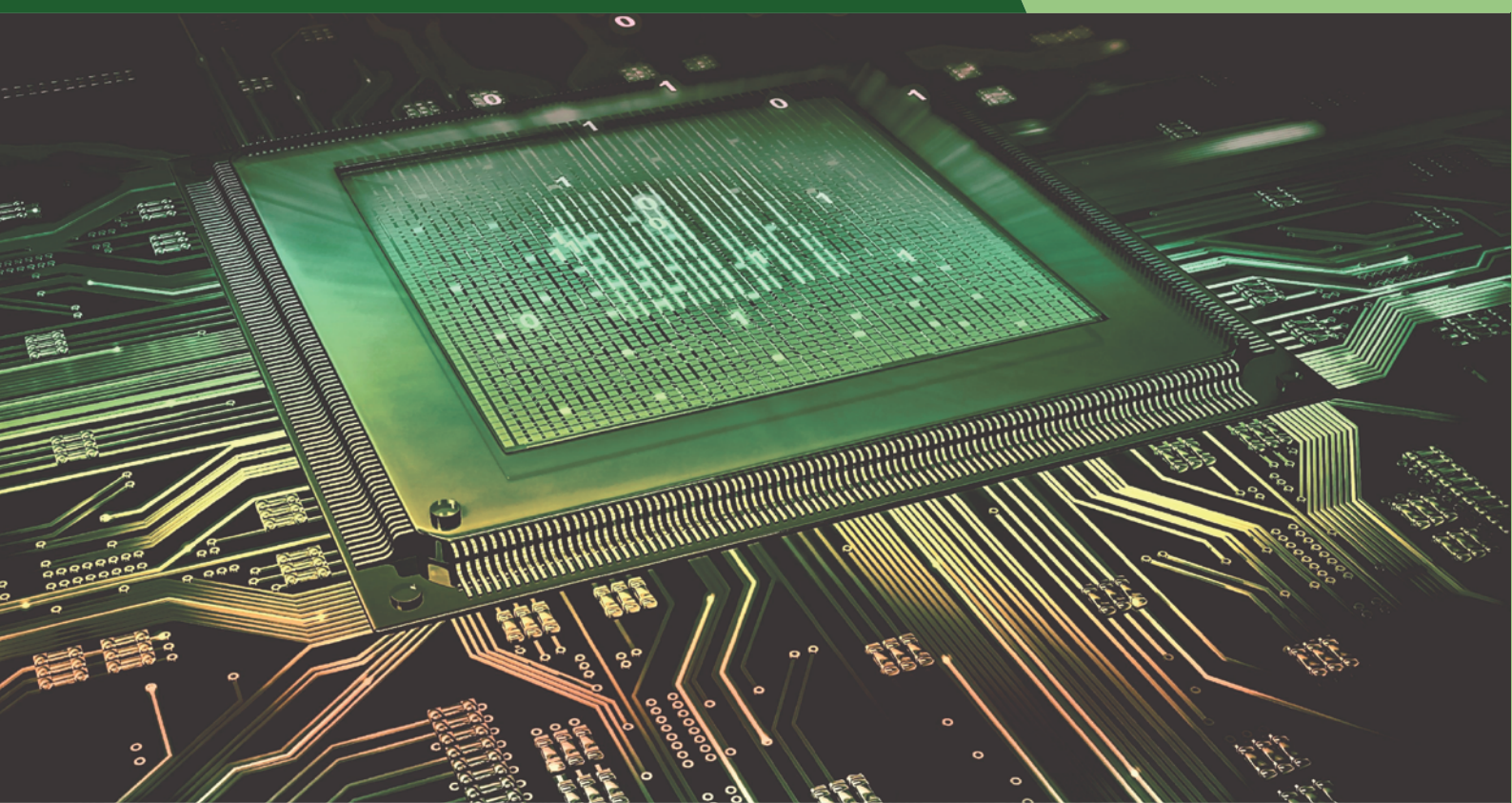


2
2021

РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ ОТРАСЛЬ: ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЯ



научно-технический журнал

**КОМПЕТЕНТНЫЕ МНЕНИЯ
КАЧЕСТВО И НАДЕЖНОСТЬ
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
РАЗРАБОТКА, ПРОИЗВОДСТВО, ИСПЫТАНИЯ
СЕРТИФИКАЦИЯ, АТТЕСТАЦИЯ, КВАЛИФИКАЦИЯ**

ГРУППА КОМПАНИЙ ТД «АЛЬФА-КОМПЛЕКТ» ЭКБ



НАДЕЖНЫЙ ПОСТАВЩИК ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

ЗАКУПКА, ПОСТАВКА, ХРАНЕНИЕ ЭКБ

- ✓ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ КАЧЕСТВА;
- ✓ ИНОСТРАННЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ВЕДУЩИХ МИРОВЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ;
- ✓ СОБСТВЕННАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ, 100% ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ;
- ✓ НАДЕЖНЫЙ ИСПОЛНИТЕЛЬ ГОСОБОРОНЗАКАЗОВ;
- ✓ ВЫПОЛНЕНИЕ ГАРАНТИЙНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ.

АККРЕДИТОВАННАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ООО «АЛЬФА-КОМПЛЕКТ» СИ

- ✓ СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ГОСТ ISO/IEC 17025-2019, РЭК 05.002-2015, ЭС РД 005-2016;
- ✓ СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ;
- ✓ ШИРОКАЯ ОБЛАСТЬ АККРЕДИТАЦИИ;
- ✓ СЕРТИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРОВЕРОК ЭКБ ИНОСТРАННОГО ПРОИЗВОДСТВА;
- ✓ ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ЭКБ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПОД КОНТРОЛЕМ ЗАКРЕПЛЕННОГО ВОЕННОГО ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА;
- ✓ ПРОВЕДЕНИЕ ПРОВЕРОК НА ОТСУТСТВИЕ ПРИЗНАКОВ КОНТРАФАКТА;
- ✓ РАЗРАБОТКА ПРОГРАММ И МЕТОДИК СЕРТИФИКАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ.

РЕЖИМНО – СЕКРЕТНЫЙ ОТДЕЛ



Группа Компаний
«ТД «Альфа-Комплект» ЭКБ
- комплексная поставка радиоэлектронных комплектующих
(сертификат квалифицированного поставщика)
- сертификационные испытания
- проведение специальных проверок



Роман Александра Ивановна

Генеральный директор

РФ, 125430, г. Москва, ул. Митинская, д.16, Бизнес-центр «YES»
Моб. тел.: +7 (968) 041-62-62. Тел./факс: +7 (495) 739-04-20
e-mail: info@alfakomplekt-ecb.ru, roman.a67@mail.ru
www.alfakomplekt-ecb.ru



Бизнес Центр YES, 125430, г. Москва, ул. Митинская, д. 16, офис 413 Б.
Тел.: +7 (495) 739-04-20. E-mail: info@alfakomplekt-ecb.ru

РО ПиР 2/2021 (Основан в 2021 году)

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-80418 от 09 февраля 2021 г. Материалы журнала размещаются на сайте Научной электронной библиотеки и включаются в национальную информационно-аналитическую систему РИНЦ.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

В.В. Шпак, кандидат экономических наук
К.И. Сучков, директор ФГУП «МНИИРИП»
С.И. Боков, доктор экономических наук
А.В. Брыкин, доктор экономических наук
В.М. Исаев, доктор технических наук
Г.Я. Красников, академик РАН
А.С. Сигов, академик РАН
А.А. Рахманов, доктор технических наук
С.В. Щербаков, кандидат технических наук

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

О.Ю. Булгаков, заслуженный работник связи РФ, кандидат военных наук

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А.С. Афанасьев, кандидат технических наук
В.В. Быканов, кандидат технических наук
О.Ю. Гора, корректура
Н.В. Ершова, Советник директора ФГУП «МНИИРИП»
М.А. Захарова, член Союза журналистов РФ
А.П. Зверев, кандидат технических наук
А.И. Корчагин, кандидат технических наук
Р.Г. Левин, кандидат физико-математических наук
С.С. Милосердов, кандидат технических наук
Д.В. Перов, дизайн и вёрстка
С.Б. Подъяпольский, кандидат технических наук
Ю.В. Рубцов, Генеральный директор АО ЦКБ «Дейтон»
Д.А. Руденко, кандидат военных наук
Л.А. Фёдорова, академик Академии проблем качества

Адресс редакции:

Колпакова ул., д. 2А,
г. Мытищи, Московская область, Россия, 141002
Тел/факс: +7(495)586-17-21 / +7(495)588-69-61

Отпечатано:

Юридический адрес:
Колпакова ул., д. 2А,
г. Мытищи, Московская область, Россия, 141002
Тел/факс: +7(495)586-17-21 / +7(495)588-69-61
Сдано в набор 01.06.2021

Подписано к печати 11.06.2021

Тираж 250 экз.

Редакция не несёт ответственности за содержание авторских материалов и достоверности сведений в рекламе

<http://www.mniirip.ru>

<http://www.elsert.ru>

Совместное учреждение и издание **Федерального государственного унитарного предприятия «Мытищинский научно-исследовательский институт радиоизмерительных приборов» (ФГУП «МНИИРИП»)** и **Автономной некоммерческой организации «Центр сертификации, обучения и консалтинга «Электронсертифика» (АНО «Электронсертифика»)**. Журнал выпускается при содействии Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга РФ и Российского технологического университета – МИРЭА.

СОДЕРЖАНИЕ

КОМПЕТЕНТНЫЕ МНЕНИЯ

Подъяпольский С.Б., Томилов В.Н., Шукалова Г.С. Формирование системы критериев обоснования выбора номенклатуры электронной компонентной базы иностранного производства при необходимости её применения в радиоэлектронной аппаратуре _____ 2

КАЧЕСТВО И НАДЁЖНОСТЬ

Синельников Ю.Г., Невский А.А., Борисов Д.А. О расчёте объема выборки при испытаниях на надёжность на этапе разработки ЭКБ _____ 5

Романов Б.С., Кузнецов Е.В., Лапина Л.Б., Лебедев В.Н. Актуальные вопросы надёжности кабельных изделий для военной техники _____ 8

Невский А.А., Иванов А.Д., Храменков Н.В. Мониторинг, оценка и обеспечение качества ЭКБ _____ 10

Быканов В.В., Есакова М.М., Назаркина А.А. Основные метрологические проблемы разработки ЭКБ и РЭА. Пути их решения _____ 13

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Булгаков О.Ю., Зверев А.П., Булгаков В.О. Взгляды России и стран НАТО на сотовую связь 5G _____ 17

Андриченко А.Н., Чупринов А.А. МДМ-система, инструмент интеграции информационных ресурсов в процессе создания объединенного информационного пространства радиоэлектронной отрасли страны _____ 21

РАЗРАБОТКА, ПРОИЗВОДСТВО, ИСПЫТАНИЯ

Савин М.Л., Рубцов Ю.В. Унификация многовыводных рамок и использование международных стандартов для их применения _____ 28

Завьялов Н.В., Воронцов С.В., Силаев А.В., Картанов С.А., Девяткин А.А., Грунин А.В., Тельнов А.В. Моделирующие и облучательные комплексы и установки ИЦ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» _____ 31

Погосов Г.С. Вопросы обеспечения качества проведения испытаний ЭКБ. Требования к измерительной оснастке _____ 33

Подъяпольский С.Б., Серадзинов А.П. Противодействие поставкам контрафактной продукции. Методы проверки электронной компонентной базы на отсутствие признаков контрафакта _____ 35

СЕРТИФИКАЦИЯ, АТТЕСТАЦИЯ, КВАЛИФИКАЦИЯ

Руденко Д.А. Обучение в АНО «Электронсертифика» _____ 38

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КРИТЕРИЕВ ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА НОМЕНКЛАТУРЫ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ ИНОСТРАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЕ

FORMATION OF A SYSTEM OF CRITERIA FOR JUSTIFYING THE SELECTION OF THE NOMENCLATURE OF THE ELECTRONIC COMPONENT BASE OF FOREIGN PRODUCTION IF IT IS NECESSARY TO USE IT IN RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT

Подъяпольский С.Б., к.т.н., **Томилов В.Н.**, **Шукалова Г.С.**, ФГУП «МНИИРИП»; +7 (495)-586-17-21, psb@mniirip.ru, tomilov@mniirip.ru, mishina@mniirip.ru

Podyapolsky S.B., Ph.D. of Engineering Sciences, **Tomilov V.N.**, **Shukalova G.S.**, FSUE "MNIIRIP"; +7 (495)-586-17-21, psb@mniirip.ru, tomilov@mniirip.ru, mishina@mniirip.ru

В статье рассмотрены критерии оценки номенклатуры электронной компонентной базы иностранного производства при выборе конкретных типов, выпускаемых различными изготовителями, на всех этапах комплекса мероприятий при обосновании ограниченного применения электронной компонентной базы иностранного производства в радиоэлектронной аппаратуре образцов вооружения, военной и специальной техники.

The article considers the criteria for evaluating the nomenclature of the electronic component base of foreign production when selecting specific types produced by various manufacturers at all stages of the complex of measures when justifying the limited use of the electronic component base of foreign production in the radio-electronic and weapons equipment, military and special equipment.

Ключевые слова: критерий, радиоэлектронная аппаратура, электронная компонентная база.

Keywords: criteria, radio-electronic equipment, electronic component base.



Подъяпольский С. Б.

Цель настоящей методики заключается в определении рационального состава критериев для оценки номенклатуры электронной компонентной базы иностранного производства (далее - ЭКБ ИП) при выборе конкретных типов из числа функционально подобных изделий, выпускаемых различными изготовителями. Формирование состава критериев основывается на процедуре последовательного определения функциональных возможностей и параметров изделий, степени заявленной устойчивости к внешним воздействиям, уровня квалификации изготовителя, оказывающих влияние на применение ЭКБ ИП в радиоэлектронной аппаратуре (далее - РЭА) образцов вооружения, военной и специальной техники (далее - ВВСТ).

Процедура выбора конкретной номенклатуры ЭКБ ИП осуществляется в случае отсутствия отечественного аналога, либо, когда отечественный аналог не обеспечивает реализацию требований к образцу ВВСТ в конкретной схемной позиции.

Предлагаемая система критериев оценки ЭКБ ИП может быть использована на всех этапах комплекса мероприятий при обосновании ограниченного применения ЭКБ ИП в РЭА образцов ВВСТ, включая:

- процедуру обоснованности выбора номенклатуры ЭКБ ИП;
- выбор метода проведения сертификационных испытаний номенклатуры ЭКБ ИП, определение программ и методик ее испытаний;
- обоснование создания страховых запасов по конкретным типам ЭКБ ИП, в рамках обеспечения технологической

независимости образцов ВВСТ;

- подготовку предложений по созданию отечественных аналогов и плана проведения мероприятий по импортозамещению.

Критерии оценки выбора ЭКБ ИП целесообразно ранжировать по следующим признакам:

а) выполнению функциональных задач (оцениваемые



Томилов В.Н.

показатели: функциональное назначение, состав и значения электрических параметров и характеристик);

б) работоспособности в диапазоне температур (оцениваемые показатели: значения параметров в диапазоне рабочих температур, установленных для образца);

в) конструктивному исполнению (оцениваемые показатели: конструктивное исполнение корпуса, массогабаритные характеристики);

г) энергетике (оцениваемые показатели: потребляемая мощность, теплоотдача, ограничения по напряжению питания);

д) устойчивости к внешним воздействующим факторам (оцениваемые показатели: наличие информации о проведении изготовителем испытаний по устойчивости к внешним воздействующим факторам, установленным в модели для образца);

е) статусу производства изготовителя (оцениваемый показатель: нахождение/отсутствие ЭКБ ИП в серийном производстве);

ж) квалификации изготовителя (оцениваемые показатели: статус изготовителя, признание системы менеджмента качества, включение в ограничительные перечни).

Первичная квалификация при выборе ЭКБ ИП осуществ-



Шукалова Г.С.

является по сочетанию критериев а), б) и г).

Для проведения данного этапа главный конструктор должен установить требования к номенклатуре ЭКБ и параметрам, обеспечивающим реализацию функций и задач отдельных устройств (узлов, блоков) РЭА образца ВВСТ, вплоть до плат. Источниками получения исходной информации по планируемой к применению номенклатуре ЭКБ ИП являются:

- информационно-справочные материалы изготовителей ЭКБ ИП (data sheet);
- корпоративная информация (Company corporate information), размещенная в открытых источниках, в том числе Internet, о заявленном производителе ЭКБ ИП, с указанием его текущего торгового наименования.

Для сравнительного анализа типов ЭКБ ИП различных изготовителей, разработчиком определяется набор параметров и характеристик, необходимых для реализации требований к данной схемной позиции. При этом параметры записываются в порядке убывания их значимости для реализации соответствующих функций. Пример приведен в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ типов ЭКБ ИП

№ п/п	Наименование параметра, единица измерения	Значение параметров ЭКБ ИП:		
		тип-1	тип-2	необходимо для образца
1	Коэффициент усиления по напряжению	1...1000	200	1...800
2	Напряжение смещения, мкВ	±125	±75	±125
3	Коэффициент подавления синфазной помехи, дБ		106	100
4	Ток сдвига, нА	1	3,8	1
5	Входное сопротивление, ГОм	100	200	100
6	Температурный дрейф нуля, мкВ/°С	±0,6	±3,0	±0,6
7	Ток потребления, мА	1,3	4,0	2
8	Частота среза, кГц	K=1		1000
		K=5		1000
		K=10	600	800
		K=100	100	120
		K=1000	15	12
9	Ток выхода, мА	±18		±18
10	Диапазон напряжения питания, В	±2,3...±18	±15	±5... ±15
11	Диапазон рабочих температур, °С	-40...+85	-45...+85	-20...+55

При создании РЭА образцов ВВСТ, относящихся к различным группам исполнения и размещаемым на объектах с жесткими требованиями к ЭКБ по энергопотреблению и массогабаритным характеристикам, одними из важнейших показателей приведенных ранее критериев являются:

- по критерию в) - конструктивное исполнение корпуса, массогабаритные характеристики;
- по критерию г) - потребляемая мощность, теплоотдача, ограничения по напряжению питания.

После формирования ЭКБ ИП, аналогичной по своим электрическим параметрам и характеристикам, соответствующим требованиям к конструктивным и массогабаритным характеристикам, установленным для конкретной

схемной позиции, сопоставление типономиналов ЭКБ ИП для дальнейшего выбора необходимо провести по показателям критериев е) (нахождение/отсутствие ЭКБ ИП в серийном производстве) и ж) (статус изготовителя, признание системы менеджмента качества, включение в ограничительные перечни).

Данные критерии являются взаимосвязанными, вследствие того, что наличие системы менеджмента качества является одним из условий включения изготовителя в перечень квалифицированных производителей (QML), а продукция, изготовленная и испытанная по военным стандартам, подлежит включению в перечень квалифицированной продукции (QPL). В случае включения изготовителя в перечень квалифицированных производителей, производство гражданской продукции осуществляется на единых с военной продукцией технологических линиях, обеспеченных контролем стабильности процессов. Нахождение изготовителя в данном перечне накладывает на него обязательства по информированию своих потребителей о готовящемся прекращении производства своей продукции любой категории качества. Источниками информации для проведения работ по выбору ЭКБ ИП (в соответствии с критериями е) и ж) являются:

1. для оценки по критерию е):
 - официальные сайты изготовителей ЭКБ ИП;
 - официальные торговые онлайн интернет-площадки дистрибьюторов ЭКБ ИП;
 - официальный сайт центра снабжения МО США (Defense Supply Center Columbus - DLA);
2. для оценки по критерию ж):
 - официальный сайт центра снабжения МО США (Defense Supply Center Columbus - DLA);
 - информация с официальных сайтов изготовителей ЭКБ ИП (изготовитель ЭКБ ИП на страницах сайта в разделах «Качество и надежность» обычно приводит все имеющиеся и действующие сертификаты СМК, например, так как это делает производитель Analog Devices).

На следующем этапе выбора типономиналов и изготовителей ЭКБ ИП осуществляется оценка по критерию д), в части устойчивости к внешним воздействующим факторам (оцениваемые показатели: наличие информации о проведении изготовителем испытаний по устойчивости к внешним воздействующим факторам, установленным в модели эксплуатации для РЭА ВВСТ).

Анализ достоверности заявленной изготовителем информации об эксплуатационной стойкости, выпускаемой им продукции, состава и результатов испытаний проводится путем оценки у иностранного изготовителя наличия:

- государственного контроля качества выпускаемой продукции;
- независимой от потребителя базовой квалификации выпускаемой продукции;
- программы текущего контроля надежности выпускаемой продукции.

По результатам оценки осуществляется отбраковка заявленных изготовителями эксплуатационных характеристик, не подтверждаемых проводимыми испытаниями.

Установление соответствия состава и результатов испы-

таний, заявленных изготовителем условиям применения, осуществляется путем анализа соответствия состава и результатов испытаний, заявленных иностранными изготовителями требованиям, заданным моделью внешних воздействующих факторов.

Такая оценка осуществляется в четыре этапа:

- поиск для каждого воздействующего фактора соответствующего метода (методов) испытаний, заявленного (-ых) изготовителем;
- оценка достаточности метода (методов), заявленного (-ых) изготовителем, для подтверждения эксплуатационной стойкости ЭКБ ИП в условиях, заданных воздействующим фактором:

- установление перечня внешних воздействующих факторов, по которым в информации фирмы-изготовителя не установлена эксплуатационная стойкость;

- формирование заключения по каждому типонаминалу ЭКБ ИП о соответствии (не соответствии) заявленных данных его изготовителя условиям применения.

По результатам проведенных оценок по указанным критериям определяется конкретный типонаминал ЭКБ ИП и формируется «Карта контроля выполнения процесса оценки правильности выбора и применения ЭКБ ИП», пример заполнения которой приведен в таблице 2.

Таблица 2

Форма заполнения карты контроля выполнения процесса оценки правильности выбора и применения ЭКБ ИП

№ п/п	Наименование критерия оценки	Статус производства*	Соответствие СМК изготовителя ЭКБ ИП отечественным стандартам	Соответствие состава и результатов испытаний	Подтверждение достоверности информации, получаемой от производителя ЭКБ ИП	Подтверждение возможности применения типонаминала ЭКБ ИП при наличии функционального аналога ОП
		1	2	3	4	5

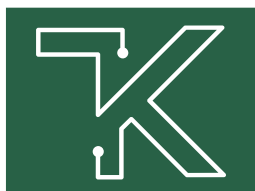
Таким образом, результаты оценки ЭКБ ИП по критериям и их показателям «Карты контроля выполнения процесса оценки правильности выбора и применения ЭКБ ИП» позволят сделать выводы об обоснованности выбора и применения каждого типонаминала ЭКБ ИП в конкретной схемной позиции РЭА образца ВВСТ.

Предлагаемая система критериев оценки ЭКБ ИП может быть использована на всех этапах комплекса мероприятий при обосновании ограниченного применения ЭКБ ИП в РЭА образцов ВВСТ.

Литература:

1. Научно-технический отчет о работе «Разработка методики проведения мониторинга использования российских компаниями-производителями компьютерного, серверного и телекоммуникационного оборудования отечественных комплектующих, включая электронную компонентную базу», шифр «Локализация ИТ», ФГУП «МНИИРИП», 2018 год.

2. Положение о порядке выбора электронной компонентной базы иностранного производства в обеспечение разработки (модернизации) вооружения, военной и специальной техники и их составных частей (РЭК 05.002/2-2015).



ТестКомплект

Московская область,
г. Мытищи
ул. Колпакова, стр. 24 А
Тел.: +7 (495) 409-05-95
E-mail: Info@test-komplekt.ru
www.test-komplekt.ru

ООО «ТестКомплект» предлагает

- Поставку качественной ЭКБ;
- Сертификационные испытания ЭКБ широкого спектра;
- Испытания по подтверждению ЭКБ требованиям по безотказности и сохраняемости;
- Помощь в подтверждении дефектов функционирования ЭКБ в рекламационных процедурах для сторонних организаций.

О РАСЧЁТЕ ОБЪЁМА ВЫБОРКИ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА НАДЁЖНОСТЬ НА ЭТАПЕ РАЗРАБОТКИ ЭКБ ON THE ISSUE OF CALCULATING THE SAMPLE SIZE DURING RELIABILITY TESTS AT THE ECB DEVELOPMENT STAGE

Синельников Ю. Г., Невский А. А., Борисов Д. А., ФГУП «МНИИРИП»; +7(495)-586-17-21, sinelnikov@mniirip.ru, nevsky@mniirip.ru, borisov@mniirip.ru

Sinelnikov Yu. G., Nevsky A. A., Borisov D. A., FSUE "MNIIRIP"; +7(495)-586-17-21, sinelnikov@mniirip.ru, nevsky@mniirip.ru, borisov@mniirip.ru

В статье рассматриваются вопросы возможного применения методов теории вероятностей для определения объёма испытаний на надёжность изделий ЭКБ с учётом заданных в нормативных документах показателей с целью обеспечения баланса достоверности и экономической эффективности испытаний.

The article discusses the possible application of probability theory methods to determine the volume of tests for the reliability of ECB products, taking into account the indicators set in regulatory documents in order to ensure a balance between the reliability and economic efficiency of tests.

Ключевые слова: объём выборки, доверительная вероятность, доверительный интервал.

Keywords: sample size, confidence probability, confidence interval.

Введение



Синельников Ю.Г.

При современном темпе смены поколений изделий ЭКБ и увеличении порядка времени наработки до отказа и срока сохраняемости, вопросы проведения испытаний для оценки показателей надёжности являются ключевыми для производителей и потребителей ЭКБ.

Для вновь разрабатываемых образцов изделий ЭКБ в технических заданиях задаются высокие требования к их безотказности и сохраняемости. Например, для изделий ЭКБ космического назначения в технических заданиях может задаваться значение γ для показателей T_{γ} и $T_{\text{ср}}$ на уровне 99 % и выше.

В данной статье рассматривается вопрос об определении необходимого и достаточного количества образцов в выборке изделий ЭКБ для проведения длительных испытаний на безотказность и испытаний на сохраняемость на этапе разработки изделий ЭКБ и взаимосвязь этого количества со статистическими показателями надёжности.

Основные положения

Основные уравнения теории вероятности применительно к проведению испытаний на малой выборке с приёмочным числом $C=0$, приведены в главе 14 учебника Е.С. Вентцель «Теория вероятностей» [1].

На основе этой главы построим таблицу 1, в левом столбце которой воспроизведены положения для верхней границы доверительного интервала вероятности отказа из главы 14 учебника [1]. В правом столбце представлены параллельные положения для нижней границы доверительного интервала вероятности безотказной работы. Общие для двух столбцов положения из [1] в таблице объединены.

Таблица 1

Положения для нижней и верхней границы доверительного интервала

Пусть проводятся испытания изделия на безотказность работы.	
В результате испытаний изделие не отказало ни разу.	
Требуется найти максимальную практически возможную вероятность отказа.	Требуется найти минимальную практически возможную вероятность безотказной работы.
Произведено n независимых опытов, ни в одном из которых событие A не произошло.	
Задана доверительная вероятность β .	
Требуется построить доверительный интервал для вероятности p события A , точнее найти его верхнюю доверительную границу p_1 , так как нижняя p_2 , равна 0	Требуется построить доверительный интервал для вероятности $1-p$ события A , точнее найти его нижнюю доверительную границу p_1 , так как верхняя p_2 , естественно, равна 1.
Будем рассуждать следующим образом.	
В результате n опытов наблюдается событие B , состоящее в том, что A не появилось ни разу	
Требуется найти максимальное значение $p = p_2$.	Требуется найти минимальное значение $1-p = p_1$.
которое «совместимо» с наблюдаемым в опыте событием B .	
если считать «несовместимыми» с B те значения p ,	если считать «несовместимыми» с B те значения $1-p$
для которых вероятность события B меньше, чем $\alpha = 1 - \beta$.	
Очевидно,	
для любой вероятности p события A , вероятность наблюдаемого события B равна $P(B) = (1-p)^n$	для любой вероятности $1-p$ события A , вероятность наблюдаемого события B равна $P(B) = (1-(1-p))^n = p^n$
Полагая $P(B) = \alpha$,	
получим для p_2 : $(1-p_2)^n = 1 - \beta$. (14.5.14)	получим для p_1 : $p_1^n = 1 - \beta$. (1)
откуда $p_2 = 1 - \sqrt[n]{1 - \beta}$. (14.5.15)	откуда $p_1 = \sqrt[n]{1 - \beta}$, (2) что, очевидно, также следует из формулы (14.5.15), как для противоположенных событий вероятности отказа и вероятности безотказной работы.
Из формулы (14.5.14) получаем: $n = \frac{\lg(1 - \beta)}{\lg(1 - p_2)}$ (14.5.16)	Из формулы (1) получаем: $n = \frac{\lg(1 - \beta)}{\lg(p_1)}$ (3)

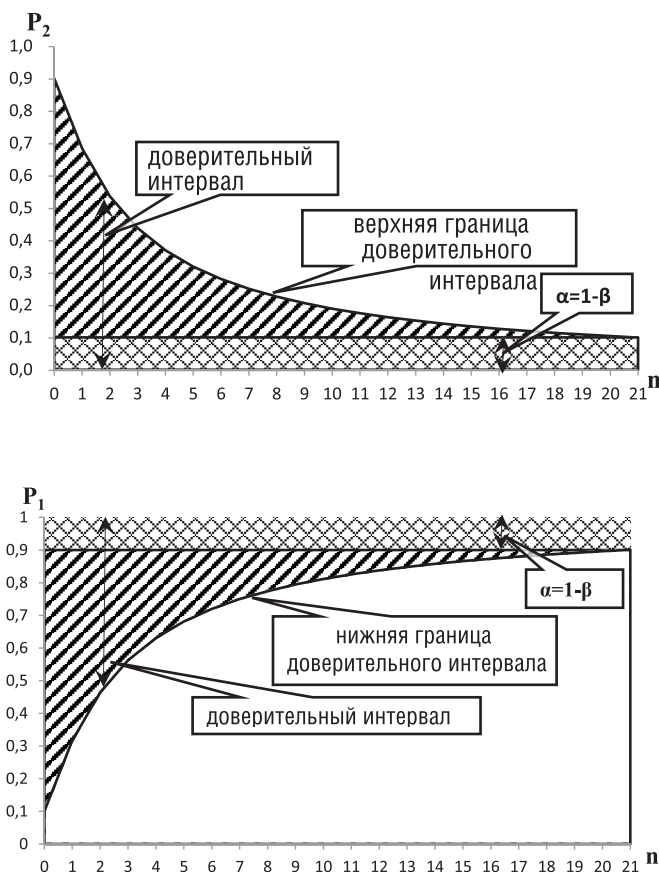
Следует отметить, что данные расчёты верны если вероятность p очень мала, а соответственно, вероятность $1-p$ достаточно велика [1].



Невский А.А.

По аналогии с рис. 14.5.3 [1] построим графики для формул (14.5.15 сверху) и (2 снизу) из обоих столбцов таблицы 1. Вид этих графиков представлен на рис.1. Выше «0» и ниже «1» проведены кривые $p_2(n)$ и $p_1(n)$, изображающие верхнюю и нижнюю доверительные границы в зависимости от объёма выборки n . Двойной штриховкой на рисунке показаны 10 %-е интервалы для заданной доверительной вероятности $\beta = 90\%$.

Рис. 1 Графики границ доверительных интервалов при $\beta = 0,9$



Далее мы будем опираться на формулы (1) и (2) из второго столбца и второй график рис. 1.

О некоторых терминах и их применении

В терминологии показателей надёжности по ГОСТ 27.002 [2] используется вероятность γ . Эта вероятность подразумевает, что применительно к показателям надёжности изделий ЭКБ, задана достаточно большая вероятность достижения этих показателей для изделий при их эксплуатации, величина которой делает эти показатели практически достоверными. По аналогии с параграфом 14.3 [1] вероятность γ для изделий ЭКБ возможно рассматривать как доверительную вероятность для показателей

надёжности.

В ГОСТ 27.003 [3] применено обозначение γ – доверительная вероятность, применительно к показателям надёжности T_d , $T_{сy}$ и другим.

В соответствии со стандартами значения γ выбирают из ряда 95; 97,5; 99; 99,5; 99,9; 99,99.

При оценке показателей надёжности, в стандартах вводится термин доверительной вероятности $-P^*$.



Борисов Д.А.

В соответствии с требованиями стандартов, оценка соответствия изделий требованиям надёжности должна быть выполнена с вероятностью из ряда 0,1; 0,6; 0,9.

Значения вероятностей ряда P^* существенно ниже значений ряда γ и не подходят под определение «достаточно велики».

Таким образом, можно сделать вывод о том, что применительно к формулам (1), (2) и (3): заданная в ТЗ вероятность γ соответствует вероятности β и является доверительной вероятностью показателей надёжности изделий ЭКБ; заданная вторая доверительная вероятность P^* соответствует показателю p_1 и является нижней границей гамма-процентного доверительного интервала показателя надёжности.

Исходя из предложенной терминологии, на основании формул (1) и (2), получаем формулы для расчёта минимального количества образцов n для испытаний на надёжность, при заданных вероятности γ и доверительной вероятности P^* :

$$n = \log (1 - \gamma / 100) \quad (3)$$

$$\text{или } n = \frac{\ln (1 - \gamma / 100)}{\ln P^*} \quad (4)$$

Взаимозависимость n , γ и P^* для значений $\gamma = 97,5\%$ и $\gamma = 99\%$ представлена на рис. 2.

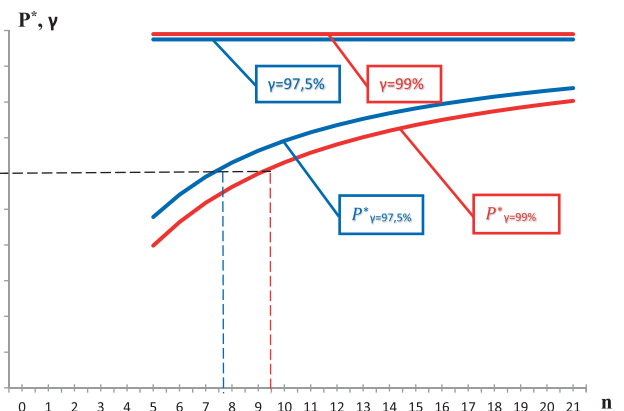


Рис. 2. Взаимозависимость n , γ и P^* для значений $\gamma = 97,5\%$ и $\gamma = 99\%$

Рассчитанное по формулам (3) или (4) количество образцов n для различных значений γ и P^* представлено в таблице 2:

Таблица 2

Значения объёма выборки n

$\gamma, \%$	n для P^*		
	0,1	0,6	0,9
99,99	5	19	88
99,90	4 ¹	14	66
99,50	4 ¹	11	51
99,00	4 ¹	10	44
97,50	4 ¹	8	36
95,00	4 ¹	6	29
90,00	4 ¹	5	22

Примечание. Значения приведены с учетом ограничений минимального объема выборки для получения несмещенной оценки.

В таблице 2 приведены значения объема выборки для заданного в стандартах ряда значений P^* .

Этот ряд возможно расширить для первичной проверки соответствия требованиям надёжности, например, для изделий массового применения (столбец 4 таблицы 3) и изделий с особыми требованиями надёжности (столбец 5 таблицы 3):

Выводы

Таким образом, приняв во внимание предложенную трактовку показателей безотказности, основанную на положениях теории вероятностей, возможно значительно сократить объем испытаний для подтверждения показателей надежности на этапе разработки изделий ЭКБ, что повлечет за собой снижение стоимости их разработки.

Таблица 3

Значения объёма выборки n для расширенного ряда P^*

$\gamma, \%$	n для P^*				
	0,1	0,6	0,9	0,95	0,99
	1	2	3	4	5
99,99	5	19	88	180	917
99,90	4 ¹	14	66	135	688
99,50	4 ¹	11	51	104	528
99,00	4 ¹	10	44	90	459
97,50	4 ¹	8	36	72	
95,00	4 ¹	6	29	59	
90,00	4 ¹	5	22		

Примечание. Значения приведены с учетом ограничений минимального объема выборки для получения несмещенной оценки.

Значения вероятности P^* необходимо задавать, наряду со значением γ , в ТЗ, стандартах и ТУ на изделия ЭКБ для нормирования достоверности подтверждения показателей надёжности. Также, в нормативно-методических документах должна быть задана допустимая погрешность определения показателей надёжности по результатам испытаний.

Литература:

1. Е.С. Вентцель Теория вероятностей, Изд. 4-е стереотипное. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
2. ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения.
3. ГОСТ 27.003-2016 Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.



ЦОС ЭЛЕКТРОНСЕРТ

За 2020 год ЦОС «Электронсерт» разработаны следующие руководящие документы:

141002, Московская область,
г. Мытищи, ул. Колпакова, д. 2а,
литера Б1, 3 этаж, кабинет 86, 87

- ЭС ПО 002-2020 «Положение о Центральном органе СДС «Электронсерт»;
- ЭС РД 003-2020 «Требования к органу по сертификации систем менеджмента качества»;
- ЭС РД 008-2020 «Требования к экспертам и порядок их аттестации»;
- ЭС РД 010-2020 «Требования к поставщикам электронной компонентной базы и порядок их квалификации»;
- ЭС РД 012-2020 «Порядок оценки компетентности (аккредитации) органов по сертификации»;
- ЭС РД 005-2020 «Требования к испытательным лабораториям (центрам)»;
- ЭС РД 014-2020 «Порядок оценки компетентности (аккредитации) испытательных лабораторий (центров)»;
- ЭС РД 015-2020 «Порядок сертификации систем менеджмента качества»

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НАДЁЖНОСТИ КАБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ CURRENT ISSUES OF RELIABILITY CABLE PRODUCTS FOR MILITARY EQUIPMENT

Романов Б.С., к.ф.-м.н., **Кузнецов Е.В.**, **Лапина Л.Б.**, **Лебедев В.Н.**, АО «ОКБ КП»; +7 (495) 510-31-51, okbkr.ru
Romanov B.S., Ph.D. of Physico-mathematical Sciences, **Kuznetsov E.V.**, **Lapina L.B.**, **Lebedev V.N.**, JSC "OKB KP"; +7 (495) 510-31-51, okbkr.ru

В данной статье поднимается важный вопрос о надёжности кабельных изделий. Предложен вариант решения улучшения качества кабельных изделий путем внесения предложенной методики в ГОСТ по надёжности.

This article raises an important question about the reliability of cable products. A solution to improve the quality of cable products by introducing the proposed methodology in GOST reliability is proposed.

Ключевые слова: кабельные изделия, надёжность, долговечность, сохраняемость.

Keywords: cable products, reliability, durability, persistence.



Романов Б.С., Кузнецов Е.В.

Работа в области надёжности кабельных изделий для военной техники регламентирована в отраслевом стандарте [9], разработанном в 1984 году с учётом положений комплекса стандартов «Климат-6» [1]. Однако в ОСТе [9] имеется существенное отличие – объём выборки при испытаниях на сохраняемость в форсированных режимах и долговечности равен 23 образцам для любых кабельных изделий, тогда как в стандартах на методы оценки соответствия требованиям по надёжности [1, 4] объём выборки зависит от сложности и стоимости испытаний и серийности производства. Величина $n=23$ взята из старой нормалы [8] и соответствует вероятности безотказной работы изделия, равной 0,95, при риске заказчика 0,3. Под образцом в [9] подразумевается отрезок кабеля или провода, на котором можно с необходимой точностью измерить технические параметры изделия, предусмотренные конструкторской документацией. Для монтажных проводов это длина 1,5-2 м.

Строго говоря, понятие «образец изделия» применимо только к штучным изделиям, для которых при изготовлении имеются начальные и конечные операции. Под такое определение подпадает лишь строительная длина кабельного изделия, которая может достигать нескольких километров. Применение в течение многих лет выборки из 23 образцов показало её непрактичность и нерациональность для изделий, у которых некоторые параметры можно измерить только на большой длине. Например, коэффициент затухания высокочастотных парных симметричных кабелей измеряется с необходимой точностью на длине порядка 30 и более метров. Для 23-х таких образцов требуется кабель длиной почти километр, что нередко сопоставимо или превышает объём заказа.

Учитывая изложенное, представляется логичным для кабельных изделий выборку формировать следующим образом: с двух концов бухты берутся отрезки длиной 3-10 метров для проводов или 3-30 метров для радиочастотных/высокочастотных кабелей, но обязательно от 3-4-х разных



Лапина Л.Б.

бухт одной партии. Полученные отрезки испытываются целиком без деления на короткие образцы, так как при делении из контроля выпадают участки вблизи мест разреза. Таким образом, для испытаний проводов потребуется общая длина 18-80 метров и 18-240 метров радиочастотных/высокочастотных кабелей, а число измерений сократится с 23-х до 6-8. Такой подход ОКБ КП планирует применить при разработке нового ГОСТ по надёжности проводов и кабелей вместо старого ОСТ [9]. Предложение - заявка направлено для рассмотрения и включения в план стандартизации военной продукции.

Важный вопрос для потребителей кабельных изделий является продление назначенных срока службы и срока сохраняемости проводов и кабелей, длительное время эксплуатирующихся в действующих объектах или хранящихся на складе. В процессе проведения работ по этому направлению ОКБ КП накопило большой опыт. Работы проводились в соответствии с ГОСТ [2] для таких объектов, как самолёты Ил-76, Су-24, Су-25, Су-27, Су-27СМ, ракета «Булава», а также подводные лодки разных поколений [7]. При этом определяли остаточный срок службы, как методом «доставания» образцов, снятых с действующих или демонтированных объектов, так и с помощью неразрушающих методов для изделий на основе полиэтилена (по содержанию стабилизатора) и ПВХ-пластикатов (по содержанию пластификатора). Концентрация этих компонентов уменьшается при хранении и эксплуатации. Методические вопросы при работе по данному направлению также целесообразно отразить в новом ГОСТ.

В последние годы многим потребителям при разработке новых объектов со сроками службы и сохраняемости 25 и более лет требуются соответствующие этому сроку комплектующие. К настоящему времени в рамках работ по продлению назначенных сроков накоплены данные положительных испытаний многих популярных проводов и кабелей на срок



Лебедев В.Н.

сохраняемости до 30–35 лет. Они реализуются путём оформления протоколов разрешения применения по ГОСТ [5] в конкретных объектах потребителей. В дальнейшем планируется внесение увеличенных показателей срока службы и сохраняемости в ТУ на испытанные марки проводов и кабелей и их конструктивные аналоги.

При внедрении для кабельных изделий положений комплекса стандартов «Климат-7», в котором основным показателем надёжности изделий установлена гамма-процентная наработка до отказа вместо ранее использовавшейся минимальной наработки, была произвольно взята величина $\gamma=99\%$. Такая величина явно занижена, так как кабельные изделия, как показывает практика, являются одними из наиболее надёжных комплектующих изделий. Поэтому для кабельных изделий категории качества ВП целесообразно увеличить γ до 99,5 %, а качества ОС до 99,9 %. В этом случае для базовой интенсивности отказов λ , при наработке 10000 ч, получаются величины 5·10⁻⁷ и 1·10⁻⁷ соответственно.

В технических условиях на провода и кабели последних разработок приводятся требования к повышенной температуре среды при эксплуатации. Однако многие типы проводов и кабелей (радиочастотные кабели, бортовые провода) работают под определённой электрической нагрузкой, которая приводит к дополнительному нагреву кабельного изделия. В результате температура такого провода или кабеля будет выше температуры среды на так называемую «температуру перегрева».

При этом длительность наработки определяется именно температурой кабельного изделия.

Поэтому в технических условиях должна быть указана не повышенная температура среды, а повышенная рабочая температура кабеля/провода, как в Справочнике по надёжности [10]. При этом испытания на наработку следует проводить в камере тепла при указанной температуре без электрической нагрузки.

При ускоренных испытаниях кабельных изделий на наработку (длительные испытания на безотказность) или сохраняемость в форсированном режиме используется формула Аррениуса и энергия активации E_a . Последняя приведена в Справочнике [10] для известных материалов и конструкций. В последние годы часто используются зарубежные изоляционные материалы, для которых энергия активации неизвестна. Для них E_a необходимо находить экспериментально. Предпринимаются попытки определить её разными физическими методами – ДСК и ТГА. Однако, метод ДСК применим только к полиолефиновым композициям, содержащим стабилизаторы, а методика на основе ТГА [6] относится к процессам термического и термоокислительного разложения полимеров, что при эксплуатации кабельных изделий не происходит. Адекватная процессам старения кабельных материалов методика должна быть прямой – старение материала и типового кабельного изделия с этим материалом при 4–5 температурах с измерением чувствительных к старению характеристик.

Такую методику целесообразно включить в ГОСТ по надёжности. Полученное значение E_a должно быть приведено в ТУ на кабельное изделие и использоваться при кратковременных и длительных испытаниях на безотказность.

Литература:

1. ГОСТ В 20.57.404-81. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Методы оценки соответствия требованиям по надёжности.
2. ГОСТ РВ 15.702-94. Порядок установления и продления назначенных ресурса, срока службы, срока хранения. Основные положения.
3. ГОСТ РВ 20.39.413-97. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Требования надёжности.
4. ГОСТ В 20.57.414-97. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Методы оценки соответствия требованиям надёжности.
5. ГОСТ 2.124-2014. Единая система конструкторской документации. Порядок применения покупных изделий.
6. ГОСТ Р 56722-2015. Пластмассы. Термогравиметрия полимеров. Часть 2. Определение энергии активации.
7. ММ 16.1.203-88/91. Методические материалы. Диагностирование технического состояния и прогнозирование остаточного срока службы кабелей с пластмассовой оболочкой.
8. НО.005.050. Междуведомственная нормаль. Изделия электронной техники и электротехники. Методы испытаний на надёжность. Редакция 1-66. 1966.
9. ОСТ 16 0.800.305-84. Отраслевой стандарт. Кабели, провода и шнуры. Общие требования по надёжности. Методы оценки соответствия требованиям по надёжности.
10. Справочник. Надёжность электрорадиоизделий. 2006.

МОНИТОРИНГ, ОЦЕНКА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ

MONITORING, EVALUATION AND QUALITY ASSURANCE OF ELECTRONIC COMPONENT BASE

Невский А.А., Иванов А.Д., Храменков Н.В., ФГУП «МНИИРИП»; +7 (495) 586-17-21, nevskiy@mniirip.ru, ivanov_a@mniirip.ru, hramenkov_nv@mniirip.ru

Nevsky A.A., Ivanov A.D., Khramenkov N.V., FSUE "MNIIRIP"; +7 (495) 586-17-21, nevskiy@mniirip.ru, ivanov_a@mniirip.ru, hramenkov_nv@mniirip.ru

В настоящей статье проведен анализ системных мероприятий по мониторингу, оценке и обеспечению качества электронной компонентной базы в рамках действующей системы управления качеством электронной компонентной базы и направлений развития радиоэлектронной отрасли.

This article analyzes the system measures for monitoring, evaluating and ensuring the quality of the electronic component base within the framework of the current quality management system of the electronic component base and the directions of development of the radio-electronic industry.

Ключевые слова: электронная компонентная база, качество, надежность, мониторинг, оценка, обеспечение, мероприятия по повышению качества.

Keywords: electronic component base, quality, reliability, monitoring, evaluation, assurance, quality, quality improvement measures.



Иванов А.Д.

Основными направлениями развития отрасли электронной промышленности должны стать создание высокотехнологичной продукции на базе российских технических решений, обеспечивающей реализацию национальных проектов, а также доминирование на внутреннем рынке электронной продукции, критически значимой для обеспечения национальной безопасности, технологического и экономического развития. Достижение

указанных целей должно быть обеспечено комплексными решениями задач по ключевым направлениям развития отрасли [1].

Целью статьи является анализ мероприятий по мониторингу, оценке и обеспечению качества изделий электронной компонентной базы в обеспечение реализации «Стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года» в части:

- обеспечения развития и импортонезависимости электронной промышленности по направлениям, критически важным для национальных интересов и перспективным с точки зрения обеспечения лидирующих позиций (по ключевому направлению «Научно-техническое развитие»);
- конкурентоспособности отрасли через инструменты технического и отраслевого регулирования (по ключевому направлению «Отраслевые стандарты»);
- аналитики и ситуационного прогноза для принятия решений на основе информационных баз (по ключевому направлению «Отраслевая информационная среда»);
- обеспечение необходимого качества разрабатываемых, изготавливаемых и ремонтируемых в рамках государственного оборонного заказа образцов вооружения, военной и специальной техники за счет развития военной электроники.

Уровень качества и степень соответствия требованиям по надёжности разрабатываемой, изготавливаемой и эксплуа-



Храменков Н.В.

тируемой радиоэлектронной аппаратуры (далее – РЭА), используемой в перспективных образцах вооружения, военной и специальной техники (далее – ВВСТ), в значительной степени обеспечивается электронной компонентной базой (далее – ЭКБ).

Таким образом, приоритетом развития военной электроники является обеспечение необходимого количества и качества ЭКБ для РЭА разрабатываемых, изготавливаемых и ремонтируемых в рамках государственного оборонного заказа образцов ВВСТ, включая военно-техническое сотрудничество с иностранными государствами.

Анализ действующего методического аппарата показывает, что проведение системных мероприятий по мониторингу, оценке и обеспечению качества ЭКБ подразумевает последовательное решение трех целевых задач:

- организации, функционирования и постоянного совершенствования автоматизированной и эффективной системы сбора, обработки и анализа данных о качестве и надёжности ЭКБ, обеспечивающей проведение системных работ по оценке уровня и динамики качества ЭКБ для РЭА ВВСТ;
- проведения комплекса мероприятий по анализу причин отказов ЭКБ в РЭА ВВСТ;
- планирования и проведения мероприятий по повышению качества ЭКБ.

Минпромторгу России поручено совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти – государственными заказчиками ВВСТ сформировать эффективную систему мониторинга и управления качеством поставляемой электронной и радиоэлектронной продукции (в том числе ЭКБ), проводить анализ и прорабатывать совместно с Минобороны России мероприятия по повышению качества и надёжности ЭКБ для РЭА ВВСТ на

основании согласованных с военными представительствами отчётов от исполнителей о качестве ЭКБ.

В обеспечение организации функционирования данной системы в части функций и задач Минпромторга России Федеральное государственное унитарное предприятие «Мытищинский научно-исследовательский институт радиоизмерительных приборов» (далее – ФГУП «МНИИРИП») ежегодно выполняет ряд системных работ по мониторингу качества и надёжности ЭКБ для РЭА ВВСТ.

Начиная с 2017 года ФГУП «МНИИРИП» на постоянной основе проводит ежегодные исследовательские работы по оценке уровня и динамики качества изделий ЭКБ, содержащихся в «Перечне электронной компонентной базы, разрешенной для применения при разработке, модернизации, производстве и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники» (далее – Перечень ЭКБ). Оценка качества проводится за отчётный период с целью получения объективной информации об уровне соответствия изделий требованиям ТУ для разработки, проведения и контроля эффективности мероприятий по установлению, обеспечению и поддержанию требуемого уровня качества изделий. Оценка качества изделий проводят отдельно по каждой позиции (типу, типоминералу) номенклатуры изделий, содержащейся в действующей редакции Перечня ЭКБ. Алгоритм работ по мониторингу и оценке качества ЭКБ представлен на рисунке 1.

ФГУП «МНИИРИП» создана и постоянно совершенствуется автоматизированная информационная система (далее – АИС) сбора, обработки и хранения данных о качестве и надёжности ЭКБ [2], которая содержит базу данных о качестве изделий ЭКБ за 2015–2020 гг. по данным предприятий-изготовителей ЭКБ.

АИС позволяет формировать первичные сведения о качестве ЭКБ по информации, содержащейся в «картах унифицированных анализа качества и надёжности изделий» (далее – КУАК) с использованием типового автоматизированного рабочего места. Данные в электронном виде вводятся в базу данных АИС для последующей автоматизированной обработки, анализа данных и оценки уровня и динамики качества ЭКБ. Использование АИС позволяет значительно сократить время на проведение сбора и обработки первичных данных о качестве ЭКБ, оценки уровня и динамики качества ЭКБ.

Первичные данные о качестве изделий ЭКБ, содержащиеся в КУАК, позволяют АИС производить автоматизированный расчёт пороговых и фактических значений показателей качества изделий по результатам проведенных испытаний и рекламационной работы за отчётный год.

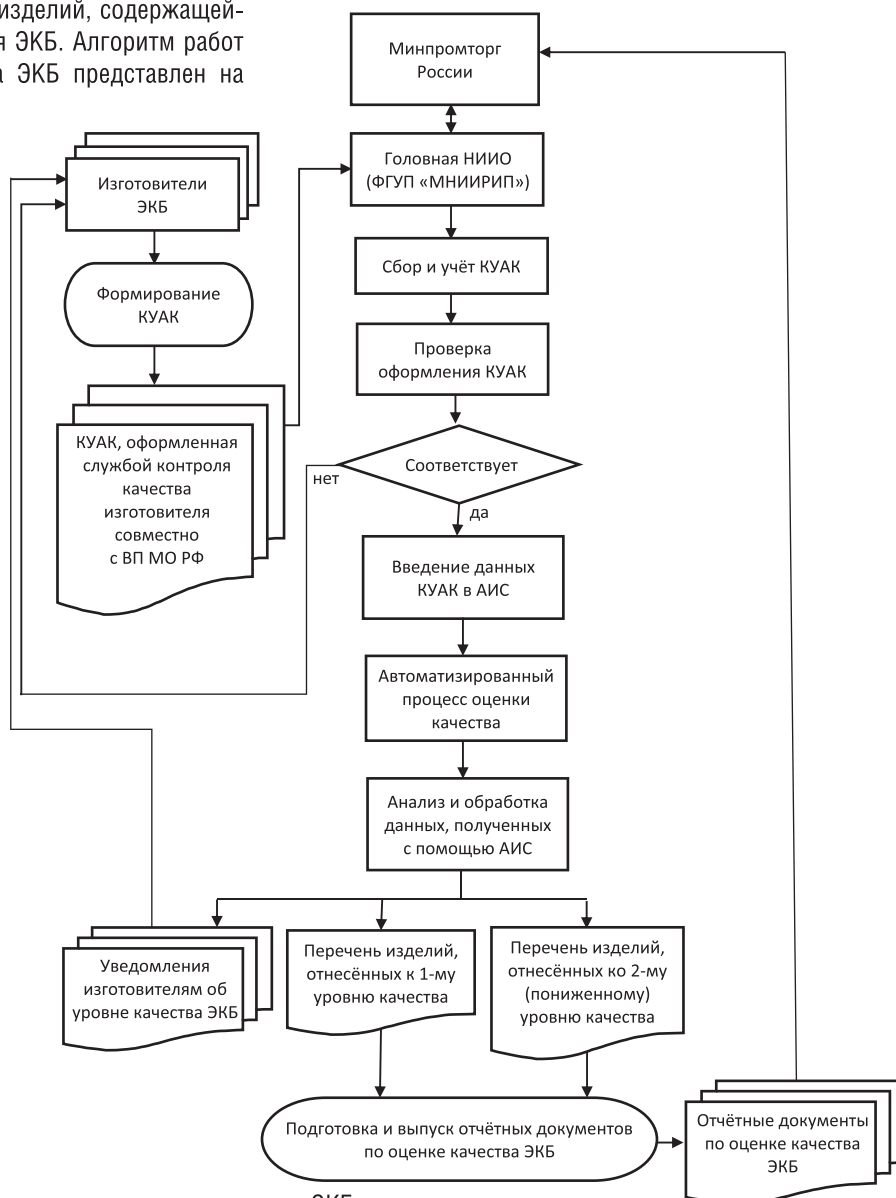


Рис. 1 Алгоритм работ по мониторингу и оценке качества ЭКБ

В соответствии с установленным порядком первичные данные о качестве изделий ЭКБ в КУАК заполняются ответственными сотрудниками служб контроля качества (далее – СКК) предприятий-изготовителей рукописным способом в таблицах по установленной форме, представляются в адрес ФГУП «МНИИРИП» и вручную заносятся в АИС оператором для последующей обработки и оценки уровня качества изделий ЭКБ. Проведение данных работ влечет существенные трудозатраты (до 300 полей заполнения данных в одной КУАК и не менее 4000 штук КУАК за один отчетный год) и риски влияния человеческого фактора на достоверность представляемой информации, что в свою очередь негативно влияет на оперативность и эффективность проведения комплекса работ по сбору, обработке первичных данных о качестве ЭКБ, оценке уровня и динамики качества ЭКБ.

С целью повышения оперативности и эффективности проведения комплекса работ ФГУП «МНИИРИП» ведутся работы по автоматизации ввода КУАК в АИС с использованием удаленных рабочих мест на предприятиях-изготовителях ЭКБ и обеспечением информационной безопасности. Прорабатываются несколько информационно-технических решений:

- разработка web-интерфейса (личного кабинета предприятий) с разграничением доступа и обеспечением безопасности для ввода КУАК в «буферную» (облачную) информационную среду с дальнейшей проверкой и обработкой данных в АИС;
- разработка программного обеспечения для преобразования форматов АИС в «Excel» и наоборот для заполнения представителями СКК предприятий-изготовителей ЭКБ совместно с ВП МО РФ форм в формате «Excel» с дальнейшей пересылкой по электронной почте в адрес ФГУП «МНИИРИП» для интеграции данных и обработки в АИС.

С целью обеспечения оценки рисков потребителями при применении ЭКБ и предотвращения снижения надежности РЭА ВВСТ организовано размещение актуальной информации о качестве ЭКБ, содержащейся в «Перечне ЭКБ», на информационной площадке объединенного информационного пространства радиоэлектронной промышленности ФГУП «МНИИРИП» с обеспечением доступа к ним предприятий отрасли [3]. Информация включает данные об уровне качества для каждого типа (типоминала) изделий ЭКБ по отчетным годам производства, что позволяет получить информацию, как об актуальном уровне качества, так и о его динамике по годам. Вместе с тем доводится информация о причинах отнесения к пониженному уровню качества за соответствующий отчетный год производства, в том числе о видах и причинах дефектов, об этапах выявления дефектов, информация о выполнении мероприятий по повышению качества и их эффективности.

С целью обеспечения качества ФГУП «МНИИРИП» проводятся ежегодные работы по повышению качества и надежности ЭКБ в том числе:

- контроль и экспертиза планов мероприятий по повышению качества изделий ЭКБ пониженного уровня качества;
- анализ отчетных материалов по результатам выполнения планов мероприятий по повышению качества изделий ЭКБ;
- оценка эффективности мероприятий, проведенных предприятиями-изготовителями по повышению качества изделий.

Для совершенствования и развития системы управления качеством ЭКБ ФГУП «МНИИРИП» разработан проект стандарта организации «Электронная компонентная база. Оценка качества» (далее – стандарт), который распространяется на изделия ЭКБ, предназначенные для применения в РЭА ВВСТ. В стандарте установлены требования к организации, порядку проведения работ по оценке и повышению качества ЭКБ, разработанные в развитие положений РД 11 20.0010-92 и РД 11 20.0020-92, с учётом требований действующих документов по стандартизации оборонной продукции, включая комплекс государственных военных стандартов «Климат-7».

В проекте стандарта актуализированы следующие основные направления системы оценки качества изделий:

- порядок организации работ в соответствии с действующей системой управления качеством ЭКБ для РЭА ВВСТ и составом ее участников;
- критерии отнесения части изделий пониженного уровня качества в Перечень изделий, для которых требуется первоочередное проведение отдельных мероприятий по повышению качества и порядка проведения данных мероприятий;
- классификационные группировки изделий ЭКБ, используемые для оценки критериев качества изделий по результатам рекламационной работы, актуализированы в соответствии с действующей классификацией Перечня ЭКБ, ЕК 001-2020 [4] и действующими документами по стандартизации оборонной продукции, в том числе нормативной документацией на группы однородной продукции ЭКБ. ФГУП «МНИИРИП» выполняет функции обеспечения общей организации, координации и методического обеспечения работ по анализу причин отказов (далее – АПО) ЭКБ в РЭА ВВСТ на всех стадиях жизненного цикла. Проведены исследования существующей системы организации и проведения работы по анализу отказов ЭКБ в РЭА ВВСТ, проработаны цели, задачи, направления, порядок организации и проведения работы по анализу причин отказов.

ФГУП «МНИИРИП» разработаны, утверждены и введены в действие в установленном порядке:

- СТО «Электронная компонентная база для радиоэлектронной аппаратуры вооружения, военной и специальной техники. Организация работы по проведению анализа отказов»;
- СТО «Электронная компонентная база для радиоэлектронной аппаратуры вооружения, военной и специальной техники. Порядок проведения анализа отказов».

Положения первого из указанных СТО устанавливают требования к организации и порядку проведения работ по АПО, второго – более детальный порядок проведения работ, в том числе, методологию проведения физико-технического анализа возможных причин отказов ЭКБ.

Проведение комплекса работ по АПО, как правило, должно осуществляться в случае, когда по результатам проведения рекламационной работы между поставщиком и потребителем ЭКБ в порядке, установленном [5], возникли разногласия, при которых другие формы работ по исследованию причин отказов не дали положительного результата.

Программа АПО в общем случае должна предусматривать комплекс организационно-технических и исследовательских работ, как на площадке завода изготовителя РЭА ВВСТ, так и у изготовителя ЭКБ, в том числе анализ технической документации и данных об отказах ЭКБ, оценку состояния производства и правильности применения, эксплуатации

объекта анализа, физико-технические исследования объекта анализа, моделирование вида, проявлений и условий возникновения отказов объекта анализа (при необходимости).

В результате проведения АПО должны быть разработаны Планы мероприятий по устранению причин и механизмов отказов (недостатков разработки, производства и эксплуатации, снижающих надежность объекта анализа), в том числе возникновения их дальнейших предпосылок. Мероприятия должны быть выполнены с последующей оценкой их результативности и эффективности [6].

Проведенный анализ системных мероприятий по мониторингу, оценке и обеспечению качества ЭКБ устанавливает положительную динамику и этапы развития настоящей системы в целом, а также целесообразность дальнейшего её развития с целью повышения эффективности обеспечения актуальной информацией об уровне и динамике качества ЭКБ её государственных заказчиков и потребителей для принятия своевременных решений, обеспечивающих качество и надёжность РЭА ВВСТ на мировом уровне.

Литература:

1. «Стратегия развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года», утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 января 2020 г. N 20-р.
2. Результаты НИР «Исследования и разработка методов оценки, обеспечения и контроля качества и надежности электронной компонентной базы в условиях современных производств, модернизация и развитие системы мониторинга данных о качестве и надежности электронной компонентной базы на основных этапах жизненного цикла», шифр «Качество-2015» – Мытищи: ФГУП «МНИИРИП», 2017. – 575 с.
3. Результаты НИР «Комплексные исследования по созданию объединенного информационного пространства и защищенных центров обработки данных в области разработки, производства и применения электронной компонентной базы, технологий создания радиоэлектронной аппаратуры в интересах вооружения, военной и специальной техники», шифр «Незабудка-ЭКБ» – Мытищи: ФГУП «МНИИРИП», 2016. – 265 с.
4. ЕК 001-2020 Единый кодификатор предметов снабжения для федеральных государственных нужд.
5. ГОСТ РВ 0015-703-2019 «Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Порядок предъявления и удовлетворения рекламаций. Основные положения».
6. Результаты НИР «Исследование и анализ номенклатуры отечественной электронной компонентной базы, разрешенной для применения при разработке (модернизации), производстве и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники, ведение и разработка ежегодных редакций Перечня ЭКБ 01-22 и Перечня корпусов ЭКБ, мониторинг качества изделий, включенных в Перечень ЭКБ 01-22», шифр «Перечень-ЭКБ-И4» – Мытищи: ФГУП «МНИИРИП», 2020. – 123 с.

ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ЭКБ И РЭА. ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ THE MAIN METROLOGICAL PROBLEMS OF DEVELOPMENT ELECTRONIC COMPONENT BASE AND ELECTRONIC EQUIPMENT. THE WAYS OF THEIR SOLUTION

Быканов В. В., к.т.н., доцент, **Есакова М. М.**, **Назаркина А. В.**, ФГУП «МНИИРИП»; +7 (495) 586-17-21; bykanov@mniirip.ru

Bykanov V. V., Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor, **Esakova M. M.**, **Nazarkina A. V.**, FSUE «MNIIRIP»; +7 (495) 586-17-21; bykanov@mniirip.ru

В данной статье рассматриваются вопросы, освещающие роль системы обеспечения единства измерений при разработке электронной компонентной базы и радиоэлектронной аппаратуры. Актуальность совершенствования системы обеспечения единства измерений в данной области обусловлена необходимостью пересмотра нормативной базы и контроля проведения организационных и практических мероприятий по метрологическому обеспечению разработок новейших изделий.

This article discusses the issues that highlight the role of the system for ensuring the uniformity of measurements in the development of electronic component bases and radio-electronic equipment. The relevance of improving the system of ensuring the uniformity of measurements in this area is based on the need for review the regulatory framework and control the implementation of organizational and practical activities of the metrological support of the development of new products.

Ключевые слова: электронная компонентная база, радиоэлектронная аппаратура, система обеспечения единства измерений, качество.

Keywords: electronic component base, radio-electronic equipment, system for ensuring the uniformity of measurements, quality.

К электронной компонентной базе (далее – ЭКБ) относятся изделия электронной техники, квантовой электроники и (или) электротехнические изделия, представляющие собой деталь, сборочную единицу или их совокупность, обладающие конструктивной целостностью, изготавливаемые по самостоятельным комплектам конструкторской и технологичес-

кой документации, принцип действия которых основан на электрофизических, электрохимических, электромеханических, фотоэлектронных и (или) электронно-оптических процессах и явлениях, а также электронные модули, представляющие собой совокупность электрически соединённых электрорадиоизделий, образующих функционально



Есакова М.М., Назаркина А.А., Быканов В.В.

и конструктивно законченные сборочные единицы, предназначенные для реализации функций приёма, обработки, преобразования, хранения и (или) передачи информации или формирования (преобразования) энергии, выполненные на основе несущих конструкций и обладающие свойствами конструктивной и функциональной взаимозаменяемости. Приведённое определение ЭКБ показывает, насколько сложными и многофакторными являются разрабатываемые изделия и, соответственно, насколько неразрывно связаны их разработка и производство с соблюдением надлежащего качества.

Качество ЭКБ – это совокупность свойств продукции, обуславливающих её способность удовлетворять определённым потребностям в соответствии с её назначением. Показателем качества ЭКБ является количественная характеристика одного или нескольких свойств ЭКБ, рассматриваемая применительно к определённым условиям её создания и эксплуатации.

Выделяют следующие показатели качества:

- полнота измерений;
- единство измерений;
- точность результатов измерений и достоверность решений по их результатам;
- оперативность (временные показатели измерений);
- своевременность измерений (соответствие выполнения измерений установленной периодичности);
- экономичность измерений и поддержание их качества.

Исходя из приведённых показателей качества в области метрологического обеспечения, можно сделать вывод, что основным методом их определения является измерительный. Общий перечень технических характеристик ЭКБ, подлежащих инструментальному контролю в процессе разработки и испытаний новых ЭКБ составляет около 800 измеряемых параметров [1].

К основным причинам возрастания роли измерений относят:

- повышение требований к качеству ЭКБ, их готовности к применению, эффективности использования по назначению, безопасности и безаварийности;
- инновационное развитие электронных технологий, появление новых высокоточных и наукоёмких ЭКБ;
- усложнение и удорожание ЭКБ вследствие применения новых цифровых средств измерений (далее – СИ), определяющих основные характеристики ЭКБ;
- рост ответственности за выработку и принятие решений по развитию и применению современных технологий;
- оснащение специалистов-метрологов современными техническими средствами для успешного осуществления метрологического обеспечения (проверка соответствия методик косвенных измерений нормативным документам, аттестация испытательного оборудования (далее – ИО) и эталонов, калибровка и поверка СИ, метрологическая экспертиза технической документации (далее – МЭ ТД), внутренний метрологический надзор);

– необходимую достоверность решений по повышению качества ЭКБ.

Измерения параметров ЭКБ и процессов в целях управления их качеством выполняются в условиях регулирования системы обеспечения единства измерений (далее – ОЕИ). Система ОЕИ определяет правовые, нормативные, технические и экономические требования для решения задач ОЕИ и предоставления всем субъектам деятельности возможности оценивать правомочность выполняемых измерений [2].

Система ОЕИ и точность результатов в Российской Федерации (далее – РФ) обеспечиваются посредством:

- технической базы ОЕИ (государственные первичные эталоны единиц величин, военные эталоны единиц величин, рабочие эталоны единиц величин, СИ);
- нормативно-правового регулирования ОЕИ и метрологического обеспечения (далее – МО) (Федеральные законы, указы Президента РФ и постановления Правительства РФ, нормативно-правовые акты Минпромторга и Минобороны РФ, ГОСТы с метрологическими требованиями);
- деятельности организационных структур ОЕИ и координации метрологических работ (федеральные органы исполнительной власти, государственные научные метрологические институты, государственные региональные центры метрологии, межрегиональные территориальные управления по федеральному государственному метрологическому надзору, государственные службы ОЕИ, метрологические службы, метрологические организации и поверочные органы силовых структур и организаций).

Основываясь на вышесказанном, система ОЕИ на предприятиях радиоэлектронной отрасли состоит из:

- анализа состояния измерений;
- установления рациональной номенклатуры измерительных величин и использования СИ (рабочих и эталонных) соответствующей точности;
- проведения поверки и калибровки СИ;
- аттестации ИО;
- разработки методик измерений (при необходимости их аттестация) для обеспечения установленных норм точности;
- проведения МЭ ТД (в том числе обязательной, на этапе разработки конструкторской документации);
- внедрения необходимой нормативной документации;
- аккредитации на выполнение метрологических работ;
- проведения метрологического надзора на предприятии.

Если четыре первых задачи по созданию системы ОЕИ на предприятиях в настоящее время решаются в той или иной степени, то разработка методик косвенных измерений и их аттестация, а также МЭ разрабатываемой конструкторской и технологической документации находится на слабом уровне из-за ряда объективных и субъективных причин.

Рассмотрим более подробно правомерность использования методик (методов) косвенных измерений при разработке и испытаниях ЭКБ и РЭА.

Описание процесса получения результатов измерений с регламентированными показателями точности определено в методиках измерений. Прикладная метрология полностью опирается на данный алгоритм операций получения значения измеряемой величины с необходимыми метрологическими характеристиками. Методы (методики) измерений (далее – МИ) классифицируются по признаку прямых и косвенных измерений [3]. В интересах общества для унифици-

кации порядка их использования законодательством РФ установлены некоторые требования и юридические нормы.

Применение МИ, предназначенных для выполнения прямых измерений, не вызывает недопонимания: они вносятся в эксплуатационную документацию на СИ. Подтверждение соответствия этих МИ обязательным метрологическим требованиям к измерениям осуществляется в процессе утверждения типов данных СИ. Куда сложнее разобраться с обоснованностью использования косвенных методов.

Неясность начинается уже с понятия методик (методов) косвенных измерений (далее – МКИ). В нормативно-правовой базе ОЕИ отсутствует единое определение, даже в основном законодательном акте по метрологии Федеральном законе «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 № 102 содержится понятие только о прямых методах. В рекомендациях РМГ 29-2013 говорится, что «термин прямое измерение возник как противоположный термину косвенное измерение». Появляется логический парадокс причинно-следственных связей. Но, установим, что измерение, при котором искомое значение величины определяют на основании результатов прямых измерений других величин, функционально связанных с искомой величиной, является косвенным [4].

Основным законодательным условием применения МКИ в сфере государственного регулирования ОЕИ, определённым в статье 5 № 102-ФЗ от 26.06.2008, является выполнение методик (методов) косвенных измерений по первичным референтным методикам (методам) измерений, референтным методикам (методам) измерений и аттестованным методикам (методам). Федеральный закон уполномочивает юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, аккредитованных в соответствии с законодательством РФ об аккредитации в национальной системе аккредитации, проводить аттестацию таких методик. Порядок аттестации МКИ утверждён Приказом Минпромторга России от 15.12.2015 № 4091 и в ГОСТ Р 8.563-2009.

Нормативно-методическая документация государственной системы обеспечения единства измерений многочисленно повторяет данное требование № 102-ФЗ о подтверждении соответствия МКИ обязательным метрологическим требованиям к измерениям в РФ. Это и вышеупомянутый ГОСТ Р 8.563-2009, и ПМГ 126-2013. Согласно Приказу Минпромторга России от 03.09.2008 № 119, ГОСТ Р 8.563-2009, ГОСТ 8.010-2013, национальные стандарты и другие документы в области стандартизации, включающие в себя правила и методы исследований (испытаний) и измерений, а также правила отбора образцов для применения технических регламентов, должны содержать только аттестованные МКИ в соответствии с порядком разработки перечня национальных стандартов. Таким образом, подразумевается, что наличие МКИ в государственных стандартах, является доказательством её аттестации и опять же удовлетворяет требованиям закона № 102-ФЗ.

Но не стоит забывать, что национальный (государственный) стандарт – это стандарт, принятый органом по стандартизации, и он не всегда является аттестованной методикой измерений в чистом виде. К примеру, ГОСТ Р 55710-2013 включает в себя нормы искусственного освещения рабочих мест внутри зданий и методы их измерений [5].

В этом ГОСТ упущено исполнение важного условия № 102-ФЗ статьи 5 п. 2 и ГОСТ Р 8.563-2009 п. 4.3: «Сведения об аттестованных методиках (методах) измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (далее – ФИФ ОЕИ) проводящими аттестацию юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями» [6].

Отсутствие информации в ФИФ ОЕИ о МКИ в стандартах РФ и, наоборот, отсутствие информации в ГОСТ о регистрации применяемых аттестованных МКИ не позволяет провести верификацию применяемого метода косвенного измерений, так как включение МКИ в документ по стандартизации не означает, что данная методика измерений является аттестованной. Поэтому на практике возникают вопросы о законности использования таких методик.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Мытищинский научно-исследовательский институт» (далее – ФГУП «МНИИРИП») выполняет исследования в области ОЕИ в процессе разработки ЭКБ и РЭА и проведения их испытаний. Метод многофакторного анализа МО в части технических проектов, разделов проектов технических условий, проектов программ и методик предварительных испытаний, разработанных в процессе опытно-конструкторских работ, позволил ФГУП «МНИИРИП» провести анализ исполнения требований по аттестации МКИ на предприятиях радиоэлектронной промышленности [7]. В результате проведённых инспекций в рамках МЭ ТД выяснилось, что большинство организаций не выполняют законодательные требования нормативно-правовой документации в части подтверждения соответствия МИ обязательным метрологическим требованиям к измерениям, вследствие отсутствия понимания чёткого порядка применения МКИ, содержащихся в стандартах. Например, в ФИФ ОЕИ отсутствуют сведения об аттестации метода измерений, изложенного в ГОСТ ISO 9612-2013 «Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах», а данные об аттестации метода измерений не установлены в самом ГОСТ, поэтому метод измерений, изложенный в нём, не может считаться аттестованным и быть использованным для выполнения измерений в сфере государственного регулирования. Следует отметить, что это подтвердил и Росстандарт РФ (исх. от 21.08.2018 № 1444-О-Г/04).

Отсюда следует, что МКИ, изложенные в стандартах, хоть и считаются аттестованными, но их аттестация проведена (если проведена) с нарушением порядка, установленного законодательством РФ об ОЕИ. Следовательно, их применение в сфере государственного регулирования ОЕИ нелегитимно и влечет наложение санкций контролирующей структурой в соответствии со статьей 19.19 от 18.07.2011 № 237-ФЗ «О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» в виде административного штрафа на должностных лиц в размере от двадцати тысяч до пятидесяти тысяч рублей, а на юридических лиц – от пятидесяти тысяч до ста тысяч рублей. Негласно применяется «правило», что МКИ, приведённые в ГОСТ Р и ГОСТ, выпущенные до 15.04.2010 (дата введения ГОСТ Р 8.563-2009), не требуют проведения дополнительных аттестаций, так как в их отношении были выполнены все требования законодательства РФ или СССР в области ОЕИ, действовавшего на момент их утверждения, но нет норма -

тивного документа, обосновывающего правомочность этого суждения.

В настоящее время не произошло никакого качественного изменения в указании правомерности использования МКИ в стандартах при проведении испытаний в области радиоэлектроники. Экстренным вариантом разрешения проблемы остаётся переход от МКИ, не имеющих метрологической аттестации и не включённых в ФИФ ОЕИ, к методикам прямых измерений, внесённых в эксплуатационную документацию на используемые СИ.

Другой актуальной задачей в области ОЕИ, решённой не в полной мере, является необходимость проведения МЭ (в том числе обязательной) конструкторской и технологической документации разрабатываемых ЭКБ и РЭА. МЭ ТД является формой участия специалистов-метрологов в разработке технической документации ЭКБ и РЭА. Целью такого участия является выявление ошибочных или недостаточно обоснованных решений по МО жизненных циклов ЭКБ и РЭА и оказание помощи разработчикам ЭКБ и РЭА в поиске наиболее рациональных решений.

Проведение МЭ ТД приводит к совершенствованию МО производства и, как следствие, способствует повышению качества выпускаемых ЭКБ и РЭА.

В соответствии со ст. 14 ч.2 ФЗ-102 и Постановлением Правительства РФ № 780 (с дополнением № 677) необходимо проводить обязательную метрологическую экспертизу технической документации (далее – ОМЭ ТД) разрабатываемых ЭКБ и РЭА.

В настоящее время в области МЭ ТД существуют два документа ГОСТ РВ 0008-003-2019 и РМГ 63-2003, в которых определены задачи МЭ ТД, решаемые на стадиях жизненного цикла разрабатываемых изделий [7]. Учитывая обстоятельство, что достаточно большое количество предприятий радиоэлектронной промышленности разрабатывают ЭКБ и РЭА оборонного назначения, то качество разрабатываемых изделий должно подтверждаться признаваемыми измерениями. Достижению этого способствует проведение МЭ ТД на всех жизненных циклах разработки изделий.

Анализ качества проведения МЭ ТД в процессе разработки ЭКБ и РЭА на предприятиях радиоэлектронной промышленности показал, что при проведении МЭ ТД выявляются ошибочные и недостаточные решения по МО технических методов и приёмов, технологических процессов и конструкторских предложений, содержащихся в представленной на экспертизу документации. Это неправильный выбор параметров, подлежащих измерению, необоснованный выбор норм точности измерений, некорректный выбор методов (методик) измерений, самих СИ.

Анализ проводимых МЭ ТД аккредитованными экспертами-метрологами показал, что сложности в проведении возникают из-за отсутствия на предприятиях рекомендаций и методических материалов по проведению МЭ ТД.

Эффективным инструментом выполнения требований ст. 14 ч. 2 ФЗ-102 в радиоэлектронной отрасли является отраслевой документ «Руководство о порядке проведения обязательной метрологической экспертизы технической документации на изделия радиоэлектронной аппаратуры и электронной компонентной базы». Данный документ утверждён руководителем ДРЭП Минпромторга РФ и является руководящим документом для предприятий радиоэлектронной

промышленности в отношении проведения ОМЭ ТД.

На основе накопленного опыта и проведённых исследований необходимо ОМЭ проекта технического задания, проектов технических условий, программ и методик предварительных испытаний проводить экспертами-метрологами, аккредитованными в соответствии с законодательством РФ. На остальных этапах МЭ ТД проводится экспертами-метрологами и специалистами производственно-тематических подразделений непосредственно предприятий.

Далее представляет интерес вопрос совершенствования МО разработки ЭКБ в отношении внутреннего метрологического надзора (далее – ВМН), осуществляемого метрологическими службами юридических лиц. В отличие от государственного метрологического надзора ВМН является контрольной деятельностью, обеспечиваемой метрологической службой юридического лица. ВМН заключается в систематической проверке соблюдения метрологических требований, а также в принятии мер по устранению нарушений, выявленных в процессе надзорных действий.

Выездные проверки предприятий радиоэлектронной промышленности экспертами ФГУП «МНИИРИП» показали, что ВМН на предприятиях практически не организован.

ВМН должен обеспечивать контроль за:

- состоянием и применением СИ, эталонов, технических устройств с измерительными функциями, ИО, средств допускового контроля, используемых как в сферах, так и вне сфер государственного регулирования;
- состоянием и применением МИ, используемых как в сферах, так и вне сфер государственного регулирования;
- результатами измерений;
- соблюдением метрологических правил и норм, устанавливаемых нормативной документацией;
- своевременность представления СИ на испытания в целях утверждения типа СИ, а также на поверку и калибровку.

Рассмотренные проблемы системы ОЕИ при разработке ЭКБ и радиоэлектронной аппаратуры (далее – РЭА) отражены и поставлены на контроль исполнения в Планах мероприятий по реализации Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года. Среди приоритетных вопросов стоят:

- обновление законодательства РФ в области ОЕИ для его соответствия потребностям общества и государства;
- развитие МО в области обороны и безопасности государства;
- совершенствование нормативной базы и актуализация нормативных документов в области деятельности Государственной службы стандартных справочных данных.

Приведённый анализ основных направлений по совершенствованию МО разработки ЭКБ приводит к следующим выводам. Во-первых, решением проблемы правомерности применения МКИ будет как минимум регистрация сведений о МКИ старых объектов документационной базы ГСИ путем внесения информации в ФИФ ОЕИ, а как максимум – полная актуализация нормативно-правовых актов РФ, нормативных документов, информационных баз данных, международных документов в области ОЕИ, их гармонизация, с последующим проведением аттестации каждого метода косвенных измерений и занесением их сведений в ФИФ ОЕИ. Во-вторых, говоря об отсутствии на предприятиях радиоэлектронной промышленности руководящей документации по прове-

дению ОМЭ ТД, решением стало разработанное Руководство о порядке проведения ОМЭ ТД. И, в-третьих, для выхода из аналогичной ситуации в рамках организации и проведения ВМН на предприятиях радиоэлектронной промышленности необходимо также разработать методический документ.

Данное руководство позволит решать задачи и реализовать основные функции ВМН на предприятиях.

В целом, для осуществления в полной мере методического

руководства метрологическими службами предприятий радиоэлектронной промышленности и контролем выполнения Федерального закона № ФЗ-102 «Об обеспечении единства измерений» требуется создание в головной научно-исследовательской организации, выполняющей функции исследований в области ЭКБ, метрологической службы, которая будет координировать все задачи по МО разработки и испытаний ЭКБ.

Литература:

1. Быканов В.В., Клеопин А.В. Состояние и направления совершенствования метрологического обеспечения ЭКБ в процессе разработки, испытаний и производства. «Вестник метролога», № 1, 2019 г., 15-18.
2. ГОСТ Р 8.000-2000 «Государственная система обеспечения единства измерений. Основные положения».
3. А.С. Дойников. Лекции по метрологии. ФГУП «ВНИИФТРИ», 2018 г., с. 292.
4. РМГ 29-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения».
5. ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений».
6. ГОСТ Р 8.563-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений».
7. Быканов В.В., Булгаков О.Ю., Назаркина А.В., Есакова М.М., Булгаков В.О. Обязательная метрологическая экспертиза технической документации как решение вопроса обеспечения качества разрабатываемых ЭКБ и РЭА. «Вестник метролога», № 2, 2020 г., с. 11-15.

УДК 654. 1

ВЗГЛЯДЫ РОССИИ И СТРАН НАТО НА СОТОВОЮ СВЯЗЬ 5G VIEWPOINT OF RUSSIA AND NATO COUNTRIES ON A 5G CELLULAR CONNECTION

Булгаков О.Ю., к.воен.н., **Зверев А.П.**, к.т.н., доцент, ФГУП «МНИИРИП»; +7 (495) 586-17-21, bulgakov@mniirip.ru;

Булгаков В.О., ООО «Виантек»; +7 (903) 215-34-68

Bulgakov O.Yu., Ph. D. of Military Sciences, **Zverev A.P.**, Ph. D. of Engineering Sciences, Associate Professor, Fsue «MNIIRIP»;

+7 (495) 586-17-21, bulgakov@mniirip.ru; **bulgakov V.O.**, «Viantek» LLC; +7 (903) 215-34-68

В данной статье рассматривается вопрос о перспективах использования сетей сотовой связи, в частности создания 5G. Также показаны перспективы использования сетей связи 4G в краткосрочном периоде. Приведено сравнение использования сетей пятого поколения в России и в странах НАТО.

This article addresses the issue of on the prospects of using cellular networks, in particular the creation of 5G. The prospects of using 4G communication networks in the short period are also shown. A comparison of the use of fifth generation networks in Russia and in NATO countries is given.

Ключевые слова: сети связи 2G, 3G, 4G, 5G, скорость передачи, абонентская сеть, функции сети связи, пункт оповещения, центр оповещения, граф, гигагерцовый диапазон.

Keywords: 2G, 3G, 5G communication networks, transmission speed, subscriber network, communication network functions, notification point, notification cent, graph, geoghertz range.

Для передачи возросшего объёма информации, коммуни- кабельности и оперативности обмена сообщениями между людьми в последние три десятилетия развернуты сети 2G, 3G, а также относительно недавно 4G. Сокращение G возникло от английского General Packet Radio Service (GPRS), т.е. пакетная радиосеть общего пользования. Свое начало оно берёт от 2G. GPRS позволяет пользователям сети сотовой связи производить обмен данными с другими устройствами в данной сети и с внешними сетями, включая интернет. Стоит отметить, что максимальная скорость обмена данными второго поколения составляет порядка 171,2 Кбит/с. Однако практические исследования показывают, что в действительности она значительно ниже. Скорость передачи у технологии 3G составляет уже порядка 2 Мбит/сек, а у 4G скорость обмена данными уже увеличивается до

86 Мбит/сек. Как видно из приведённых значений каждое из поколений практически обеспечивает возрастание скорости обмена данными [1,2].

Вначале ознакомимся с технической стороной вопроса о 5G. Это набор перспективных технических характеристик сотовой связи.

Стандарты сотовой связи следующие: [1,3,5]:

– предполагается, что пиковая скорость передачи данных будет составлять минимальное число 20 Гбит/сек, по нисходящей связи (от оператора к абоненту) и около 10 Гбит/сек от абонента к оператору. Нетрудно подсчитать, что в данном случае произойдёт практически двадцатикратное увеличение скорости по сравнению с 4G;

– плотность соединения 5G будет составлять не менее 1 миллиона подключённых устройств на квадратный километр;



Булгаков О.Ю.

- сети 5G позволят передвигаться со скоростью до 500 км/ч, в сравнении с 120 км/ч у 4G;
- появится возможность резкого сокращения энергопотребления за счёт «спящего» режима базовых станций и сокращение радиуса действия сот в плотных сетях;
- спектральная эффективность составит по нисходящей линии 30 бит/сек Гц, на линиях вверх – 15 бит/с Гц;
- задержка в идеальных условиях в сетях 5G будет составлять не более 1 мс (по сравнению с 20 мс для сетей 4G и LTE).

Данный период можно будет действительно назвать периодом эры 5G.

Новая беспроводная сеть связи пятого поколения будет гораздо больше, чем просто телефонные звонки с быстрым подключением и быстрой загрузкой файлов. Особенно для американских военных 5G, на самом деле, может сделать реальностью то, что еще в 1980 – х годах называли «ионосферой», где доступ к данным с видео, голоса, датчиков и др. были еще практически невозможны.

Рассмотрим, какие предполагается получить издержки при создании сетей данного стандарта и выполнении этих технологий. Затраты на переход к инфраструктуре 5G будут действительно большими. Минимальная оценка стоимости строительства и поддержки сетей пятого поколения в России оценивается в 164 млрд рублей, в США предполагаемые затраты составят свыше 200 млрд долларов в год в течении следующих 5-10 лет после 2020 года [1,5,8]. Возникает серьезный вопрос: будут ли оправданы такие затраты и можно ли использовать 5G во всех сферах жизни нашего общества.

На сегодняшний день Россия является зрелым рынком мобильной связи с показателем абонентской сети 89 % на 2018 год. Данная цифра будет изменяться незначительно до 2025 года.

Увеличение инвестиций и операторов сети говорит о том, что сегодня Россия огромными шагами переходит в 4G.

К концу 2018 года на долю смартфонов в России пришло чуть более 60 % мобильного трафика (рис. 1), что также ниже среднего показателя развитых рынков (60 %) На такое положение вещей влияет ряд факторов, в том числе тот факт, что Россия в значительной степени является рынком предоплаченных услуг с ограниченным набором субсидий и вариантов финансирования.

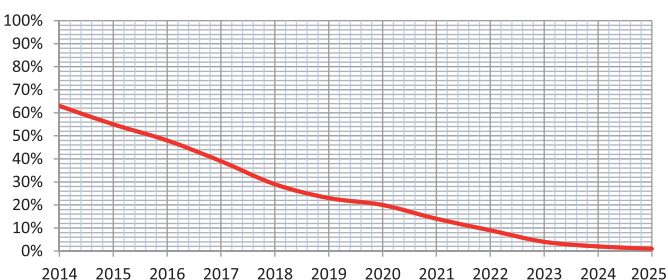


Рис.1. Процент от общего числа подключения сети 2G

Впрочем, ускоренный переход на 4G (рис. 2) увеличивает число вдвое и достигнет порядка 2/3 от общего количества к 2023 году [1,2,3,5]

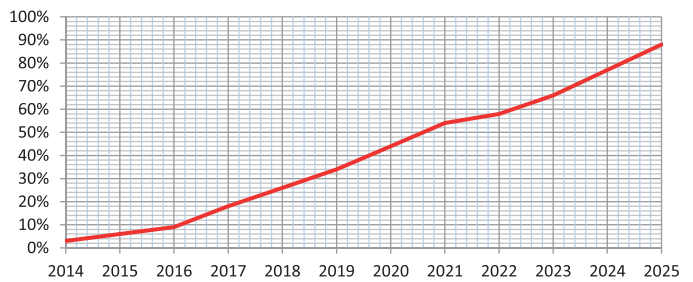


Рис. 2. Планируемый процент от общего числа подключения сети 4G

Стандарты технологий 5G рассматриваются в России как необходимое условие для создания новой, более конкурентноспособной национальной экономики. Административные органы должны рассматривать 5G не только как новое техническое достижение в области коммуникаций, но и как одно из условий для формирования цифровой экономики и стимулирования отраслей экономики в этом случае. Учитывая данный факт, необходимо перейти от простого регулирования отрасли мобильной связи к стимулированию её развития.

Что же позволит выполнить развёртывание 5G в России:

- во-первых, создать инновационную систему, информационного пространства, обеспечить развитие новых услуг;
- во-вторых, выделить новый диапазон частот, обеспечить ширину передаваемых сообщений на благоприятных условиях;
- в-третьих, осуществить возможность перехода от регулирования на основе разрешений к процедурам на базе уведомлений;
- в-четвертых, пересмотреть ограничения в области излучений при использовании беспроводной связи, с учетом международных стандартов, а также необходимости обеспечения безопасности населения;
- в-пятых, рассмотреть и регулировать архитектуру сети, с целью сокращения задержек при развёртывании сетей, выработать новые процедуры сертификации, основанные на тестировании программного, а не аппаратного обеспечения;
- в-шестых, корректировать персональные данные, включая законодательство в этой области и производить защиту передаваемой информации;
- в-седьмых, создавать благоприятную среду для вложения инвестиций в расширение технологий 5G [1,4,6,8].

С целью удовлетворения требований к защите конфиденциальной информации появится возможность всем сотовым операторам предоставлять новые информационные услуги на основе больших баз данных. Например, полученная информация о перемещении абонентов по городу, собранная мобильными сетями, чрезвычайно важна в целях проектирования городской транспортной системы, а учет посещения аптечных пунктов позволит провести анализ не только количества визитов людьми конкретных точек продажи, но и покупку лекарств определённых видов в различные периоды времени. Законодательство по данному вопросу должно быть гибким, чтобы с одной стороны не давать наносить ущерб любому человеку, а с другой – не



Зверев А.П.

делать дополнительную выгоду представителям телекоммуникационных компаний. В создании 5G необходимо обеспечить поддержание стандартов открытого интернета. Это особенно будет важно, учитывая внедрение в сетях данного класса критически важных сервисов и технологий сетевого сегментирования. Возможно, будет возникать периодически необходимость балансирования трафика с «тяжелым» контентом, нетребовательным к задержке (например, передача потокового видео), с гарантированными скоростями передачи данных (например, для служб общественной безопасности). В данном случае важно не ограничивать операторов в предоставлении услуг, а допускать возможность предоставления дифференцированных предложений клиентам [2,3,4,8].

В чем же состоит основное сдерживание 5G в России? Самое главное это доступность радиочастотного диапазона.

Компания МТС на сегодняшний день стала первой организацией в России, которая в этом году от Роскомнадзора получила лицензию на использование стандарта 5G/IMT-2020/ в диапазоне частот 24,25-25,65 ГГц. Данная лицензия выдана на срок до июня 2025 года.

Таким образом, первым шагом к пути по развитию данного вида сетей должна стать разработка комплексной и прозрачной радиочастотной политики, плана по освобождению и выделению частотных диапазонов.

Важным аспектом при выделении радиочастотных диапазонов является обеспечение возможности их совместного использования в случае, если участники рынка смогут согласовывать условия такого использования.

Данные анализа международного опыта по развёртыванию сетей предыдущих поколений, а также анализа сценариев развёртывания сетей 5G участниками рынка приводит к значительному уменьшению затрат на развёртывание сетей 5G. Использование различных моделей показывает, что добровольное совместное использование инфраструктуры 5G участниками рынка приведёт к значительному уменьшению затрат на развёртывание сетей при сохранении высокого уровня конкуренции [1,6,7,8].

Кроме этого, на действующие частотные диапазоны должен распространяться принцип технологической нейтральности, это позволит осуществить переход на технологии 5G более оптимально. Спектр частот должен быть представлен на самых благоприятных условиях. Это должно быть сделано своевременно. Существует три основных диапазона: ниже 1 ГГц, от 1 до 6 ГГц, выше 6 ГГц.

Рассмотрим каждый из диапазонов.

Диапазон ниже 1 ГГц обеспечит широкое перекрытие и лучшее проникновение в здание, это является актуальным для областей за пределами городов с проблемным покрытием. Данный диапазон имеет критически важное значение для многих новых услуг на базе 5G, которые способствуют развитию цифровой экономики.



Булгаков В.О.

Диапазон же от 1 до 6 ГГц необходим для решения проблем, связанных с перегрузкой сети в крупных городах, и предлагает эффективный компромисс между покрытием и мощностью. У диапазона выше 6 ГГц есть потенциал изменить широкополосную мобильную связь, благодаря поддержке сверхвысоких скоростей и малому времени задержки. Однако этот частотный диапазон, как правило, может использоваться только на локальных территориях, так как имеет ограниченные возможности охвата. Следовательно, будет требовать его связи с низкочастотным диапазоном. Доступность подходящих частотных диапазонов позволит пересмотреть подходы к ценовой политике на частотные диапазоны, а также годовые ставки сборов за связь.

Какие функции планируют возложить на мобильную связь 5G страны НАТО?

Почему же пятое поколение мобильной передачи данных так важно для НАТО? Особенности технологий 5G видят в том, чтобы обеспечить их работоспособность с большими объёмами информации. При этом эти видения у этих стран направлены не для гражданского использования, а для военной сферы. Возможности, предлагаемые той новой технологией, объясняются «Оборонными приложениями сетевой технологии 5G», (Defense Applications of 5G Network Technology), опубликованными Советом по оборонной науке (Defense Science Board) – федеральным комитетом, который представляет научные рекомендации Пентагону. Данная технология позволяет Министерству обороны США с минимальными затратами воспользоваться преимуществами этой системы для собственных эксплуатационных требований. Военные эксперты Пентагона предвидят, что данная система будет играть важную роль в использовании гиперзвукового оружия, например, ракет, в том числе с ядерными боеголовками, которые имеют скорость равную числу Маха, т.е. в пять раз выше скорости звука.

Это делается для того, чтобы направлять их по переменным траекториям, меняя направление за доли секунды, с целью избегания ракет перехватчиков. Стоит отметить, что для активации защиты, в случае нападения от использования такого вида оружия необходимо будет обрабатывать огромные объёмы информации. Это связано с тем, что время для принятия решения минимально. Данная технология также сыграет ключевую роль и в боевой сети. Сеть 5G позволит одновременно связаться миллионам приемопередатчиков на определенной территории, а это в свою очередь позволит личному составу вооружённых сил и руководству практически в режиме реального времени передавать друг другу карты, фотографии и другую информацию о проводимой операции. Эта технология разрабатывается не только США, Китаем, но и другими странами. Следовательно, одной из главных сторон способствующих распространению смартфонов 5G будет возможность их участия в военных играх впечатляющего реализма, в непосредственном контакте с игроками всего мира.

Кроме этого, страны НАТО надеются использовать

данные технологии и в других областях, а именно: — в энергетике и коммунальном хозяйстве. Так, энергетические установки требуют постоянного обслуживания и контроля от этого зависит их правильное функционирование и безопасность. Связь 5G позволит следить за системами с помощью датчиков (например, «датчики утечек» на трубопроводах и др.). Нетрудно заметить, что присутствие человека в этом случае значительно сократится. Использование интеллектуальных счётчиков тепла и воды и обеспечение онлайн считывания позволит более рационально распределять ресурсы. Так, по оценкам Европейской комиссии к концу 2020 года будет выпущено около 200 млн интеллектуальных счётчиков электроэнергии и порядка 45 млн умных газовых счётчиков. Стоит особенно отметить, что данный расчет позволяет сделать вывод о том, что более 75 % потребителей в Европе будут иметь данные электрические счётчики. В то время как не более 40 % потребителей газа будут обладать данными высокоинтеллектуальными контрольными устройствами.

Высокие скорости сетей пятого поколения смогут практически повсеместно внедрить системы умного дома, при этом стоит отметить, что это будет уже не умный дом, а умный город. Так, планируется, что умный дом выйдет за рамки простого включения обогревателей к приходу хозяев, а превратится в пространство, которое адаптируется к потребностям каждого члена семьи, обеспечивая при этом безопасность, оптимизируя потребление ресурсов (электроэнергии, воды, тепла и др.). Уже сегодня в Барселоне (Испания), Коламбусе (штат Огайо, США), Сингапуре используются интеллектуальные фонари и датчики, которые отслеживают такие вещи, как качество воздуха, наличие парковочных мест, сбор мусора, уборку снега и др. Установка высокоинтеллектуальных датчиков позволит также фиксировать на улицах преступления и более быстрыми темпами производить их раскрытие [8,9].

Так, в штате Огайо, который работает по гранту Министерства транспорта США, уже внедряются и тестируются приложения, которые применяются для снижения пробок. Также данные приложения автоматически сообщают о необходимости ремонта дорог и обеспечивают связь между беспилотными автомобилями. Таким образом, «умные» города – это уже не далекое будущее, а практически настоящее.

Следующим преимуществом можно назвать применение беспилотных автомобилей, это будет достижимо в виду высокой скорости обработки информации и передвижения со скоростью до 500 км/ч. Таким образом, Tesla способна будет ездить по городским улицам, в то время как пассажир сможет спокойно спать в ее салоне. Наиболее сложный вопрос, а что же будет, если данных автомобилей будет тысячи. Использование автономных транспортных средств создаст еще одну проблему потребностей современной беспроводной инфраструктуры: на таких дорогах секундная задержка может привести к трагедии.

В области здравоохранения технология 5G будет способна повысить доступность не только медицинских услуг для населения, но и в целом увеличить продолжительность жизни. Сегодня на Западе фитнес-трекеры уже становятся нормой, а с полноценным внедрением сетей пятого поколения не только носимые браслеты, но и умная одежда и обувь позволят использовать преимущества высоких скоростей

передачи данных. С их помощью врачи смогут дистанционно контролировать и анализировать все данные о пациенте, а также производить мониторинг приёма медикаментов, производя напоминание, если пациент забыл принять лекарство.

Стоит также добавить, что с введением 5G точность прогнозов повысится, будет доступно осуществлять консультации врачей узких специальностей в труднодоступных уголках страны. Доказательством того является 2020 год, когда был обнаружен коронавирус COVID-19, точность прогнозов резко возросла. Таким образом, при введении таких сетей пятого поколения возможно будет проводить диагностирование пациентов удалённо. В результате сократится не только количество медицинских работников, но и также сократится количество неточных прогнозов, так как появится возможность консультирования у нескольких врачей одновременно. Не останется без внимания и использование виртуальной реальности студентам-медикам в целях имитации практики удаленного ухода за пациентами на значительных расстояниях в масштабе реального времени.

В области хирургии откроются дополнительные возможности. Будет введена роботизированная хирургия. Например, оператор-хирург может находиться от пациента на расстоянии многих километров и успешно проводить при этом сложнейшие операции с помощью хирургических роботов, виртуальной реальности и тактильных перчаток.

Таким образом, в Великобритании и США основные операторы сотовой связи уже тестируют сети пятого поколения, а в Японии операторам предоставили бесплатный доступ к сетям 5G.

А что же Россия?

Государственная программа «Цифровая экономика» предусматривает устойчивое покрытие сетей пятого поколения во всех городах-миллионниках к 2024 году. В настоящее время Tele2 и Ericsson развернули пилотную систему в Москве от Садовой до Тверской улицы, до конца года готовятся подобные зоны в Санкт-Петербурге и Казани. Коммерческие сети пятого поколения появятся в России уже через два года.

Стоит также заметить, что наиболее масштабные испытания 5G состоялись в 2018 году во время проведения Чемпионата мира по футболу. В данный период МТС развернула демонстрационные зоны 5G на различных площадках, чтобы дать пользователям возможность оценить ряд преимуществ данной связи, в том числе и видеозвонки в высоком разрешении. Компания Мегафон также провела испытания, в том числе и тест автономного автобуса (диапазон частот 3,4-3,8 ГГц), данный транспорт перевозил болельщиков между фан-зоной и стадионом «Казань-Арена». Кроме этого, оператор организовал трансляцию в формате виртуальной реальности в диапазоне частот 28 ГГц во время матча со сборных России и Турции и др.

Однако, наряду с этим, есть и трудности. Дело в том, что подходящий диапазон для быстрого и дешевого запуска 5G (3,4-3,8 ГГц) в настоящее время занят силовыми ведомствами и требует решения об освобождении на государственном уровне.

Таким образом, возможности и преимущества сетей

нового поколения поистине огромны. Однако, в любом случае не стоит думать, что в ближайшее время произойдет молниеносная революция в данной области.

Раннее развертывание уже началось и идет бурными темпами, о перспективах 5G знает все больше и больше

людей. Вместе с этим стоит отметить, что полностью работающие сети пятого поколения, которые способны поддерживать передовые сценарии, находятся еще в стадии разработки. Поэтому необходимо еще какое-то время и тогда с полной уверенностью можно сказать о времени невероятно-го цифрового будущего на высоких скоростях.

Литература:

1. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Коваль В.А. Сети мобильной связи 5G: технологии, архитектура и услуги. М. Мир. 2019. 198 С.
2. 5G WORLD SUMMIT – 2014: Курс прежний – от 4G к 5G Тихвинский В.О. Т – Сопм: Телекоммуникации и транспорт. 2014. Т. 8. № 7с 95-97.
3. ИННОВАЦИИ: 5G WORLD SUMMIT: "Достойная старость" 2G на фоне бурного роста 5G. Валерий Тихвинский ОБ ИТОГАХ 5G WORLD SUMMIT. Тихвинский В. Электросвязь. 2015. № 10. С. 18-21.
4. Перспективы развития связи 5G. Олейникова А.В., Нуртай М.Д., Шманов Н.М. Современные материалы, техника и технологии. 2015. № 2 (2). С. 233-235.
5. 5G – Работа над ошибками предыдущих поколений Мельник С.В. Вестник связи. 2014. № 7. С. 29-30.
6. Потребность в 5G. проблемы разработки и тестирования. Вайтакр Я. Вестник связи. 2014. № 8. С. 4-6.
7. 4G пишем, 5G в уме. Ганьжа Д. Журнал сетевых решений LAN. 2014. № 4. С. 1-7.
8. Развитие сетей 5G в мире/URL www.tadviser.ru/ (дата обращения 20.05.2020).
9. Manlio Dinucci – научный сотрудник Центра исследования глобализации (Centre for Research on Globalization, Монреаль, Канада). Copyright © Manlio Dinucci, Global Research, 2019.

УДК 004.62

МДМ-СИСТЕМА, ИНСТРУМЕНТ ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ОТРАСЛИ СТРАНЫ MDM-SYSTEM, A TOOL FOR INTEGRATING INFORMATION RESOURCES IN THE PROCESS OF CREATING A UNIFIED INFORMATION SPACE FOR THE RADIO-ELECTRONIC INDUSTRY OF THE COUNTRY

Андриченко А.Н., к.т.н., ООО «ЭсДиАй РИСЕЧЬ»; andrighenko@sdi-solution.ru;

Чупринов А.А., к.т.н., ФГУП «МНИИРИП»; +7 (495) 586-17-21; toliy1962@list.ru

Andrichenko A.N., Ph. D. of Engineering Sciences, LLC "EsDiAy RISECH"; andrighenko@sdi-solution.ru;

Chuprinov A.A., Ph.D. of Engineering Sciences, FSUE «MNIIRIP»; +7 (495) 586-17-21; toliy1962@list.ru

Статья посвящена обсуждению вопросов обеспечения предприятий и организаций радиоэлектронной отрасли информационными ресурсами, позволяющими повысить эффективность управленческих процессов при решении задач поддержки принятия решений. Одним из инструментов, позволяющих получать актуальную, достоверную, нормализованную и однозначную информацию является MDM-система. Подобная MDM-система и положительный эффект от этого внедрения рассматриваются в данной статье.

The article is devoted to the discussion of the issues of providing enterprises and organizations of the radio-electronic industry with information resources that can improve the efficiency of management processes in solving problems of decision support. One of the tools that allows you to get up-to-date, reliable, normalized and unambiguous information is the MDM system. A similar MDM system and the positive effect of this implementation is discussed in this article.

Ключевые слова: MDM-система, объединенное информационное пространство, база данных, база данных, информационные ресурсы радиоэлектронной отрасли, распределенная система обработки данных, нормативно справочная информация.

Keywords: MDM-system, unified information space, database, database, information resources of the radio-electronic industry, distributed data processing system, normative reference information.

Основой любого управленческого решения является актуальная информация, описывающая предметную область и основные характеристики рассматриваемого процесса. В настоящее время, когда вычислительные средства позволяют решать сложнейшие задачи, рассчитывая сотни вариантов рассматриваемых процессов, прогнозируя варианты ответов и выбирая из них предпочтительные, может возникнуть ощущение того, что информация, как основа обоснованных решений, становится не столь существенной и ею или ее актуальностью можно пренебречь. Статистические методы обработки массивов вариантов все равно позволяют сузить диапазон, в рамках которого отклонения от истинного результата будут минимальны и находиться в рамках

статистической погрешности, что позволит оценивать управленческий процесс, как удовлетворительный. При этом стоит отдавать себе отчет, сколько стоит в денежном выражении допускаяемая в расчетах погрешность.

Рассматривая область ГОЗ, как объект исследования, необходимо помнить, что размер погрешности в данной области может оцениваться в сотни миллионов или миллиардов рублей на единицу заказа, что в свою очередь может превышать целесообразность, как постановки задачи, так и ожидаемого эффекта от реализации.

Оценивая данный аспект важности актуальности информации в процессе формирования ГОЗ, НИУ отраслевого направления создают информационные ресурсы.



Андриченко А.Н.

Появление информационных ресурсов у Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России (рис.1) в виде БД ЭКБ отечественного производства (ЭКБ ОП), ЭКБ иностранного производства (ЭКБ ИП), РЭИТ, план-графиков и импортозамещения, перечня НИОКР и данных о качестве ЭКБ позволили перейти к автоматизации их совместного использования, в том числе с целью проектирования радиоэлектронной аппаратуры, модулей и элементов электронной компонентной базы (РЭА, РЭМ и ЭКБ) для нужд потребителей и создания объединенного информационного пространства отрасли (ОИП) [1].

Следует отметить, что ОИП – это не просто набор информационных ресурсов, собранных на сервере или на распределенных сетевых ресурсах, а симбиоз программно-аппаратных и информационных средств. Определение ОИП может быть следующим.

Объединенное информационное пространство – это совокупность отдельных информационных ресурсов (баз данных, баз знаний, неструктурированных массивов информации и т. д.) и инструментальных средств обеспечения их внутренних и внешних логических и физических связей, позволяющая в автоматизированном режиме обработки строить (бес)конечные цепочки информации, описывающие объекты или процессы, выполняемые над объектами, являющимися элементами множества этих информационных ресурсов. В отличие от единого информационного пространства к информационным ресурсам применяется математическая операция объединения, которая позволяет очищать пространство от дублей информации, создавая актуальное, достоверное, непротиворечивое, однозначное множество, используемое в процессах проектирования, создания и обслуживания РЭА.

В настоящий момент времени, пока средств, обеспечивающих связи внутри и между информационными объектами нет, пользователям приходится осуществлять поиск в «ручном режиме», что сказывается на качестве материала и на времени выполнения заданий. Решения информационно-аналитических и информационно-поисковых практических задач при использовании информационных ресурсов в отдельности от специального программного обеспечения управления возможно, но эффективность и оперативность получения результата будут желать лучшего, если не будут бесполезными из-за временного интервала, необходимого для получения ответа до момента, когда этот ответ актуален. При этом, в качестве входных данных для этих задач (в части радиоэлектронной отрасли), как правило, выступают 3 сущности – РЭА, ЭКБ и РЭИТ, базы данных которых содержат возможно полную информацию об их составе. Они семантически связаны между собой (рис. 2).

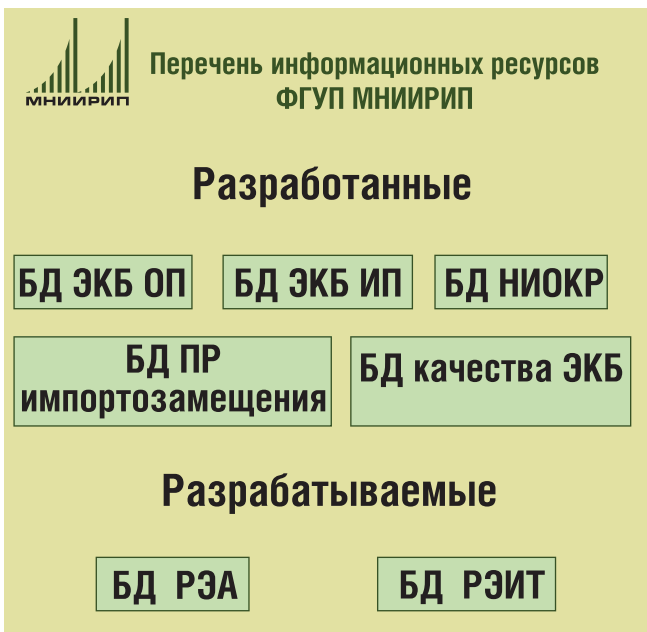
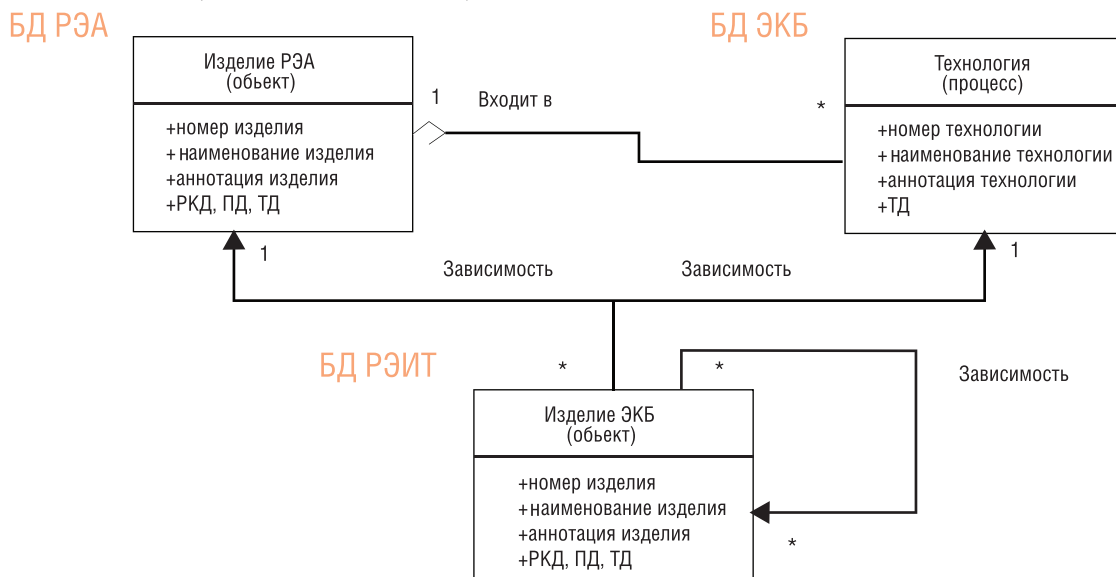


Рис.1 Информационные ресурсы ФГУП «МНИИРИП»

Рис. 2 Связь РЭА, ЭКБ и РЭИТ (UML диаграмма классов)



Данные - отдельные факты, характеризующие объекты, процессы и явления предметной области, а также их свойств. Знания - структурированные данные, содержащие информацию о закономерностях предметных областей, организующие адекватное их отражение в сознании человека в виде представлений, понятий, суждений и теорий



Чупринов А.А.

Данная зависимость позволяет сделать предположение о возможности перехода от совокупности баз данных к базе знаний, в которой будут сосредоточены знания по предметным областям РЭА, ЭКБ и РЭИТ и сервисы, помогающие использовать накопленные знания при проектировании [2, 3].

Помимо приведенных выше информационных источников на каждом предприятии отрасли существует масса информационных ресурсов, имеющих огромное значение для жизни самого предприятия и не имеющих первостепенной важности для более высокого звена управления. Однако, существующая между информационными ресурсами различных уровней управления связь, играет важную роль в системах принятия решений и не может быть отвергнута при формировании стратегии развития отрасли в целом. Для решения данной задачи существенное значение имеет управляющий комплекс или информационная система, способная учесть все нюансы и ценность той детализированной информации, которая имеется в распоряжении предприятий отрасли. В качестве систем сбора и аналитической обработки информации зачастую выступают OLAP-системы, онлайн-аналитическая обработка или OLAP – это эффективная технология обработки данных, в результате чего на основе огромных массивов всевозможных данных выводится итоговая информация. Одной из основных характеристик онлайн-аналитической обработки является многомерная структура данных. Куб может иметь несколько измерений. Благодаря такой модели весь процесс интеллектуального OLAP-анализа является простым для менеджеров и руководителей, поскольку объекты, представленные в ячейках, являются бизнес-объектами реального мира. Кроме того, эта модель данных позволяет пользователям обрабатывать не только структурированные массивы, но и неструктурированные, и полуструктурированные.

Все это делает их особенно популярными для анализа данных и приложений BI (бизнес-аналитики).

Основные характеристики OLAP-систем:

- осуществляют формирование связанных данных в информационных ресурсах исследователей и создают многомерные информационные ресурсы – кубы данных;
- используют многомерные методы анализа данных;
- обеспечивают расширенную поддержку баз данных;
- создают простые в использовании интерфейсы конечных пользователей;
- поддерживают архитектуру клиент/сервер.

Как видно из перечисленных характеристик OLAP-системы, она состоит из нескольких подсистем, взаимосвязанных между собой или программно, или за счет интерактивных пользовательских интерфейсов, позволяющих осуществлять обработку не только в автоматическом, но и в автоматизированном режимах.

Для выполнения большинства перечисленных функций используют различные программные продукты, примером одного из которых может выступать MDM-система.

Попытаемся показать это на примере MDM-системы разработки российской компании ООО «ЭсДиАй Рисчёр».

В промышленном производстве используется большое количество прикладных информационных систем различных поставщиков, несущих на предприятия собственные, дублирующие друг друга базы данных нормативно-справочной информации (НСИ).

НСИ – это условно-постоянная информация не транзакционного характера (в зарубежной терминологии – основные, мастер-данные), которая не претерпевает существенных изменений в процессе повседневной деятельности компании. К данному типу информации относятся информационно-технические справочники, классификаторы, электронные каталоги средств производства, комплектующих изделий, нормативно-техническая документация и т. д.

Каждое приложение «видит» объекты НСИ по-своему, поэтому обозначение одного и того же объекта в различных прикладных системах может отличаться. Это приводит к значительному дублированию справочных данных и необходимости синхронизировать базы данных различных поставщиков усилиями самого предприятия. Процесс сопровождения разрозненных баз данных НСИ повышает стоимость владения программным обеспечением (ПО) и не обеспечивает достоверность и качество информации. В случае внесения изменений в описание объекта процедуру ввода нужно произвести N-ое количество раз по числу баз данных, регистрирующих этот информационный объект. Возникает необходимость в синхронизации автономных баз данных НСИ, без которой невозможно построение консолидированной отчетности в условиях непрерывного обмена результатами работ прикладных информационных систем инженерного и экономического контура.

Для решения комплекса задач, связанных с централизованным управлением корпоративной справочной информацией, существует специализированный класс систем – Master Data Management (MDM), предназначенный для консолидации мастер-данных, унификации сервисов по работе с этими данными, стандартизации форматов их представления и обмена.

По определению аналитического агентства Gartner «MDM – это поддержка глобальной идентификации, связывание и синхронизация информации об объектах в гетерогенных источниках данных через семантическое согласование мастер-данных». Иными словами, MDM – это системный подход к построению единого информационного пространства предприятия на уровне корпоративной НСИ, позволяющий связать множество версий одних и тех же данных с одной эталонной записью.

К преимуществам централизации и унификации корпоративных мастер-данных на предприятии относятся:

- сокращение затрат на формирование консолидированной отчетности (до 50 %) за счет унификации описаний информационных объектов;
- снижение трудоемкости управления и повышение качества мастер-данных за счет централизации и организации единой точки ввода объектов НСИ;
- сокращение расходов на централизованные закупки МТР на основе глобальной идентификации объектов НСИ;
- снижение трудоемкости кооперации субподрядчиков за счет стандартизации форматов представления и обмена

мастер-данными;

- снижение трудоемкости интеграции компонентов инженерного комплекса ПО (до 30 %) за счет унификации сервисов по управлению корпоративными мастер-данными.

Разработанная облачная система «Semantic MDM»™ предназначена для создания и сопровождения корпоративных информационно-технических справочников, каталогов и классификаторов в масштабе отрасли, корпорации, предприятия. Система обеспечивает глобальную идентификацию номенклатурных объектов, реализует бизнес-процессы управления корпоративной нормативно-справочной информацией (НСИ), позволяет хранить максимально подробную информацию о характеристиках: оборудования, материалов, комплектующих изделий, контрагентах и т. д., востребованную в процессе финансово-хозяйственной, закупочной и производственной деятельности объединений и организаций.

Уникальность решения заключается в объектно-ориентированной модели мастер-данных, которая позволяет сначала унифицировать всю терминологию предметной области, а затем на основе единого глоссария создавать различные объекты классификации с произвольным набором характеристик.

Ключевые характеристики платформы «Semantic MDM» [4]:

- трехзвенная архитектура, отвечающая требованиям импортозамещения программного обеспечения;
- поддержка различных операционных систем: Linux, Windows и т. д.;
- максимальная производительность системы на больших объемах данных;
- обеспечение качества информации на основе функций контроля и верификации вводимых мастер-данных;
- динамическое формирование иерархии классов на основе единого словаря терминов предметной области;
- объектно-ориентированная модель данных, позволяющая наследовать атрибуты по иерархии классов;
- быстрый, многокритериальный и фасетный поиск объектов НСИ;
- интеллектуальный поиск, учитывающий семантические взаимосвязи объектов НСИ (патент ООО «ЭсДиАй Рисечь»);
- возможность создания атрибутов примитивных (строка, целое, вещественное, булево ...) и сложных типов (массив, интервал, отклонение);
- отображение значений числовых атрибутов в необходимых единицах измерения;
- вычисляемые атрибуты, позволяющие «на лету» формировать наименования объектов из отдельных характеристик НСИ;
- управление правами пользователей;
- хранение документов, файлов, ассоциированных с объектами классификации;
- импорт/экспорт мастер-данных в формате xml и xls;
- WEB-интерфейс системы с возможностью локализации;
- пакетное редактирование – транзакционность операций изменения данных;
- статусы и версионность объектов, фиксация и прослеживание изменений;
- интеграция с CAD системой SolidWorks, позволяющая осуществлять вставку 3D моделей изделий ЭКБ в 3D-сборки.

«Semantic MDM»™ – это классическая система класса MDM, которая может поставляться как облачное решение и как клиент-серверное приложение, развернутое в локальной сети предприятия, корпорации. Система реализует функции связывания и синхронизации информации об одноименных объектах НСИ в различных источниках мастер-данных, поддерживает бизнес-процессы управления корпоративной НСИ, выстраивает иерархию классификационных групп, объединяющих объекты НСИ по их сходству и подобию, осуществляет синхронизацию и репликацию мастер-данных по заданному расписанию в территориально-распределенной структуре предприятия, корпорации. «Semantic MDM» реализует единую точку ввода и редактирования мастер-данных, осуществляет нормализацию, дедубликацию, ведение истории изменений и использования данных, обеспечивает мобильность доступа, актуальность, контроль качества и достоверность эталонных объектов НСИ.

Архитектура программного комплекса «Semantic MDM» разработана с учетом требований импортозамещения:

- клиент-серверная трехзвенная архитектура;
- объектно-ориентированная модель данных;
- сервер приложений с открытым исходным кодом;
- СУБД PostgreSQL Pro с открытым исходным кодом и др.;
- поддержка ОС семейства Linux, включая отечественные: Astra Linux, Alt Linux и др.;
- WEB-клиент, совместимый со всеми современными браузерами.

Программное обеспечение «Semantic MDM»™, установленное на ресурсах высокопроизводительного центра обработки данных (ЦОД), обеспечивает всем подразделениям организации простой, мобильный и надёжный доступ к эталонной справочной информации с целью реализации требований новизны перспективных производственных технологий, импортозамещения, а также обеспечения процессов стандартизации и технического регулирования.

В ходе реализации полноценного внедрения системы MDM необходимо добиться уникальной идентификации объектов, единой точки ввода данных, обеспечения качества и синхронизации корпоративных мастер-данных, используемых в различных подразделениях предприятия, корпорации, отрасли.

К основным бизнес-функциям MDM-системы относятся снижение трудоемкости формирования корпоративной отчетности за счет глобальной идентификации информационных объектов и поддержка процессов кооперации подразделений предприятия, холдинга.

Передача информации в электронном виде от одной прикладной информационной системы в другую подразумевает, что отправитель и получатель используют одни и те же справочные данные, т. е. базы данных НСИ прикладных систем должны быть либо объединены, либо синхронизированы. Данный тезис справедлив как при взаимодействии различных подразделений одного предприятия, так и при кооперации в территориально-распределенной структуре промышленного холдинга.

Существует специфика позиционирования MDM-систем в промышленном сегменте, которая характеризуется наличием 2-х отдельных и в определенной степени независимых контуров: инженерного и экономического. Конструкторско-технологические подразделения работают с подсисте-

мами комплекса PLM (Product Lifecycle Management): PDM, CAD, CAM, CAE, CAPP, а финансово-экономические, снабженческие, плановые службы предприятия ориентированы на функциональность комплекса ERP (Enterprise Resource Planning).

Область применения MDM шире, чем PLM, ERP и других прикладных систем, работающих в сфере промышленного производства, поскольку носит инфраструктурный характер. Функциональность PLM и ERP нацелена на выполнение конкретных прикладных задач, в рамках которых управление НСИ – вспомогательный сервис, в то время как для систем класса MDM – это основная бизнес-функция, включающая методики, регламенты и процессы управления корпоративными мастер-данными.

Существует несколько уровней реализации MDM-системы в территориально-распределенной структуре промышленного холдинга, корпорации:

- управляющая компания холдинга;
- предприятия холдинга.

На каждом уровне MDM-система выполняет различные функции: в холдинге способствует формированию консолидированной отчетности и проведению бизнес-аналитики; на уровне предприятия синхронизирует мастер-данные инженерного и экономического контура.

Необходимо отметить, что полноценная реализация MDM проекта в управляющей компании холдинга не возможна без наведения порядка в справочных данных на предприятиях и их подразделениях.

Рассматривая внедрение MDM-системы в управляющую среду радиоэлектронной промышленности России следует упомянуть про контролирующие функции головной научно-исследовательской испытательной организации Минпромторга в области ЭКБ (ГНИИО), создающей и реализующей ОИП, как базового информационного ресурса отрасли.

MDM-система ГНИИО представляет собой систему связанных территориально-распределенных баз данных, взаимодействующих с головным центром ведения НСИ. Все бизнес-процессы управления мастер-данными в такой структуре подчиняются общему регламенту и обеспечиваются единой программной средой.

Центральная служба ведения НСИ в ГНИИО осуществляет разработку эталонной модели корпоративных мастер-данных, позволяющей описывать свойства информационных объектов и семантику их взаимосвязей. Ведение отдельных массивов справочных данных может быть делегировано региональным службам НСИ, которые в пределах своей компетенции осуществляют сбор, идентификацию, классификацию и ввод мастер-данных.

В задачи головного центра MDM входит:

- разработка бизнес-процессов и унификация регламентов ведения НСИ во всех подразделениях корпорации;
- создание корпоративной базы данных НСИ, поддерживающей механизм репликации;
- глобальная идентификация объектов НСИ с помощью GUID (Globally Unique Identifier);
- унификация описаний объектов (создание тезаурусов – словаря терминов предметной области);
- разработка принципов классификации и кодирования номенклатурных объектов;

- унификация форматов обмена справочными данными на основе международных стандартов.

Каждое из предприятий, подключенное к головной MDM-системе, может иметь собственную копию MDM, необходимую выборку справочников из корпоративной базы данных и возможность обмениваться информацией с центральной базой данных НСИ.

Головной центр ведения НСИ с заданной периодичностью реплицирует в локальные MDM-системы актуальные изменения мастер-данных и собирает заявки на ввод новых номенклатурных (эталонных) позиций со всех предприятий. Заявки на изменение объектов НСИ принимаются и обрабатываются экспертами отдела НСИ холдинга.

Территориально-распределенная схема управления НСИ оптимально подходит для организаций со сложной разветвленной структурой региональных отделений. Она позволяет, с одной стороны, централизовано обслуживать удаленные предприятия, распространять отраслевые стандарты, осуществлять общий контроль качества и полноту данных, с другой стороны, предоставляет отдельным предприятиям определенную самостоятельность, позволяющую учитывать местную специфику. Такой подход существенно снижает риск неудачи при глобальном развертывании системы MDM, поскольку каждая локальная система ведения НСИ меньше по масштабу, лучше адаптирована к специфике конкретного производства и может управляться сотрудниками местного центра НСИ.

Ключевые задачи системы MDM в территориально-распределенной структуре – это поддержка предприятий отрасли и снижение затрат на формирование корпоративной отчетности. Благодаря тому, что все номенклатурные объекты, представленные в MDM-системе, имеют уникальный идентификатор GUID, управляющая компания холдинга может собирать сведения о потребляемых предприятиями товарно-материальных ценностях (ТМЦ) и формировать сводные отчеты с целью оптимизации закупочной деятельности.

Таким образом, централизованная форма управления НСИ в ГНИИО позволяет снизить издержки на координацию действий участников производственного процесса и повысить эффективность принимаемых управленческих решений. Внедрение системы MDM позволяет:

- сократить затраты на формирование консолидированной отчетности за счет унификации описаний информационных объектов;
- снизить затраты на создание и сопровождение корпоративных справочных данных за счет их централизации;
- сократить расходы на централизованные закупки ТМЦ на основе глобальной идентификации номенклатурных позиций.

Каждое из предприятий отрасли может иметь точную копию MDM-системы, установленной в управляющей компании, и определенную выборку баз данных, востребованных с учетом местной специфики. Одновременно с корпоративными справочниками в локальной MDM-системе могут находиться наборы данных, применяемые исключительно в пределах конкретного предприятия.

Настройка взаимосвязей объектов происходит в момент синхронизации MDM с базами данных НСИ прикладных систем. Автоматизированная процедура слияния данных

идентифицирует совпадение объектов по заданным ключевым полям, относит их к категории дублирующих записей, сохраняя при этом связь с эталонной записью об объекте.

Любой информационный объект, где бы он не находился, имеет связь с уникальным идентификатором (GUID) эталонной записи в базе данных MDM, по которому определяется эталонное название объекта, принадлежность его определенной классификационной группе и набор унифицированных атрибутов, определяющих его свойства. Перемещаясь из одного приложения в другое (CAD – CAPP – PDM – ERP) в составе электронных документов (3D-модели, технологические процессы, структура изделия), справочные объекты не теряют связи с базой данных MDM. Любая прикладная система, оперирующая ими, всегда может обратиться к первоисточнику – MDM-системе и по уникальному идентификатору GUID извлечь дополнительную информацию об объекте: детальное описание, сопроводительные документы, информацию экономического характера и т. д.

Любое приложение, несущее на предприятие базу данных НСИ, должно либо синхронизировать свои объекты НСИ с эталонными записями в MDM, либо интегрироваться с MDM-системой при условии отказа от собственных справочных данных.

К преимуществам централизации и унификации корпоративных мастер-данных на предприятии можно отнести:

- снижение затрат на ведение НСИ путем организации единой точки входа для управления справочной информацией, используемой всеми информационными системами предприятия;
- повышение качества и достоверности НСИ за счет унификации справочных данных, устранения дублирования и разработки корпоративных регламентов ведения НСИ;
- снижение трудоемкости интеграции информационных систем за счет устранения перекрестного обмена мастер-данными;

- повышение уровня ответственности и надежность процессов управления справочной информацией за счет их централизации. Создание MDM системы в интересах промышленных предприятий радиоэлектронной отрасли Российской Федерации предполагает решение следующих задач:

- сбор, агрегация, классификация и построение онтологических моделей эталонных мастер-данных в среде MDM;
- нормализация и обеспечение качества объектов нормативно-справочной информации (НСИ);
- стандартизация форматов представления и обмена корпоративными мастер-данными на основе гармонизированных национальных и международных стандартов;
- бизнес-аналитика, формирование и визуализация корпоративной отчетности;
- интеграция MDM с системами автоматизированного проектирования ведущих поставщиков;
- интеграция MDM с нормативно-технической базой актуальных документов и стандартов.

Решение данных задач может быть осуществлено в рамках следующей архитектуры информационных систем.

Состав подсистем:

- «Semantic MDM» – поддерживает бизнес-процессы централизованного управления корпоративной нормативно-справочной информацией (НСИ). Реализует единую точку ввода объектов НСИ, обеспечивает мобильность доступа, актуальность, качество и достоверность эталонных мастер-данных;
- Business Intelligence (BI) – набор IT-технологий для сбора, хранения и анализа данных, позволяющих предоставлять пользователям достоверную аналитику в удобном формате, на основе которой можно принимать эффективные решения для управления бизнес-процессами компании;



- NormaCS, Технорма,... – система предназначена для поиска, использования и обсуждения нормативных документов и стандартов в проектной и конструкторской деятельности на территории Российской Федерации. Система содержит реквизиты и тексты почти 190 тысяч нормативных документов, действующих в РФ и около 1000 типов нормативных документов: СНИП, СанПиН, технологические карты, типовые проекты и т. п.;

- ESB – интеграционная шина, которая предоставляет механизм управления миграцией данных в разнородной информационной среде организации;

- ruOTD – российский открытый технический словарь, который в соответствии с ISO 22745 позволяет стандартизовать термины и определения предметных областей как совокупность однозначных и общепринятых технических концептов, предназначенных для создания электронных каталогов промышленной продукции;

- Data Quality – решение, позволяющее на уровне настра-

иваемых бизнес-правил проводить анализ качества мастер-данных, стандартизировать и очищать данные, выявлять дубликаты, осуществлять консолидацию данных, вести мониторинг и получать отчетность по качеству данных. Таким образом, обеспечение централизованного управления корпоративными мастер-данными является стратегической задачей отраслевого уровня, носящей инфраструктурный характер, реализация которой позволяет вести кооперацию и техническое перевооружение промышленных предприятий на качественно новом уровне. Организация взаимодействия субподрядчиков, поставка и продвижение продукции на отечественном и зарубежном рынках невозможны без формирования единых принципов унификации описания объектов промышленного производства на основе национальных и международных стандартов. Решение перечисленных задач в среде облачной MDM-системы открывает предприятиям перспективу свободного участия в глобальном обмене информацией.

Литература:

1. Исаев В.М., Чупринов А.А. Объединенное информационное пространство как основа создания аппаратуры отечественного производства. // НАНО Индустрия, спецвыпуск 2018 (82), Международный форум «Микроэлектроника-2017», 3-я научная конференция «Электронная компонентная база и электронные модули», сборник докладов, Республика Крым, г. Алушта, 02–07.10. 2017. – Техносфера, 2017. – С. 28–30.
2. Алексеев В.В., Боков С.И., Колядин А.И., Чупринов А.А. Задачи системы интеллектуальной поддержки проектировщика по радиоэлектронным и информационным технологиям и формализация задачи проектирования // Динамика сложных систем – XXI век. 2018. – Т. 12, № 4. – С. 42–49.
3. Алексеев В.В., Боков С.И., Колядин А.И., Чупринов А.А. Задачи интеллектуальной поддержки проектировщика / Справка об опубликовании № 73, 46 ЦНИИ МО РФ, Сборник научных статей (рецензируемый) XIII Межведомственная научно-теоретическая конференция «Вооружение и экономика». – 30.11.2020, инв. № 70586. – С. 630–638.
4. Андриченко А.Н. Каталог электронной компонентной базы ФГУП «МНИИРИП» на платформе «Semantic MDM»™. // НАНО Индустрия, спецвыпуск 2018 (82), Международный форум «Микроэлектроника-2017», 3-я научная конференция «Электронная компонентная база и электронные модули», сборник докладов, Республика Крым, г. Алушта, 02–07.10.2017. – Техносфера, 2017.

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

ЦЕНТР СЕРТИФИКАЦИИ, ОБУЧЕНИЯ И КОНСАЛТИНГА «ЭЛЕКТРОНСЕРТИФИКА»



**СЕРТИФИКАЦИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА
ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ РАЗРАБОТЧИКОВ, ИЗГОТОВИТЕЛЕЙ
И ПОСТАВЩИКОВ ЭКБ И РЗА**

ОБУЧЕНИЕ СПЕЦИАЛИСТОВ

СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИЙ

технология проведения испытаний ЭКБ в испытательных лабораториях (центрах)

внутренние аудиты предприятий и организаций

управление качеством технического контроля, надежности и анализа причин отказов экб, обеспечение контроль и оценка надежности ЭКБ, на стадиях жизненного цикла в составе ВВСТ

метрологическое обеспечение разработки и испытаний ЭКБ и РЗА

подготовка экспертов по сертификации смк-предприятий, аккредитации ил(ц), квалификации поставщиков ЭКБ

применение ЭКБ отечественного и иностранного производства

МЕТОДИЧЕСКИЕ УСЛУГИ

АНО «ЭЛЕКТРОНСЕРТИФИКА» ОКАЗЫВАЕТ МЕТОДИЧЕСКИЕ УСЛУГИ
ПО НАПРАВЛЕНИЯМ

системы менеджмента качества предприятий-разработчиков, изготовителей ЭКБ

системы менеджмента качества предприятий поставщиков ЭКБ

системы качества испытательных лабораторий (центров)

УНИФИКАЦИЯ МНОГОВЫВОДНЫХ РАМОК И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ ДЛЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ UNIFICATION OF MULTI-OUTPUT FRAMES AND THE USE OF INTERNATIONAL STANDARDS FOR THEIR APPLICATION

Савин М.Л., ФГУП «МНИИРИП»; +7 (495) 586-17-21, savin@mniirip.ru; **Рубцов Ю.В.**, АО «ЦКБ «Дейтон»;

Savin M.L., FSUE "MNIIRIP"; +7 (495) 586-17-21, savin@mniirip.ru; **Rubtsov Yu.V.**, JSC «TSKB«Dayton»;

Объем функций, выполняемых электронной компонентной базой (далее – ЭКБ), растет, повышаются требования к параметрам и показателям качества. Без полного понимания и точного выполнения требований документов по стандартизации и проведения унификации усложняется задача применения в ЭКБ элементов и компонентов, в том числе выводных рамок. В целях обеспечения качества и надежности ЭКБ проведены исследования, результаты которых представлены в настоящей статье.

The scope of functions performed by the electronic component base is growing, and requirements for parameters and quality indicators are increasing. Without a full understanding and accurate implementation of the requirements of standardization documents and unification, the task of applying elements and components in the ECB, including output frames, becomes more complicated. In order to ensure the quality and reliability of ECB research has been conducted, the results of which are presented in this article.

Ключевые слова: микросхема, приборы полупроводниковые, выводная рамка, электронная компонентная база (ЭКБ), качество, надежность, стандартизация, унификация.

Keywords: microchip, semiconductor devices, output frame, electronic component base (ECB), quality, reliability, standardization, unification.



Савин М.Л.

Выводная рамка ЭКБ в национальных документах по стандартизации определена как деталь, представляющая собой в состоянии поставки ряд или ряды выводов, соединённых общей перемычкой. Разновидностью выводной рамки является изолирующая рамка-сборочная единица, представляющая собой выводную рамку с припаянными к её внешней части керамическими пластинами (с участками металлизации под пайку выводов), препятствующими возможному изменению формы выводов и их расположению при тестировании и транспортировании. Рамки применяются в корпусах ЭКБ и являются деталями, определяющими основные параметры ЭКБ.

Стандартизация выводных рамок

В электротехническом словаре 521-05-32 (Полупроводниковые приборы и интегральные схемы) Международной электротехнической комиссии (МЭК), выводная рамка определена как металлическая основа, обеспечивающая механическую опору для крепления выводов.

Среди национальных и отраслевых документов по стандартизации, регламентирующих разработку документации и порядок применения выводных рамок, являются:

ОСТ 11 0694-89 Микросхемы интегральные. Корпуса. Общие технические условия. Требования данного отраслевого стандарта действуют на ЭКБ общехозяйственного назначения и ЭКБ категории качества «ВП», на которую не распространяется ГОСТ РВ 5901-004-2010;

ОСТ 11 0304-93 Приборы полупроводниковые. Корпуса. Общие технические условия. Распространение аналогично ОСТ 11 0694-89;

ГОСТ РВ 5901-004-2010 Изделия электронной техники военного назначения. Микросхемы интегральные и приборы полупроводниковые. Корпуса. Общие технические условия;

ОСТ 11 0844-91 Микросхемы интегральные. Перечень габаритных чертежей;

ГОСТ 29137-91 Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы. Общие требования и нормы конструирования. Стандарт содержит варианты и требования к формовке выводов и установке ЭКБ;

ГОСТ Р 57439-2017 Приборы полупроводниковые. Основные размеры. Распространяется на приборы полупроводниковые в корпусах и устанавливает их основные габаритные, присоединительные и установочные размеры;

ГОСТ Р 54844-2011 Микросхемы интегральные. Основные размеры. Распространяется на интегральные микросхемы, микросборки, многокристальные модули в корпусах и устанавливает их основные габаритные, присоединительные и установочные размеры;

ГОСТ Р 50044-2009 Изделия электронной техники для поверхностного монтажа радиоэлектронной аппаратуры. Требования к конструктивной совместимости. Распространяется на ЭКБ в корпусах, предназначенную для монтажа на поверхность печатных плат радиоэлектронной аппаратуры, и устанавливает требования, обеспечивающие конструктивную совместимость её частей;

ГОСТ Р МЭК 60194-2-2019 Платы печатные. Проектирование, изготовление и монтаж. Термины и определения. Часть 2. Стандартное употребление в электронной технике, а также для печатных плат и техники электронного монтажа. Идентичен международному стандарту IEC 60194-2:2017 «Printed boards – Design, manufacture and assembly – Vocabulary – Part 2: Common usage in electronic technologies as well as printed board and electronic assembly technologies». Устанавливает термины и определения понятий в области печатных плат, проектирования, изготовления и технологии электронного монтажа;

ГОСТ Р МЭК 61191-1-2017 Печатные узлы. Часть 1. Поверхностный монтаж и связанные с ним технологии. Общие технические требования. Идентичен международному стандарту IEC 61191-1:2013 «Printed board assemblies – Part 1: Generic specification – Requirements for soldered electric and electronic assemblies using surface mount and related assembly technologies». Устанавливает требования к материалам, методам и критериям контроля для производства качественных межсоединений и печатных узлов с применением технологии поверхностного монтажа и связанных с ней технологий сборки. В настоящий стандарт включены также рекомендации для качественных производственных процессов;

ГОСТ Р МЭК 61191-2-2017 Печатные узлы. Часть 2. Поверхностный монтаж. Технические требования. Идентичен международному стандарту МЭК IEC 61191-2:2013 «Printed board assemblies – Part 2: Sectional specification – Requirements for surface mount soldered assemblies» Устанавливает требования к паяным соединениям поверхностного монтажа;

ГОСТ Р МЭК 61191-3-2010 Печатные узлы. Часть 3. Монтаж в сквозные отверстия. Технические требования. Идентичен международному стандарту IEC 61191-3:1998 Printed board assemblies – Part 3: Sectional specification – Requirements for through-hole mount soldered assemblies. Устанавливает требования к паяным соединениям выводов ЭКБ в отверстия. Требования распространяются на печатные узлы, которые полностью содержат ЭКБ с выводами и устанавливаются в отверстия, собираются по технологии пайки в сквозные отверстия или на печатные узлы, содержащие области с пайкой выводов в отверстия, а также области, собираемые другими сопутствующими технологиями;

ГОСТ Р МЭК 61188-5-1-2012 Печатные платы и печатные узлы. Проектирование и применение. Часть 5-1. Анализ соединений (посадочные места для монтажа компонентов). Общие требования. Идентичен международному стандарту IEC 61188-5-1:2002 «Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-1: Attachment (land/joint) considerations – Generic requirements». Предоставляет информацию о геометрии посадочных мест, используемых для поверхностного монтажа ЭКБ.

Документы МЭК по стандартизации выводных рамок:

IEC 62258-1-2009 Semiconductor die products – Part 1: Procurement and use. (Полупроводниковые штампованные изделия. Часть 1. Поставка и применение). Стандарт определяет минимальные требования к данным, необходимым для описания рамок, в том числе: область применения; свойства; информация об испытаниях, качестве, сборке и надежности;

IEC 61967-1-2018 Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions Part 1: General conditions and definitions. Схемы интегральные. (Измерение электромагнитного излучения. Часть 1. Общие условия и определения). Содержит информацию по измерению проводимых и излучаемых электромагнитных помех от интегральных схем, а также описание условий измерений, испытательного оборудования и установок, процедур испытаний и содержания протоколов испытаний. В приложение к стандарту включена таблица сравнения методов испытаний, обеспечивающая выбор соответствующего метода;

IEC 60194-2015 Printed board design, manufacture and assembly – Terms and definitions. (Проектирование, изготовление и монтаж печатных плат. Термины и определения). Стандарт определяет терминологию, используемую в области печатных плат и ЭКБ.

Знание вышеперечисленных стандартов и их выполнение при разработке выводных рамок способствует соблюдению:

- 1) норм проектирования, правил классификации и единства терминологии, методов расчёта, правил оформления конструкторских документов;
- 2) параметров производственного процесса и мощностей, отработанного технологического процесса;
- 3) требований: к конструкции, основным параметрам, присоединительным и габаритным размерам;
- 4) условий эксплуатации, технических требований.

В результате чего достигается соответствующее качество ЭКБ; достаточная надежность; расширение диапазона применения.

Унификация выводных рамок

Одним из важнейших показателей выводных рамок является трудоёмкость производства, что в современных условиях стремительного роста номенклатуры ЭКБ обеспечивается применением типовых конструкторских решений, которые базируются на унификации компонентов и элементов ЭКБ. Унификация выводных рамок – это сокращение необоснованного многообразия типов и конструкций, форм и размеров, заготовок, профилей и марок материалов. Унификация осуществляется на стадиях проектирования ЭКБ–разработки принципиальных конструктивных решений.

Унификация основывается на агрегатировании и конструкционной преемственности – применении в конструкции нового изделия уже освоенных в производстве элементов и компонентов.

Это позволяет использовать существующий на предприятии инструментарий, отработанные технологии производства и, как следствие, существенно сократить сроки и стоимость технологической подготовки и освоения производства.

Обеспечивающим фактором унификации является наличие информации о применяемых выводных рамках: основных параметрах, присоединительных и габаритных размерах; уровнях качества и условиях эксплуатации; материалах, характеристиках, технических требованиях, методах испытаний, дефектах в выводных рамках, приводящим к отказам ЭКБ; нормах проектирования, правилах классификации и единства терминологии; методах расчётов, правилах оформления конструкторских документов.

Цифровизация информации о выводных рамках

Источником информации для проведения унификации выводных рамок является разработанный в АО «ЦКБ «Дейтон» Каталог выводных рамок для микросхем интегральных и приборов полупроводниковых.

Каталог создан путем сбора информации о разработках, изготовлении и применении выводных рамок организациями радиоэлектронной промышленности; оценки её достоверности, полноты и актуальности, приведения её к виду, обеспечивающему обработку данных электронными средствами.

На этапе анализа собранной информации особое место занимали формы и методы её исследования:

- выявление причинно-следственных связей между значениями определённых косвенных параметров выводных рамок;
- классификация, осуществляемая путем поиска критериев, по которым можно было бы относить выводные рамки к определённому классу, виду и категории;
- группировании выводных рамок по различным признакам.

Каталог выводных рамок содержит информацию о:

- количестве кадров в рамке;
- количестве выводов в кадре;
- ширине, толщине или диаметре, шаге позиции выводов;
- длине и ширине выводной рамки;
- размерах монтажной площадки;
- материалах выводной рамки и покрытия (стандарте или другом документе разработки, изготовления и поставки);

В качестве основного материала в рамках, включённых в Каталог, используется лента из прецизионных сплавов с заданным температурным коэффициентом линейного расширения, с улучшенным качеством поверхности.

Каталог содержит чертежи выводных рамок, в том числе в электронном виде, с указанием габаритных и присоединительных размеров. Пример представлен на рис. 1.

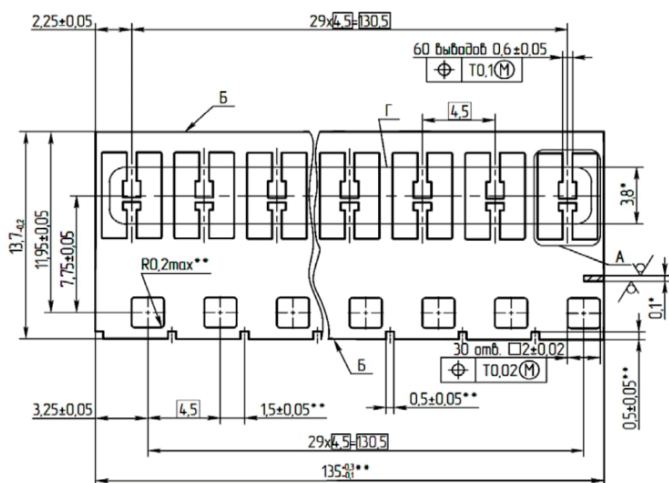


Рис. 1. Пример электронного чертежа выводной рамки, размещенного в Каталоге

Анализ электронных чертежей в Каталоге показывает их исполнение в соответствии с требованиями комплекса национальных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила, требования и нормы по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия-ЕСКД – единых оптимальных правил, требований и норм выполнения, оформления и обращения конструкторской документации, которые обеспечивают взаимообмен конструкторской документацией, необходимую комплектность, качество разработок.

В каталоге содержатся данные по 180 выводным рамкам, которые по количеству выводов, распределяются согласно Таблице 1.

Таблица 1

Выводов	Рамок
2-8	104
9-16	9
17-32	15
33-64	5
65-128	12
129-256	20
257-512	4

Анализ выводных рамок по количеству выводов показывает необходимость в унификации маловыводных рамок.

Каталог представлен на бумажных носителях и в электронном виде, в on-line доступе на сайте АО «ЦКБ «Дейтон» <http://www.deyton.ru>. В on-line доступе Каталог обеспечен поисковым инструментом, разработанным языковыми средствами системы управления реляционными базами данных MySQL и скриптового языка, применяемого для разработки веб-приложений – PHP.

Таким образом, в ходе исследования были изучены требования документов по стандартизации выводных рамок, также их свойства и параметры с целью их унификации и стандартизации с помощью Каталога выводных рамок и программного инструментария к нему. Исследования показали необходимость унификации маловыводных рамок и использования стандартов МЭК для их применения.

Литература:

1. Стратегия развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года – [Электронный ресурс]: URL: <http://static.government.ru/media/files/1QkfNdghANiBUNBbXaFBM69Jxd48ePeY.pdf> (дата обращения: 03.03.2020).
2. Информационная поисковая система «Дейтон» – [Электронный ресурс]: URL: <http://www.deyton.ru/4/ramky.php> (дата обращения: 03.03.2020).
3. ГОСТ 2.001-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие положения – М.: Стандартинформ, 2018, – с.4-8.
4. International Electrotechnical Commission (IEC). Electropedia: The World's Online Electrotechnical Vocabulary – [Электронный ресурс]: URL: <http://www.electropedia.org/?ref=extfooter> (дата обращения: 03.03.2020)

МОДЕЛИРУЮЩИЕ И ОБЛУЧАТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И УСТАНОВКИ ИЦ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» MODELING AND IRRADIATION COMPLEXES AND INSTALLATIONS OF THE TC FSUE "RFNC-VNIIEF"

Завьялов Н.В., д.ф.-м.н., член корреспондент РАН, **Воронцов С.В.**, к.ф.-м.н., **Силаев А.В.**, **Картанов С.А.**, к.ф.-м.н., **Девяткин А.А.**, к.ф.-м.н., **Грунин А.В.**, д.ф.-м.н., **Тельнов А.В.**, к.ф.-м.н., ИЯРФ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»; +7(83130) 2-83-52, факс +7(83130) 2-78-00, otd4@expd.vniief.ru

Zavyalov N.V., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, **Vorontsov S.V.**, Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, **Silaev A.V.**, **Kartanov S.A.**, Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, **Devyatkin A.A.**, Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, **Grunin A.V.**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, **Telnov A.V.**, Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences; INRF FSUE «RFNC-VNIIEF»; +7(83130) 2-83-52, факс +7(83130) 2-78-00, otd4@expd.vniief.ru

В статье приведены краткие описания имеющихся в Институте ядерной и радиационной физики (ИЯРФ) РФЯЦ ВНИИЭФ комплексов и установок, используемых с целью моделирования воздействия проникающего излучения в лабораторных условиях.

The article provides brief descriptions of the complexes and installations available at the Institute of Nuclear and Radiation Physics (IARF) of the RFNC VNIIEF used to simulate the effects of penetrating radiation in laboratory conditions.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, импульсный ядерный реактор, линейный ускоритель, ускоритель электронов, радиационная стойкость, воздействие ионизирующего излучения, моделирование воздействия проникающего излучения.

Keywords: ionizing radiation, pulsed nuclear reactor, linear accelerator, electron accelerator, radiation resistance, exposure to ionizing radiation, modeling of the impact of penetrating radiation.

В 60-е годы XX века в РФЯЦ-ВНИИЭФ начала создаваться экспериментально-испытательная база, предназначенная для проведения в лабораторных условиях систематических исследований физических процессов и стойкости изделий, в том числе крупногабаритных, к воздействию проникающих излучений. В её состав вошли ускорители электронов разного типа и импульсные ядерные реакторы, обеспечивающие воздействие излучений с разными амплитудно-временными и спектрально-энергетическими-угловыми характеристиками [1–3].

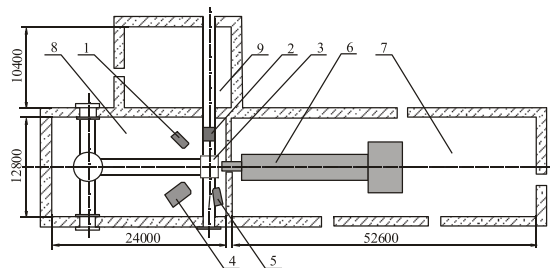
В настоящее время экспериментально-испытательная база РФЯЦ-ВНИИЭФ насчитывает порядка около 20 установок, среди которых импульсные ядерные реакторы (ИЯР), мощные линейные индукционные ускорители электронов (ЛИУ), импульсные сильноточные ускорители электронов, линейные резонансные ускорители электронов, а также самостоятельные электрофизические установки и плазменные генераторы импульсного нейтронного и рентгеновского излучения. Все это позволяет изучать воздействие на исследуемые объекты нескольких импульсов проникающих излучений, генерируемых при включении установок по требуемой временной программе.

На базе ЛИУ и ИЯР созданы облучательные комплексы (ОК), которые активно используются для испытаний на радиационную стойкость электронно-компонентной базы (ЭКБ) и радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) [4]. Наиболее широкими возможностями по факторных и совместных нагрузок для лабораторной отработки и испытаний радиационной стойкости обладает многоцелевой облучательный комплекс «ПУЛЬСАР» (ОК «ПУЛЬСАР»), введенный в действие в 1988 г. Базовой установкой комплекса является мощный импульсный линейный индукционный ускоритель электронов ЛИУ-30 (рис.1). В состав ОК «ПУЛЬСАР» входит также бустер-реактор БР-1М, который предназначен для генерации гамма-нейтронного излучения как автономно, так и совместно с ускорителем ЛИУ-30.



Рис.1 Общий вид ускорителя ЛИУ-30

С целью обеспечения более полного моделирования воздействия проникающих излучений комплекс дооснащен дополнительными электрофизическими установками: импульсным ускорителем электронов СТРАУС-2, двумя генераторами импульсов рентгеновского излучения ИЛТИ-1, а также малогабаритным импульсным ускорителем электронов АРСА, размещенными в облучательном зале комплекса. Схема одного из возможных вариантов размещения установок представлена на рис.2, а основные характеристики установок приведены в таблице 1.



- 1 – ускоритель ИЛТИ -1; 2 – бустер- реактор БР -1 М;
3 – облучаемый объект; 4– ускоритель СТРАУС-2;
5 – ускоритель АРСА; 6 – ускоритель ЛИУ-30;
7 – ускорительный зал; 8 – облучательный зал;
9 – реакторное помещение

Рис. 2 Схема размещения установок ОК «ПУЛЬСАР»

Таблица 1
Основные характеристики установок ОК «Пульсар»

Установка	Характеристики излучений
ЛИУ-30	$P_{\text{ти}}^{\text{max}} = 1,5 \cdot 10^{13}$ P/c в \varnothing 11 см, $P_{\text{ти}}^{\text{IM}} = 5 \cdot 10^{11}$ P/c в \varnothing 60 см, $E_{\text{гр}} = 4, 15, 25, 40$ МэВ, $\tau_{\text{ти}} = (5-25)$ нс
БР-1М	$\Phi_n^{\text{max}} = 10^{15}$ н/см ² в \varnothing 10 см, $\Phi_n^{\text{IM}} = 5 \cdot 10^{12}$ н/см ² , $D_{\gamma}^{\text{max}} = 160$ кР, $D_{\gamma}^{\text{IM}} = 1,1$ кР, $W_0 = 11$ МДж, $\tau \geq 55$ мкс
СТРАУС-2	$P_{\text{ти}}^{\text{max}} = 10^{12}$ P/c в \varnothing 5 см, $P_{\text{ти}}^{\text{IM}} = 10^9$ P/c в \varnothing 80 см, $E_{\text{гр}} = 3$ МэВ, $\tau_{\text{ти}} = (18-25)$ нс
ИЛТИ-1	$P_{\text{сжр}}^{\text{max}} = 3 \cdot 10^{10}$ P/c в \varnothing 5 см, $P_{\text{сжр}}^{\text{IM}} = 5 \cdot 10^7$ P/c, $E_{\text{гр}} \leq 700$ кэВ, $\tau_{\text{ти}} = 40$ нс
АРСА	$P_{\text{ти}} = 3 \cdot 10^{10}$ P/c в \varnothing 10 мм, $E_{\text{гр}} \leq 1$ МэВ, $\tau = 10$ нс

Работы, начатые во ВНИИЭФ в начале 60-х годов по созданию мощных лабораторных импульсных источников нейтронов, способных моделировать проникающее излучение, привели к возникновению уникального парка импульсных ядерных реакторов. В настоящее время во ВНИИЭФ для проведения исследований и испытаний ЭКБ и РЭА эксплуатируются несколько ИЯР: ВИР-2М, БИГР, БР-1М. Накопленный опыт и постоянно проводимые работы по техническому усовершенствованию действующих и разработке проектов новых установок позволяют обеспечивать безаварийную эксплуатацию уникального парка ИЯР и проводить большое количество испытаний и разнообразные научные исследования.

Таблица 2
Импульсные реакторы, эксплуатируемые во ВНИИЭФ [5–7]

Реактор	ВИР-2М	БИГР	БР 1М
Ввод в эксплуатацию	1965	1977	1978
1 модификация			1978
последняя	2013		2009
Состояние на 01.01.2020	действует	действует	действует
Материал АЗ	UO ₂ SO ₄ +H ₂ O	UO ₂ +С керамика	U+Mo сплав
Масса топлива, кг	7,1 (104л)	833	176
Размеры АЗ, см	\varnothing 68x200 (корпус)	\varnothing 76x67	\varnothing 27x27
Полуширина импульса, мкс	2680	2000	67

При моделировании в лабораторных условиях воздействия ионизирующего излучения (ИИ) применяются автоматизированные рабочие места (АРМ). АРМ установлены в измерительных помещениях на ОК «ПУЛЬСАР» и ИЯР ВИР-2М и применяются для экспериментальных исследований и испытаний радиационной стойкости ЭКБ и РЭА. Для каждого типа ЭКБ разрабатывается или используется имеющаяся плата испытаний с определенной разводкой под выводы и типы посадочных мест. Контрольно-измерительное оборудование на основе модулей фирмы National Instruments позволяет организовать: 116 аналоговых измерительных каналов, 24 аналоговых канала с генератора, 352 дискретных канала ввода/вывода, 12 каналов со счетчиков, 18 каналов с источниками питания. С использованием АРМ возможно проведение испытаний следующих групп ЭКБ: диоды, транзисторы, тиристоры и семисторы, усилители, компараторы, стандартная логика, микросхемы преобразователи данных, интерфейсные микросхемы, микросхемы управления питанием, коммутаторы и мультиплексоры, память, СВЧ-устройства, программируемая логика (ПЛИС), микроконтроллеры.

Для экспериментальных исследований и испытаний радиационной стойкости ЭКБ и РЭА при повышенных и пониженных температурах применяется система поддержания и контроля температуры (СПиКТ) в диапазоне температур (-60°С÷120°С). Рабочая камера СПиКТ представляет собой термостабилизируемый бокс объемом 6 л (глубина 10 см, ширина 27 см, высота 17 см) и имеет крепления для образцов. На боксе располагаются панели с разъемами типа CP5075ФВ: 4 на верхней панели и 21 на боковой панели. Время выхода на предельные рабочие значения температур не превышает 1 час. Время непрерывной работы после выхода на заданный режим не менее 2 часов. Отклонение температуры от заданного режима работы не превышает 0,5°С. Для расположения регистрирующего оборудования в непосредственной близости от объекта испытаний используется безэховая камера НПЦ «Фарадей» (рис. 3). Внутренние размеры камеры: глубина 50 см, высота 40 см, ширина 70 см, на камере расположена панель с разъемами CP-50-75 ФВ 20 шт. и РС32ТВ 12 шт. «вилка». При работе на МУ ЛИУ-30 и использовании свинцовой защиты, максимальная экспозиционная доза внутри безэховой камеры НПЦ «Фарадей» составляет 1 Р.



а) Внешний вид

б) Внутренний вид

Рис. 3. Безэховая камера НПЦ «Фарадей»

Мощная экспериментальная база, оснащенная современным оборудованием для испытаний на климатические и механические воздействия (более 40 наименований, порядка 70 единиц ИО), позволяет проводить испытания узлов, блоков и составных частей РЭА в соответствии с действующими ГОСТ. В ИЦ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» проводятся испытания на вибропрочность, ударную прочность, ударную устойчивость, воздействие линейного ускорения, воздействие растягивающей силы, испытание ленточных выводов бескорпусных микросхем на воздействие отрывного усилия, испытание на изгиб и скручивание, испытание прочности крепления кристалла на сдвиг, испытание на воздействие температуры, влажности и давления в широких диапазонах, анализ дефектов микросхем и причин отказов, электротренировка и пр.

Все испытательное оборудование ИЦ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» аттестовано, имеет соответствующие сертификаты и проходит периодическую аттестацию в соответствии с установленным графиком. Работы ИЦ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» осуществляются под военно-техническим контролем военного представительства Минобороны России.

Литература:

1. Pavlovskii A.I., Bossamykin V.S., Savchenko etal V.A. Linear accelerator with radial lines - LIA-30/ 9th Intern. Conf. on High Power Particle Beams, BEAMS-92, USA, 1992. P.205 -Program Abstracts- 273-282.
2. Павловский А.И., Босамыкин В.С., Герасимов А.И. и др. Мощный линейный импульсный ускоритель пучка электронов на радиальных линиях ЛИУ-30. / ПТЭ, 1998. № 2. С.13-25.
3. Завьялов Н.В., Гордеев В.С., Савченко В.А. и другие Моделирующие и облучательные комплексы и установки РФЯЦ-ВНИИЭФ. В кн. 65 лет ВНИИЭФ. Физика и техника высоких плотностей энергии: Научное издание. в 2-х выпусках. Выпуск 1. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ». 2011. С. 165-191.
4. Пунин В.Т., Савченко В.А., Завьялов Н.В. и другие Мощные линейные индукционные ускорители электронов и облучательные комплексы на их основе для радиационных исследований. / Труды РФЯЦ-ВНИИЭФ.- Саров, 2001. - Вып. 1. С. 356-363.
5. Колесов В.Ф., Кувшинов М.И., Воронцов С.В. и др. Критические стенды и импульсные реакторы РФЯЦ-ВНИИЭФ. В кн. 65 лет ВНИИЭФ. Физика и техника высоких плотностей энергии: Научное издание. В 2 выпусках. Выпуск 1. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ». 2011. С. 136-164.
6. Девяткин А.А., Романов В.И., Колесов В.Ф. и др. Модернизация конструкции активной зоны аperiodического импульсного реактора БР-1 // ВАНТ. Сер. Физика ядерных реакторов. Вып. 2. 2007. С. 13-18.
7. Колесов В.Ф. Аperiodические импульсные реакторы, т.1,2. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ. 2007.

УДК 537.3

ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ОСНАСТКЕ ISSUES OF ENSURING THE QUALITY OF TESTING OF THE ELECTRONIC COMPONENT BASE. REQUIREMENTS FOR MEASURING EQUIPMENT

Погосов Г.С., АО «Радиант-ЭК»; +7 (916) 128-48-34, pogosov.r@mail.ru

Pogosov G.S., SC «Radiant-EC», +7 (916) 128-48-34, pogosov.r@mail.ru

В статье описан процесс организации заказа, изготовления, внедрения и дальнейшего использования измерительных оснасток. Разработан ряд требований, выполнение которых позволит обеспечить качественно новый уровень проведения испытаний и измерений электронной компонентной базы.

The article describes the process of organizing the order, manufacturing, implementation and using of measuring equipment. There was developed some requirements following which will ensure a high level of testing and measurements of electronic component base.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, электронная компонентная база, радиоэлектронная аппаратура, измерение, электрические характеристики, погрешность измерений, измерительная оснастка.

Keywords: metrological assurance, electronic component base, radio electronic equipment, measurement, electrical characteristics, measurement errors, measuring equipment.



Погосов Г.С.

В результате изучения современной нормативной базы, а также существующих документов по стандартизации были обнаружены упущения в части, касающейся отсутствия ряда требований к измерительным оснасткам. В результате чего был разработан качественно новый нормативно-технический документ [1],

реализация которого позволит поднять процесс проведения испытаний и измерений

электронной компонентной базы отечественного и иностранного производства (далее – ЭКБ ОП и ЭКБ ИП соответственно) на качественно новый уровень.

Испытания объектов являются одним из основных методов определения соответствия объектов испытаний требованиям, предъявляемым к ним. Под испытанием подразумевается экспериментальное определение качественных характеристик свойств объекта в результате

воздействия на него внешних факторов. Процесс испытания ЭКБ неразрывно связан с предварительным и последующим измерением электрических характеристик для комплексной оценки соответствия предъявляемым требованиям. Измерение, в свою очередь, это единственная объективная возможность оценки соответствия для обеспечения качества конечной продукции, для комплектования которой планируются применять ту или иную ЭКБ.

Для измерения электрических характеристик сложно-функциональной ЭКБ необходимо использовать специализированную измерительную оснастку, под которой также подразумевается вспомогательное оборудование (тестовая плата, контактирующее устройство, адаптеры и т. д.), обеспечивающее подачу, контроль и измерение электрических параметров до, во время и после воздействия внешних факторов на объект испытаний/измерений, разработанное в соответствии с техническими условиями для ЭКБ ОП и информационно-справочными материалами фирм изготовителей для ЭКБ ИП.

Оснастка может быть выполнена в виде печатных плат с напаянными на них изделиями ЭКБ, а также с использованием контактирующих устройств, позволяющих производить

контактирование механическим методом с помощью контактирующих устройств.

Измерительная оснастка может быть разработана как для автоматизированных измерительных систем, так и для работы со средствами измерений (далее – СИ) и должна иметь соответствующие разъемы для сопряжения со СИ, а также, при необходимости, с персональным компьютером.

На измерительной оснастке реализуют электрическую схему, обеспечивающую электрический режим измерений, регламентированный соответствующей нормативной документацией (далее – НД) или программой и методикой испытаний (далее – ПМИ).

Оснастка может быть выполнена для одного типонаминала испытуемой ЭКБ или для нескольких типонаминалов, типов и классов ЭКБ, объединяемых идентичными схемами включения.

Оснастки для различных типов стенов различают по конструктивному исполнению и имеют свой десятичный номер, нанесенный на плату при ее изготовлении.

Для реализации одной из основных задач измерений, а именно создания необходимых условий для получения достоверной информации о значениях показателей качества объектов измерений, измерительная оснастка должна обеспечивать точную подачу, контроль и измерение электрических параметров и характеристик изделий до, во время и после воздействия внешних факторов на объект испытаний в соответствии с имеющейся НД. Оснастка должна быть разработана с учетом исключения возможности внесения искажений в передаваемые сигналы.

Первым и наиболее важным этапом изготовления измерительной оснастки является этап разработки технического задания (далее – ТЗ). Тщательная и скрупулёзная подготовка ТЗ позволяет в дальнейшем избежать многих ошибок, что в свою очередь значительно улучшает качество оказываемых испытательным подразделением услуг. Организация процедуры подготовки ТЗ инициируется поступившей в испытательное подразделение заявкой на проведение испытаний. Заявка, как правило, включает в себя перечень номенклатуры ЭКБ и модель внешних воздействующих факторов (далее – ВВФ). Анализ номенклатуры позволяет определить необходимость изготовления оснастки для конкретных типонаминалов, однако наиболее важным аспектом является анализ модели ВВФ. Зачастую измерительная оснастка используется во время воздействия внешними факторами и должна иметь достаточный и необходимый запас прочности как во время воздействия механических, так и во время воздействия климатических факторов. Вибрация, одиночные и многократные удары, воздействия тепла, холода и влаги, а также другие факторы могут служить причиной механических повреждений оснастки и ее комплектующих (контактирующих устройств, адаптеров, соединительных кабелей и шлейфов и т. п.). Таким образом, вышеописанные процессы должны стать немаловажным критерием при

подготовке ТЗ. Основой же ТЗ, в свою очередь, должен составлять набор электрических параметров, подачу и измерение которых должна обеспечивать оснастка. Не лишней будет в ТЗ принципиальная электрическая схема и схема подключения необходимых СИ.

Для качественной эксплуатации измерительной оснастки, организация изготовитель финальным этапом должна выпустить паспорт, содержащий следующие разделы:

- назначение оснастки;
- технические характеристики (включая принадлежность к конкретным СИ, в сопряжении с которыми оснастка работает);
- эксплуатационные характеристики;
- принципиальная электрическая схема;
- схема сопряжения объектов испытаний с СИ и испытательным оборудованием (далее – ИО);
- сборочный чертеж;
- периодичность проверки оснастки, контролируемые параметры, нормированный уровень потерь;
- штамп предприятия-изготовителя оснастки;
- срок эксплуатации;
- отметки о проверке и ремонте.

Для обеспечения прослеживаемости оснастка должна быть промаркирована любым способом, обеспечивающим прочность и разборчивость маркировки при многократном использовании. В случае, если измерительная оснастка состоит из комплекта плат, адаптеров и соединительных кабелей, маркировка каждого элемента должна позволить однозначно определить измерительный комплект.

Одним из немаловажных факторов, обеспечивающих долгосрочное использование оснастки, является корректное хранение и учет оснастки. Основными требованиями, регламентирующими процедуру хранения оснастки, являются требования к антистатической защите и принятию мер, позволяющих избежать механического повреждения оснастки. В остальном, учет, хранение и выдача оснастки осуществляется в соответствии с системой менеджмента качества испытательного подразделения.

Самым важным и наиболее сложным аспектом, касающимся обеспечения качества проведения испытаний с использованием измерительной оснастки, является реализация процедуры проверки измерительной оснастки. Мероприятия данной направленности бывают двух видов: регулярный технический осмотр, проводящийся непосредственно перед измерениями и включающий в себя внешний визуальный осмотр на наличие механических повреждений и, при необходимости, проверку контактирования и целостности цепей, а также ежегодная процедура проверки на соответствие требованиям, указанным в паспорте (формуляре) на оснастку. Методика контроля выбранных параметров и объем проверок, достаточный для утверждения протокола проверки, в рамках данной статьи не рассматривается, так как требует отдельного рассмотрения ввиду отсутствия эталонных образцов.

Литература:

1. ЭС РД 005-2020 «ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАТЕЛЬНЫМ ЛАБОРАТОРИЯМ (ЦЕНТРАМ)». Разработан Центральным органом Системы добровольной сертификации «Электронсерт» – Федеральным государственным унитарным предприятием «Мытищинский научно-исследовательский институт радиоизмерительных приборов» (ФГУП «МНИИРИП»), 2020 год – с. 25 – 32.

ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ ПОСТАВКАМ КОНТРАФАКТНОЙ ПРОДУКЦИИ. МЕТОДЫ ПРОВЕРКИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ НА ОТСУТСТВИЕ ПРИЗНАКОВ КОНТРАФАКТА

DETERMINATION OF THE PRESENCE OR ABSENCE OF SIGNS OF COUNTERFEIT ORIGIN OF THE ELECTRONIC COMPONENT BASE

Подъяпольский Б.С., Серадзинов А.П.; ФГУП «МНИИРИП»;

+7(495)586-17-21, pbs@mniirip.ru, seradzinov@mniirip.ru

Podypolskiy B.S., Seradzinov A.P.; FSUE "MNIIRIP";

+7(495)586-17-21, pbs@mniirip.ru, seradzinov@mniirip.ru

В статье рассмотрены основные вопросы повышения качества и надежности вооружения, военной и специальной техники и их составных частей за счёт снижения рисков, связанных с применением электронной компонентной базы, имеющей признаки контрафактного происхождения, а также методы ее выявления.

The article discusses the main issues of improving the quality and reliability of weapons, military and special equipment and their components, by reducing the risks associated with the use of an electronic component base that has signs of counterfeit origin, as well as methods for its detection.

Ключевые слова: признаки контрафактного происхождения, вторичная маркировка, акустическая микроскопия, рентгеновская компьютерная томография, электронная компонентная база.

Keywords: signs of counterfeit origin, secondary marking, acoustic microscopy, X-ray computed tomography, electronic component base.



Серадзинов А.П.

В настоящее время в Российской Федерации и зарубежных странах весьма остро стоит вопрос противодействия поставкам электронной компонентной базы (далее – ЭКБ), имеющей признаки контрафактного происхождения, а также внедрения методов её выявления. Результаты исследований показывают, что у значительной доли, поставляемой на предприятия оборонной промышленности ЭКБ, имеются те или иные признаки контрафактного происхождения.

Однако, у многих предприятий потребителей ЭКБ, на данный момент, периодически возникают трудности в проведении исследований на отсутствие признаков контрафакта. В частности, это связано с отсутствием у многих предприятий специализированного оборудования.

В настоящий момент методы обнаружения контрафактных электронных компонентов все еще находятся на ранней стадии своего развития, и существует немало серьезных проблем, которые требуется решить, чтобы повысить эффективность известных способов борьбы с контрафактом [4].

В целях повышения качества и надежности изделий ВВСТ за счёт снижения рисков применения контрафактной продукции, испытательным центром ФГУП «МНИИРИП» были разработаны собственные методики исследований ЭКБ на отсутствие признаков контрафакта.

Такие исследования позволяют существенно сократить возможные риски отказов изделий ВВСТ, связанные с применением контрафактных компонентов, а также предотвратить срыв сроков государственного оборонного заказа.

Современная материально-техническая база и опыт наших специалистов позволяют быстро и качественно проводить широкий комплекс работ по проведению исследований на отсутствие признаков контрафакта изделий ЭКБ.

В статье предлагается более подробно рассмотреть требования к проведению исследований по определению наличия или отсутствия признаков контрафактного происхождения ЭКБ, которые регламентированы следующими стандартами:

- ГОСТ РВ 0015-308-2017 «Система разработки и постановки на производство военной техники. Входной контроль изделий. Основные положения»;

- ГОСТ Р 57881-2017 «Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Термины и определения» - в частности в данном стандарте присутствует определение термина «контрафакт»;

- ГОСТ Р 57880-2017 «Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Электронные изделия. Предотвращение получения, методы обнаружения, сокращение рисков применения и решения по использованию фальсифицированной и контрафактной продукции»-в данном стандарте приведены методы по определению наличия признаков контрафакта ЭКБ.

Для начала рассмотрим определение «Контрафактное изделие». В соответствии с ГОСТ Р 57881-2017 контрафактным изделием является изделие, при изготовлении, продаже, обмене, распространении, импорте или ином введении в оборот которого и при внесении изменений в которое были нарушены исключительные права на результаты интеллектуальной деятельности или средства индивидуализации. [2]

Таким образом, с юридической точки зрения, при проведении лабораторных исследований невозможно установить, является ли то или иное изделие контрафактным. Лабораторные исследования позволяют определить только наличие или отсутствие признаков контрафактного происхождения, которые указываются в протоколе исследований. Решение о применении объектов исследований принимает заказчик данных работ. Признание продукции контрафактной осуществляет только суд соответствующей инстанции.

В соответствии с п. 6.3 ГОСТ РВ 0015-308-2017 при проведении входного контроля необходимо провести проверку легитимности поставки изделий и материалов (сырья) и исключить случаи применения поддельных изделий и материалов (сырья), а также запуска в производ-

ство изделий и материалов (сырья), не соответствующих установленным требованиям, в том числе качество и происхождение которых документально не подтверждены и подлинность которых вызывает сомнение. [1]

В случае несоответствия результатов проверки изделий установленным требованиям, в том числе при обнаружении дефектов, несоответствия комплектности, тары, упаковки, маркировки и пломбирования условиям контракта на поставку и при обнаружении в сопроводительной документации ошибок или отступлений от установленных требований, предприятие-потребитель ЭКБ бракует изделия и возвращает их поставщику с оформлением рекламационного акта в соответствии с п. 6.9 ГОСТ РВ 0015-308-2017. [1]

Основываясь на требованиях ГОСТ РВ 0015-308-2017 в «Решениях о выборе метода проведения сертификационных испытаний номенклатуры ЭКБ по подтверждению её параметров и эксплуатационных характеристик требованиям, установленным к образцу ВВСТ», включаются требования о необходимости проведения исследований по определению наличия или отсутствия признаков контрафактного происхождения, которые проводятся перед сертификационными испытаниями ЭКБ в соответствии с действующей на предприятии (потребителе ЭКБ) методикой входного контроля, которая, при необходимости, дорабатывается с учётом номенклатуры, планируемой к использованию в изделии ВВСТ, согласованной с ВП МО РФ соответственно. Методики входного контроля должны включать оценку подтверждения отсутствия признаков контрафактного происхождения. В случае отсутствия необходимого оборудования, специалистов и методик для проведения оценки наличия признаков контрафактного происхождения, входной контроль ЭКБ проводится в испытательных лабораториях (центрах).

Очень важно понимать, что исследования по определению отсутствия признаков контрафактного происхождения ЭКБ необходимо проводить комплексно. Исходя из опыта работы испытательного центра ФГУП «МНИИРИП», минимальный комплекс проверок должен включать в себя следующие операции:

- проверка документации и упаковки;
- визуальный контроль ЭКБ;
- проверка габаритных, установочных и присоединительных размеров, проверка массы;
- проверка изделий, выполняемая сканированием на акустическом микроскопе;
- рентгеновская компьютерная томография;
- контроль электрических параметров, функциональный контроль.

Основными признаками контрафактного происхождения ЭКБ являются:

- несоответствие маркировки ЭКБ данным, заявленным в документации изготовителя (номер партии, дата изготовления, быстроедействие, категория и т.п.);
- неразборчивость, некорректное содержание, отличие маркировки в одной партии (включая технологию нанесения на корпус и упаковочную тару);
- нарушение целостности и однородности покрытия внешних выводов (следы предыдущей эксплуатации, повторного нанесения покрытия, следы нарушений условий

хранения);

- перемаркировка корпусов ЭКБ (вторичная маркировка), в том числе с удалением исходного слоя полимера корпуса и нанесением нового маскирующего слоя;
- наличие следов механической шлифовки, химического и иных воздействий на корпусе ЭКБ;
- неоднородность материала конструктивных элементов корпуса ЭКБ;
- несоответствие габаритных, установочных и присоединительных размеров, массы заявленным в информационно-технической документации изготовителя;
- несоответствие электрических параметров ЭКБ заявленным в информационно-технической документации изготовителя;
- наличие пустот, инородных включений в материале корпуса или подкорпусном объёме;
- нарушение целостности, а также различия элементов внутренней конструкции ЭКБ внутри одной партии;
- отсутствие элементов внутренней конструкции ЭКБ;
- дефекты внутренних выводов, а также соединения кристалл – подложка.

Рассмотрим подробнее методы исследований, позволяющие определить вышеперечисленные признаки контрафактного происхождения ЭКБ.

При проведении проверки документации и упаковки ЭКБ, наиболее часто выявляются следующие несоответствия:

- коды дат и партий на упаковке не соответствуют кодам дат и партий на самих изделиях или не соответствуют извещению действительного изготовителя компонента о прекращении выпуска изделий;
- отсутствие логотипа или этикетки изготовителя, или их несоответствие информации, указанной на веб-сайте, или в предыдущей партии изделий;
- присутствие ошибок в маркировке и описании изделий;
- несоответствие упаковочных материалов информационно-техническому описанию, наличие признаков неправильного хранения, а также повторного применения.

При визуальном контроле проводится проверка внешнего вида ЭКБ на соответствие данным, приведённым в информационно-технической документации изготовителя, при этом:

- изделия должны быть получены одной поставкой;
- изделия должны иметь одинаковое взаимное положение в упаковке (если партия не подвергалась разделению и имеет общие признаки источника поступления, упаковки, маркировки);
- изделия должны быть маркированы или иным образом идентифицированы одной партией, серией (например, коды дат, коды партий, серийные номера);
- изделия, принадлежащие к одной партии, должны иметь одинаковый внешний вид;
- на корпусах и выводах ЭКБ должны отсутствовать дефекты, повреждения, следы не правильного хранения и предыдущей эксплуатации, такие как: коррозия, трещины, каверны, отслоение покрытий, следы пайки, царапины на выводах по глубине не должны достигать основного металла;
- нанесённую краской маркировку ЭКБ испытывают на воздействие спирто-бензиновой смеси.

Особое внимание при визуальном контроле необходимо уделить технологическим выемкам на поверхности корпусов микросхем, одним из признаков нанесения вторичной маркировки являются потеки маскирующего покрытия в данных выемках.

Необходимо отметить, что наиболее эффективными мероприятиями при проведении исследований по определению наличия или отсутствия признаков контрафактного происхождения ЭКБ являются проверка корпусов ЭКБ на акустическом микроскопе и рентгеновская компьютерная томография, которые не являются разрушающими для большинства типов ЭКБ.

Сканирование ЭКБ на акустическом микроскопе, как правило, применяется для изделий, чья маркировка нанесена на пластмассовый корпус методом лазерной гравировки. При этом проводится послойное сканирование корпусов ЭКБ с последующим анализом полученных изображений на предмет наличия признаков вторичной маркировки, а также скрытых дефектов корпусов ЭКБ (сколы, трещины, внутренние пустоты и неоднородность материала корпуса).

Перемаркировка микросхем в пластмассовых корпусах, как правило, производится следующим образом: механическим или химическим, плазмохимическим способом удаляется верхний слой материала крышки корпуса микросхемы, при этом на корпусе остаются следы воздействия, затем поверх удаленного слоя накладывают новый гладкий слой маскирующего покрытия, поверх которого, в свою очередь, наносится вторичная маркировка, при этом довольно часто у низкокачественных моделей лазеров в результате расфокусировки может наблюдаться различная глубина нанесения маркировки, а также различная ширина, высота и наклон шрифтов.

Чаще всего вторичная маркировка наносится с целью изменения обозначения даты изготовления, номера партии, категории качества и быстродействия микросхем. Так, категории качества микросхем «Comercial» и «Industrial» значительно отличаются друг от друга допустимой температурой окружающей среды при эксплуатации, а также допустимыми режимами воздействия механических факторов (вибрация и ударная нагрузка) и т.д.

Рассмотрим примеры выявления признаков контрафактного происхождения ЭКБ с помощью акустического микроскопа, полученные в результате исследований, проводимых в испытательном центре ФГУП «МНИИРИП».

На изображении слева (рисунок 1) вторичную маркировку микросхемы нанесли с целью изменения номера партии и повышения категории качества изделия, на изображении справа (рисунок 1) вторичная маркировка микросхемы нанесена с целью изменения наименования фирмы изготовителя.

На изображении слева (рисунок 2) отчетливо видны следы химического/ плазмохимического травления в центральной части корпуса микросхемы в виде характерных дугообразных кривых, а на изображении справа (рисунок 2) представлены следы механической шлифовки поверхности корпуса микросхемы в виде параллельных горизонтальных темных полос.



Рис. 1. Изображения корпусов микросхем, полученные с помощью акустического микроскопа. Вторичная маркировка

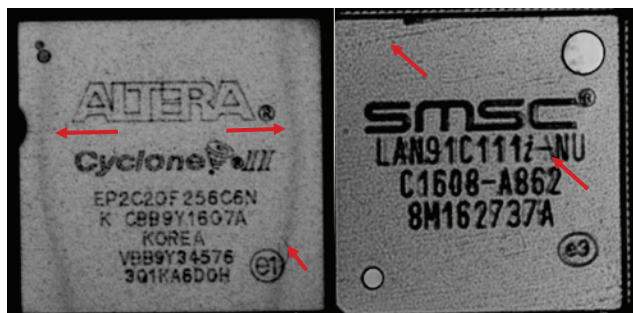


Рис. 2. Изображения корпусов микросхем, полученные с помощью акустического микроскопа. Следы воздействия на корпус микросхем.

В случае необходимости неразрушающего исследования внутренней структуры ЭКБ, с высокой разрешающей способностью до 3 мкм, целесообразно применять метод рентгеновской компьютерной томографии.

Одним из преимуществ данного метода является возможность сканирования ЭКБ, не извлекая компоненты из заводской упаковки.

В испытательном центре ФГУП «МНИИРИП» применяется система рентгеновской компьютерной томографии, позволяющая быстро и качественно создавать трехмерное изображение исследуемого объекта, с возможностью послойного анализа его внутренней структуры.

Так, на рисунке 3 представлено изображение микросхем, принадлежащих к одной партии, имеющих различную внутреннюю конструкцию теплоотводящих подложек, что является признаком контрафактного происхождения, в том случае, если производитель не подтвердит факт применения различных элементов конструкции в одной партии.

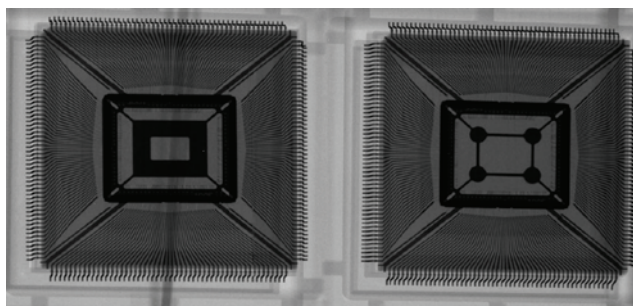


Рис. 3. Изображение внутренней структуры микросхем.

Также метод рентгеновской компьютерной томографии позволяет выявить признаки повторного нанесения шариковых выводов микросхем в BGA корпусах (reballing) после изъятия их из аппаратуры с целью повторной продажи. На поперечном сечении выводов микросхемы, представленных на изображении слева (рисунок 4), присутствуют пустоты на границе шарикового вывода и контактной площадки корпуса микросхемы, а на изображении справа (рисунок 4) выявлено расплавление внутренних выводов кристалла микросхемы, смонтированного на подложку по технологии Flip-chip.

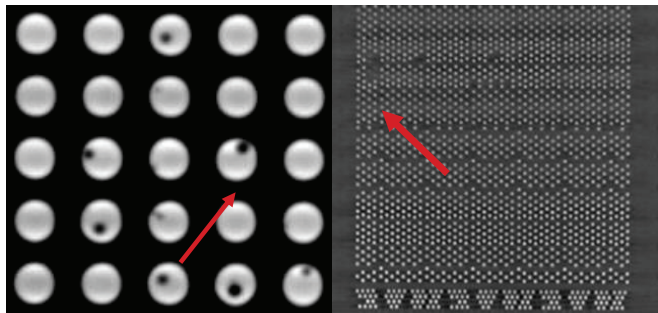


Рис. 4. Изображение внешних шариковых выводов и внутренних выводов кристалла микросхемы, смонтированного на подложку по технологии Flip - chip

Необходимо отметить, что производство фальсифицированных/контрафактных изделий не является статичным процессом. По мере разработки промышленностью новых методов выявления фальсифицированной/контрафактной продукции её изготовители находят новые методы маскировки своих изделий. Чтобы не отстать от эволюции методов изготовления фальсифицированных/контрафактных изделий, необходимо постоянно пересматривать существующие, а также разрабатывать новые стандарты для эффективного выявления электронных компонентов с признаками контрафактного происхождения и снижения связанных с ними рисков. [3]

В завершении статьи рекомендуем предприятиям промышленности для проведения работ по выявлению признаков контрафакта ЭКБ привлекать квалифицированные испытательные лаборатории и испытательные центры.

Литература:

1. ГОСТ РВ 0015-308-2017 Система разработки и постановки на производство военной техники. Входной контроль изделий. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2018. – 23 с.
2. ГОСТ Р 57881-2017 «Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Термины и определения» - в частности в данном стандарте присутствует определение термина «контрафакт». – М.: Стандартинформ, 2017. – 40 с.
3. ГОСТ Р 57880-2017 Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Электронные изделия. Предотвращение получения, методы обнаружения, сокращение рисков применения и решения по использованию фальсифицированной и контрафактной продукции» в данном стандарте приведены методы по определению наличия признаков контрафакта ЭКБ, предназначенной для комплектования гражданской продукции. – М.: Стандартинформ, 2017. – 12 с.
4. Л. Ершов, Р. Левин, А. Батурин, Н. Коломенская, И. Емельянова, В. Кононов Что такое контрафакт и как с ним бороться. Нормативная основа и практика выявления контрафактных электронных компонентов. «Электроника. Наука. Технология. Бизнес», №6/2016, 2016. – с. 88-93.

УДК 377.4

ОБУЧЕНИЕ В АНО «ЭЛЕКТРОНСЕРТИФИКА» LEARNING IN THE ANO «ELECTRONCERTIFICA»

Руденко Д. А., к.в.н., доцент, АНО «Электронсертифика»; +7 (495) 583-06-32, elsert@bk.ru

Rudenko D. A., Ph.D. of Military Sciences, Associate Professor, ANO «Electroncertifica»; +7 (495) 583-06-32, elsert@bk.ru

В статье освещены вопросы обучения в АНО «Электронсертифика», представлен краткий анализ результатов подготовки слушателей, выводы и предложения по дальнейшему совершенствованию образовательной деятельности, направленности обучения специалистов предприятий радиоэлектронной отрасли России.

The article highlights the issues of training in the ANO "Elektronsertifika", presents a brief analysis of the results of training students, conclusions and proposals for further improvement of educational activities, the direction of training specialists of the radio-electronic industry of Russia.

Ключевые слова: образовательная деятельность, обучение.

Keywords: educational activity, learning.

Ускорение роста производства новых видов техники и технологий, интенсификация информационных потоков, обусловили необходимость разрешения научного противоречия между традиционными формами познавательной деятельности и необходимостью внедрения в образовательную систему новых подходов и принципов, учитывающих

современные и перспективные тенденции развития научно-технической сферы.

В этой связи, на основе анализа результатов научно-педагогической деятельности, руководством страны принято решение, объявленное и задокументированное в новой



Руденко Д.А.

редакции Конституции Российской Федерации об установлении единых правовых основ «...системы воспитания и образования, в том числе непрерывного образования» [1]. Если воспитание и образование, как две взаимосвязанные подсистемы, обеспечивают формирование и социализацию личности, то реализация непрерывного образования должна обеспечить поддержание и совершенствование профессиональных компетенций на протяжении длительной трудовой деятельности человека. Таким образом, нужно понимать, что принцип «образование на всю жизнь» уступает место принципу «образование через всю жизнь» [2].

Учитывая эти изменения, с целью обеспечения эффективной познавательной деятельности, Автономная некоммерческая организация «Центр сертификации, обучения и консалтинга «Электронсертифика» (АНО «Электронсертифика») планомерно расширяет содержание и формы обучения специалистов систем менеджмента качества (СМК) предприятий (организаций) радиоэлектронной промышленности.

Помимо изучения общих и специальных требований к разработке и внедрению СМК, всё больше внимания уделяется привитию и совершенствованию профессиональных компетенций руководителей и специалистов служб качества по выполнению трудовых функций в соответствии с требованиями нормативных правовых актов [3-7].

Так, среди направлений обучения в 2020 учебном году, основные усилия были сосредоточены на подготовке руководителей и специалистов испытательных лабораторий (центров) (ИЛ (Ц)), исходя из актуализации в данной сфере стандартов и нормативных документов.

Слушатели в течение учебного года планомерно изучили содержание и порядок внедрения:

- межгосударственного стандарта ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий», введенного в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 июля 2019 г. № 385-ст.;

- ЭС РД 005–2020 «Требования к испытательным лабораториям (центрам)»;

- ЭС РД 014–2020 «Порядок оценки компетентности (аккредитации) испытательных лабораторий (центров)».

Указанные руководящие документы (ЭС РД 005–2020 и ЭС РД 014–2020) системы добровольной сертификации «Электронсерт» (СДС «Электронсерт») введены в действие приказами руководителя центрального органа СДС «Электронсерт» от 07 мая 2020 г. № 332 и от 18 мая 2020 г. № 365 соответственно.

В ходе занятий руководители и специалисты ИЛ (Ц) уяснили главное, что выполнение требований, содержащихся в вышеуказанных документах, позволит им с высоким качеством проводить испытания изделий электронной

компонентной базы (ЭКБ), обеспечить компетентность и способность ИЛ (Ц), получать достоверные результаты, повысить результативность и эффективность лабораторной деятельности.

В случае несоблюдения установленных требований, аккредитованные ИЛ (Ц), на основании статьи 42 [4], несут ответственность за недостоверность или необъективность результатов исследований (испытаний) и измерений, чего допускать, конечно же, нельзя. Подготовка специалистов предприятий разработчиков и изготовителей ЭКБ и РЭА, метрологических служб, организаций поставщиков ЭКБ осуществлялась в плановом порядке.

Специалистами предприятий разработчиков и изготовителей ЭКБ и РЭА в большей степени изучались методы анализа отказов и оценки качества ЭКБ.

Специалисты метрологических служб изучили требования Руководства о порядке проведения обязательной метрологической экспертизы технической документации на ЭКБ и РЭА общего назначения (РЭК 05.008–2020).

Специалисты организаций поставщиков ЭКБ изучили требования и порядок квалификации, задачи и функции поставщика, основы организации процессов закупки, хранения и поставки ЭКБ потребителям (ЭС РД 010–2020).

Важным событием в работе АНО «Электронсертифика» стало получение Лицензии № 78463 от 26 августа 2020 г. на ведение образовательной деятельности.

В этой связи в настоящее время и в ближайшей перспективе подготовка руководителей и специалистов радиоэлектронной отрасли в АНО «Электронсертифика» осуществляется в рамках дополнительного профессионального образования (ДПО) по дополнительным профессиональным программам (программам повышения квалификации и программам профессиональной переподготовки), обеспечивая для участников СДС «Электронсерт» принцип непрерывного образования.

Программа повышения квалификации направлена на совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

Программа профессиональной переподготовки направлена на получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности, приобретение новой квалификации.

На основании статьи 76 [3] к освоению дополнительных профессиональных программ допускаются лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование, а также лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

Лицам, успешно освоившим соответствующую дополнительную профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдаются удостоверение о повышении квалификации и (или) диплом о профессиональной переподготовке.

Сведения о выданных документах о квалификации вносятся в кадровые документы организации и федеральную информационную систему «Федеральный реестр сведений о документах об образовании и (или) о квалификации, документах об обучении» [5].

В этой связи при формировании заявок на обучение, руководителям и кадровым органам предприятий необходимо тщательно подходить к процедуре отбора и направления на курсы повышения квалификации своих представителей, чтобы не допустить нарушений установленных требований.

Учитывая стратегические задачи развития электронной промышленности [6], требования к СМК [7], потребности предприятий (организаций), обучение специалистов в АНО «Электронсертифика» проводится по следующим направлениям подготовки:

- 1) Системы менеджмента качества предприятий и организаций;
- 2) Организация деятельности квалифицированных поставщиков ЭКБ;
- 3) Мониторинг и оценка качества ЭКБ на этапе серийного производства;
- 4) Системы качества и технологии проведения испытаний ЭКБ в ИЛ (Ц);
- 5) Метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний ЭКБ и РЭА;
- 6) Подготовка экспертов (аудиторов).

Представленные направления подготовки согласованы с руководителями и специалистами предприятий и организаций отрасли. В соответствии с планом обучения в 2021 году в АНО «Электронсертифика» планируется подготовка специалистов по надежности ЭКБ. Подготовка специалистов по надежности ЭКБ является новым для АНО «Электронсертифика» направлением подготовки, и очень важным для радиоэлектронной отрасли. Прорабатываются вопросы обучения и по другим аспектам совершенствования СМК, в том числе на основе инноваций [8].

Руководство АНО «Электронсертифика» готово рассмотреть предложения по тематике программ, содержанию подготовки, и приглашает к сотрудничеству всех заинтересованных лиц.

Среди установленных форм обучения (очной, очно-заочной, заочной) основной в АНО «Электронсертифика» является очная форма обучения. Она позволяет, в сравнении с другими формами обучения, в большей степени достигать учебные и воспитательные цели обучения, применять разнообразные педагогические способы и приемы передачи знаний и умений обучающимся, обеспечивает высокое качество обучения.

В связи с неблагоприятной эпидемиологической обстановкой, АНО «Электронсертифика» успешно перешла на дистанционное обучение с применением программного обеспечения WEBINAR.RU, адаптируясь под ограничения, введенные органами государственного управления.

Проведение вебинаров (онлайн-семинаров) обеспечило безопасность слушателей в условиях пандемии, способствовало увеличению числа учебных мероприятий и позволило обучить большее число сотрудников организаций.

Отмечая положительный опыт использования дистанционных образовательных технологий, АНО «Электронсертифика» сохраняет готовность, при благоприятных эпидемиологических условиях, возобновить занятия по очной форме обучения, так как «живой» контакт педагога и слушателя является приоритетным.

По согласованию сторон, АНО «Электронсертифика» может проводить выездные занятия на территории предприятия-заказчика обучения, оказывать консультационные услуги, методическую помощь в изучении принципов разработки, внедрения и улучшения СМК организаций.

С планами и условиями обучения можно ознакомиться на сайте АНО «Электронсертифика» Elsert.ru в разделе «Услуги-Обучение-2021».

Реализация запланированных учебных мероприятий позволит повысить компетентность обучающихся, способствовать решению задач, поставленных предприятиям радиоэлектронной отрасли по повышению качества ЭКБ.

Литература:

1. Конституция Российской Федерации с изменениями, принятыми на Общероссийском голосовании 1 июля 2020 года. Редакция 2021 г. М: Эксмо, 2021. - 96 с.
2. Островский Э.В. История и философия науки: учеб.пособие. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007.-160 с.
3. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
4. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ «О техническом регулировании».
5. Постановление Правительства РФ от 26 августа 2013 г. N 729 «О федеральной информационной системе "Федеральный реестр сведений о документах об образовании и (или) о квалификации, документах об обучении».
6. Распоряжение Правительства РФ от 17 января 2020 г. N 20-р «Об утверждении Стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года».
7. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования».
8. Булгаков О. Ю., Подъяпольский С. Б. «Анализ, направления и задачи системных работ по обеспечению качества и надежности ЭКБ. Итоги II Межведомственной межотраслевой научно-практической конференции «Обеспечение качества и соответствия изделий ЭКБ. СМК предприятий и подготовка специалистов»//Сборник докладов II Межведомственной межотраслевой научно-практической конференции, Мытищи, 2020, стр. 227-233.



ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Испытательная лаборатория АО «Радиант-ЭК» аккредитована в установленном порядке и специализируется на сертификационных и дополнительных испытаниях электронных компонентов иностранного (ИП) и отечественного производства (ОП), а также на проведении испытаний готовых изделий.

Лаборатория укомплектована новейшим оборудованием, обеспечивающим широкий спектр испытаний в соответствии с требованиями КГВС «Климат» и «Мороз», испытания проводят высококвалифицированные инженеры.



НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ:

- Проведение сертификационных и дополнительных испытаний электронной компонентной базы иностранного и отечественного производства (ЭКБ ИП и ЭКБ ОП);
- Функциональный и параметрический контроль, в том числе аналоговых и цифровых ИМС;
- Полный комплекс проверки СВЧ устройств, включая бескорпусные ИС;
- Разработка и изготовление измерительных оснасток и контактирующих устройств для проверки электрических характеристик и функционального контроля микросхем, в том числе бескорпусных СВЧ микросхем и кристаллов;
- Широкий спектр механических и климатических испытаний;
- Разработка и согласование программ и методик испытаний;
- Проведение испытаний под контролем ВП МО РФ.

СЕРТИФИКАЦИОННЫЕ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ:

- Синусоидальная вибрация;
- Широкополосная случайная вибрация (ШСВ);
- Механический удар (многократного и одиночного действия);
- Пониженное и повышенное давление;
- Соляной (морской) туман;
- Статическая и динамическая пыль(песок);
- Пониженная и повышенная влажность;
- Пониженная и повышенная температура;
- Отбраковочные (термоциклирование, электротермотренировка и пр.);
- ДНК (диагностический неразрушающий контроль);
- Высоковольтные испытания пассивных и полупроводниковых компонентов до 10кВ;
- Термотренировка (ТТ);
- Электротермотренировка (ЭТТ).



Испытательная лаборатория АО «Радиант-ЭК» готова организовать для Вас проведение полного цикла необходимых испытаний.

ГК «РАДИАНТ»

тел.: +7 495 725 04 04
факс: +7 495 921 35 85

radiant@ranet.ru
www.radiant.su

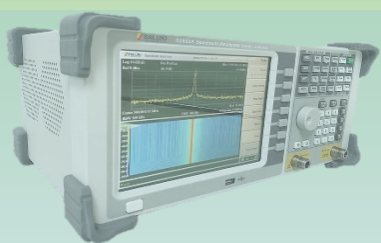


ООО «ВИАНТЕК»

РАЗРАБОТКА ПО, СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ,
МОНИТОРИНГА И АВТОМАТИЗАЦИИ

Компания «Виантек» более десяти лет специализируется на создании программно-аппаратных комплексов, систем для управления средствами измерений и оборудованием, обеспечением безопасности информации.

Основные направления:



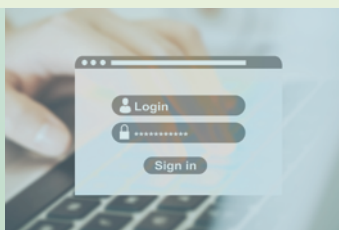
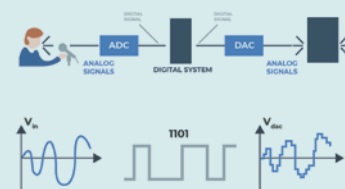
Дистанционное управление средствами измерений, оборудованием и приборами (Rohde & Schwarz, Agilent, Keysight, National Instruments, Anritsu)

Автоматизация электрорадиоизмерений, комплексное управление средствами измерений, оборудованием и приборами по интерфейсам



Создание программно-аппаратных комплексов от мобильных систем до стационарных распределительных комплексов мониторинга

Цифровая обработка сигналов, декодирование и программный анализ GSM, WiFi, TETRA, DECT, APCO, DMR, Bluetooth



Защита предприятий и учреждений от съёма, утечки информации, данных по беспроводным и цифровым каналам связи

г. Москва, ул. Тимирязевская, 1С2, офис 2502,

Тел: +7 (495) 120 24 36, e-mail: soft@viantec.ru