕ, 3ИЛИ-НЕ, 4ИЛИ-НЕ, полусумматора на два входа, входящих в состав БМК серии 6501ХМ1. Приведенная схема рассеивает мощность 0,37 Вт, занимает на кристалле площадь $0,6 \cdot 0,5 \text{ мм}^2$ и входит в качестве фрагмента в состав более сложных блоков процессора специализированной ЭВМ со сверхвысоким быстродействием. Для данного фрагмента были смоделированы тепловые поля для температуры корпуса микросхемы 27°C (рис. 3). На рис. 4 распределение температуры вдоль линии межсоединения.

С помощью полученной модели межсоединения произведён расчёт задержек распространения сигнала в межсоединении (рис. 5). Задержка распространения сигнала в межсоединении без учета неоднородного температурного профиля составила 22,9 пс, задержка с учетом неоднородного температурного профиля 31,9 пс, т.е. погрешность составляет 28%.

При входном напряжении 1,5 В на выходе мы получаем 0,981 В (или 35%) с учетом теплового влияния на межсоединение. То есть наблюдается эффект «просадки» напряжения, который важно учитывать при конструировании БИС.

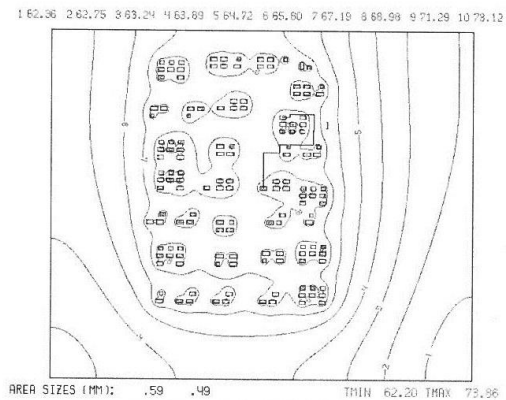


Рис. 3. Микросхема K142EN9.

1 - линия межсоединения, изолинии температуры поверхности – в градусах Цельсия, соответствие номеров и температур – в верхней строке рисунка

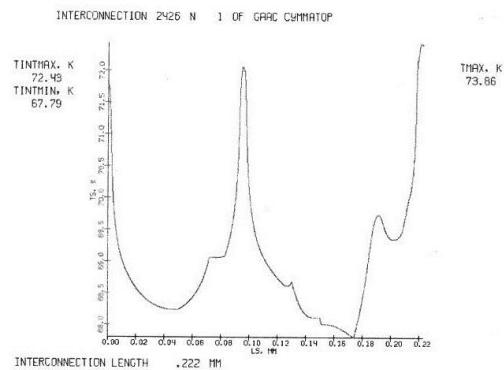


Рис. 4. Распределение температуры кристалла вдоль линии межсоединения

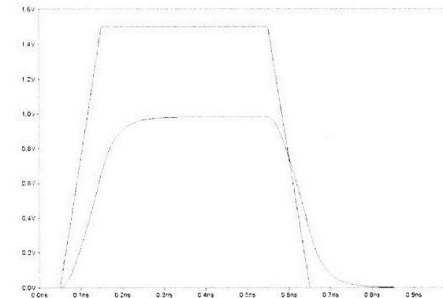


Рис. 5. Результат моделирования задержек линии межсоединения с помощью SPICE. Задержка переднего фронта составляет 31.9 пс, заднего – 31.1 пс

Выводы

Разработано программное обеспечение для анализа задержек в межсоединениях ИС в зависимости от температурных эффектов.

Температура межсоединения определяется тепловым режимом микросхемы, который рассчитывается с помощью программы «Перегрев – МС», ранее разработанной авторами.

Авторами разработана программа расчёта параметров модели межсоединения (сопротивлений и емкостей) в зависимости от температуры в точках межсоединения. Результаты расчёта выводятся в формате SPICE.

Расчёт задержек в межсоединении производится с помощью SPICE.

Приведён пример расчёта межсоединения микросхемы 4-х разрядного сумматора, реализованного на БМК серии 6501ХМ1.

В отличие от описанных в литературе аналитических методов, методика численного расчёта задержек в межсоединениях БИС предложенная в этой работе, позволяет учитывать произвольное распределение температуры в кристаллах.

Литература

1. Петросянц К.О., Рябов Н.И. Программа для ЭВМ «Перегрев МС». Свидетельство № 2007613306 от 6.08.2007 г. об официальной регистрации программы для ЭВМ.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С КРЕДИТНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ В ЧАСТИ ПРИВЛЕЧЕНИЯ КРЕДИТОВ И РАЗМЕЩЕНИЯ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ

Е.Ю. Федюкин

ОАО «НПП «Пульсар», г. Москва

Эффективная финансовая деятельность предприятия в сложившихся экономических условиях невозможна без постоянного привлечения заемных средств. В связи с этим управление привлечением и рациональным использованием заемного финансирования является одной из важнейших функций финансового менеджмента, направленной на достижение высоких конечных результатов деятельности компании.

Еще одной немаловажной функцией является управление свободной ликвидностью предприятия, получая дополнительный доход за счет размещения денежных средств на депозитах и неснижаемых остатках.

В настоящее время Государственной корпорацией «Ростех» регламентирован процесс взаимоотношений организаций Корпорации с банками (приказ от 12 мая 2015 года № 103). В целях обеспечения высокого качества и оптимальных условий обслуживания, снижения финансовых рисков организации Корпорации взаимодействуют с уполномоченными банками, определенными казначейством Корпорации.

Оглавление

Предисловие.....	3
Президиум конференции.....	4
Организационный комитет.....	6
Программный комитет.....	7
Пленарные доклады	9
НИТРИД ГАЛЛИЕВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	
<i>Груздов В.В., Колковский Ю.В.</i>	9
СЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО МОЩНЫХ СВЧ МОДУЛЕЙ L- И S- ДИАПАЗОНОВ ДЛЯ ПЕРВИЧНОЙ И ВТОРИЧНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ	
<i>Евстигнеев А.С.</i>	14
Секция № 1 «Аппаратура и приборы космического назначения»	16
СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОСМИЧЕСКИМ РСА СИСТЕМАМ ЦИФРОВОГО КАРТИРОВАНИЯ РЕЛЬЕФА	
<i>А.И. Захаров, Л.Н. Захарова, М.В. Сорочинский</i>	16
КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ БОКОВОГО И ЗАДНЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК МЕТОДОМ ДИФРАКЦИИ КИРХГОФА-ЗОММЕРФЕЛЬДА	
<i>Прилуцкий А.А.</i>	19
МИКРОПОЛОСКОВАЯ АНТЕННА-ГЕНЕРАТОР НА АРСЕНИДЕ ГАЛЛИЯ	
<i>В.Е. Любченко, Т.А. Брянцева, И.А. Марков, Д.Е. Радченко, Е.О. Юневич</i>	24
ЛАБОРАТОРНЫЕ ОТРАБОТОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ МАКЕТА РСА КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ НА АВИАЦИОННОМ НОСИТЕЛЕ	
<i>Колковский Ю.В., Прилуцкий А.А.</i>	28
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ	
<i>Е.И. Минаков, А.В. Полынкин</i>	29
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ БКС КА	
<i>Антоненко А.А.</i>	34

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЙ <i>Рачич Д.</i>	145
700–ВАТТНЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ СВЧ УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ X-ДИАПАЗОНА <i>О.В. Борисов, А.А. Глыбин, В.П. Еремин, Н.О. Коплевацкий, В.М. Миннебаев, Ал.В. Редька, Ан.В. Редька, А.В. Тихомиров, А.Н. Трушин, Е.А. Федоренко</i>	152
ПЕРЕДАЮЩИЙ ТРАКТ 6-КАНАЛЬНОГО ППМ ДЛЯ АФАР X-ДИАПАЗОНА <i>К.А. Иванов, Ю.В. Колковский, В.М. Миннебаев, Ал.В. Редька, Ан.В. Редька, А.В. Тихомиров, С.А. Фурсов</i>	154
ПЕРЕКЛЮЧАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА X-ДИАПАЗОНА НА ОСНОВЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ <i>И.М. Аболдуев, В.В. Вейц, А.Ю. Евграфов, В.М. Миннебаев, А.В. Царев</i> ..	157
ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ СВЧ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ С ЕМКОСТНОЙ СВЯЗЬЮ КОНТАКТОВ НА ALGAN/GAN ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ <i>А.С. Адонин, И.М. Аболдуев, А.Ю. Евграфов, В.М. Миннебаев, А.В. Перевезенцев</i>	159
ШЕСТИКАНАЛЬНЫЙ ППМ ДЛЯ АФАР X-ДИАПАЗОНА: ПРИЕМНЫЙ ТРАКТ <i>Герасимов А.О., Колковский Ю.В., Миннебаев В.М., Перевезенцев А.В., Шишков М.А., Шмаков Д.В.</i>	163
СПЕЦИФИКА ПРОЯВЛЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ОБРАТНЫХ СВЯЗЕЙ В КОРПУСЕ МОЩНОГО СВЧ ТРАНЗИСТОРА <i>Аронов В.Л., Романовский С.М.</i>	165
СВЧ ГЕНЕРАТОРЫ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЗОНАТОРАХ <i>Глыбин А.А., Зиневич В.С., Перевезенцев А.В., Финкель И.В.</i>	170
ФОРМИРОВАНИЕ СВЧ КОЛЕБАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЧ МИС УМНОЖИТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ СЕРИИ 1324 <i>Е.М. Савченко, А.С. Будяков, Е.С. Дрозденко, Д.А. Баландин, А.А. Пронин</i>	173

КРЕМНИЕВЫЕ МОНОЛИТНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ СВЧ КВАДРАТУРНЫХ МОДУЛЯТОРОВ L И S ДИАПАЗОНОВ ЧАСТОТ <i>Е.М. Савченко, А.С. Будяков, А.А. Мартынов, А.В. Вагин, М.В. Гладких, Д.И. Гаранович</i>	177
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛОСНО – ЗАПИРАЮЩИХ СВЧ-ФИЛЬТРОВ 2 И 3 ГАРМОНИК ДЛЯ ПЕРЕДАТЧИКОВ X-ДИАПАЗОНА (9,3-9,8 ГГц) <i>Валамин Е.А., Зубков А.М., Иванов К.А.</i>	180
НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СВЧ МИС ШИРОКОПОЛОСНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ <i>Е.М. Савченко, А.С. Будяков, А.Д. Першин, Д.Г. Дроздов, А.Ю. Кузьмин, В.О. Сиомко</i>	183
Секция № 4 «Опто-, микро- и силовая электроника»	188
ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ТИРИСТОР (ВИИТ) <i>И.В. Грехов, А.Л. Жмодиков, С.В. Коротков</i>	188
ВЫВОД ФОРМУЛЫ ПЛАНКА БЕЗ ПОНЯТИЯ О КВАНТАХ <i>Балько И.А., Балько А.К.</i>	194
ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ТРАВЛЕНИЯ СКВОЗНЫХ ОТВЕРСТИЙ В ПОДЛОЖКАХ КАРБИДА КРЕМНИЯ <i>Бакун А.Д., Васильева О.В., Лебедев С.С., Шостаченко С.А., Миннебаев С.В., Сиглова Н.В.</i>	200
СРАВНЕНИЕ ТЕРМОМИГРАЦИОННОГО И ДИФфуЗИОННОГО МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ <i>В.Н. Лозовский, Б.М. Середин, Н.Ю. Архипова</i>	204
СОЗДАНИЕ ОМИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ К 4H SiC <i>М.И. Черных, Ю.А. Юраков, В.А. Кожневников, А.Н. Цоцорин</i>	208
МОЩНЫЙ ДИОДНЫЙ НАНОСЕКУНДНЫЙ РАЗМЫКАТЕЛЬ ТОКА НА ОСНОВЕ P-КРЕМНИЯ (P-SOS) <i>И.В. Грехов, А.Г. Люблинский, Е.И. Белякова</i>	212

ИНТЕГРАЦИЯ МАРШРУТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗАКАЗНЫХ АНАЛОГОВЫХ ИС НА БАЗЕ CADENCE VIRTUOSO С МАРШРУТОМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО АНАЛИЗА ВЧ/СВЧ МИС НА БАЗЕ KEYSIGHT ADS <i>Скоков П.А.</i>	217
КОРРЕКЦИЯ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ СФ- БЛОКОВ МНОГОКАНАЛЬНОГО АЦП ДЛЯ КМОП МАТРИЧНЫХ ФОТОПРИЕМНИКОВ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ <i>Шнякин А.А., Певцов Е.Ф.</i>	218
КМОП МИКРОСХЕМЫ ПЕРВИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ КРИОГЕННЫХ ДАТЧИКОВ И МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ ФОТОПРИЕМНИКОВ <i>Д.В. Бородин, Ю.В. Осипов, В.В. Васильев</i>	222
РАЗРАБОТКА МИКРОСБОРОК В КОМПАНИИ АО «ПКК МИЛАНДР» <i>Мякочин Ю.О.</i>	226
МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ ФПЗ ОПТИЧЕСКОГО ФОРМАТА 1" <i>Костюков Е.В., Маклаков А.М., Постелова М.А., Пугачёв А.А., Соколов С.В.</i>	230
МАТРИЧНЫЙ ФПЗ ФОРМАТА 1М С ОБРАТНОЙ ЗАСВЕТКОЙ <i>Д.С. Ельников, Е.В. Костюков, А.М. Маклаков, В.Ю. Ножженко, А.С. Скрылёв, С.В. Трунов</i>	235
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ МНОГОФАЗНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИЛОВЫХ МОДУЛЕЙ <i>Корнеев С.В., Крымко М.М., Христьяновский А.Г., Шумков И.Е.</i>	238
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ SPICE-МОДЕЛЕЙ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ В ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУРЫ (-60 °С ... +125 °С) <i>К.О. Петросянци, Л.М. Самбурский, И.А. Харитонов</i>	239
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДЕРЖЕК В МЕЖСОЕДИНЕНИЯХ ИС С УЧЁТОМ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЭФФЕКТОВ <i>Рябов Н.И., Гладышева Е.И.</i>	244

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНЗИСТОРОВ 2П7259А <i>А.И. Ивашко, А.А. Краснов, А.В. Киров, С.В. Корнеев, М.М. Крымко, А.П. Ледовских, А.Н. Максимов</i>	248
ДВУМЕРНОЕ ФИЗИКО-ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ФОТОПРИЕМНЫХ СБИС <i>Г.А. Иванова, А.А. Пугачёв</i>	250
МАТРИЧНЫЙ ФОТОПРИЁМНИК С ОБРАТНОЙ ЗАСВЕТКОЙ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ГИБРИДНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ <i>Р.И. Аль-Натах</i>	254
МОБИЛЬНОЕ ФОТОПРИЕМНОЕ УСТРОЙСТВО (ФПУ) БЛИЖНЕГО ИК ДИАПАЗОНА 0,9 – 1,7 МКМ <i>Гусев М.Е., Крымко М.М., Мордовский А.Г., Скрылёв А.С.</i>	258
УНИФИЦИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТРИЧНЫХ ФПЗ (КРИСТАЛЛЫ НА ПЛАСТИНЕ И ПРИБОРЫ В КОРПУСЕ) <i>Гусев М.Е., Жебель А.С., Завьялов С.В., Мордовский А.Г., Скрылёв А.С.</i>	260
АНАЛОГОВЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ С ПОЛЕВЫМИ ТРАНЗИСТОРАМИ С УПРАВЛЯЮЩИМ P-N-ПЕРЕХОДОМ <i>Р.Н. Виноградов, П.А. Дюканов, Д.Л. Ксенофонтов, С.В. Корнеев, Г.П. Сурков</i>	262
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ФПУ НА ОТЕЧЕСТВЕННОМ МАТРИЧНОМ ФПЗ ДЛЯ АППАРАТУРЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ <i>Аль-Натах Р.И., Гусев М.Е., Жебель А.С., Скрылёв А.С.</i>	264
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА LRS- 300А ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ КОРПУСОВ МОЩНЫХ СВЧ ТРАНЗИСТОРОВ, ПРИБОРОВ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ <i>Катаев С.В., Батров А.Е.</i>	266