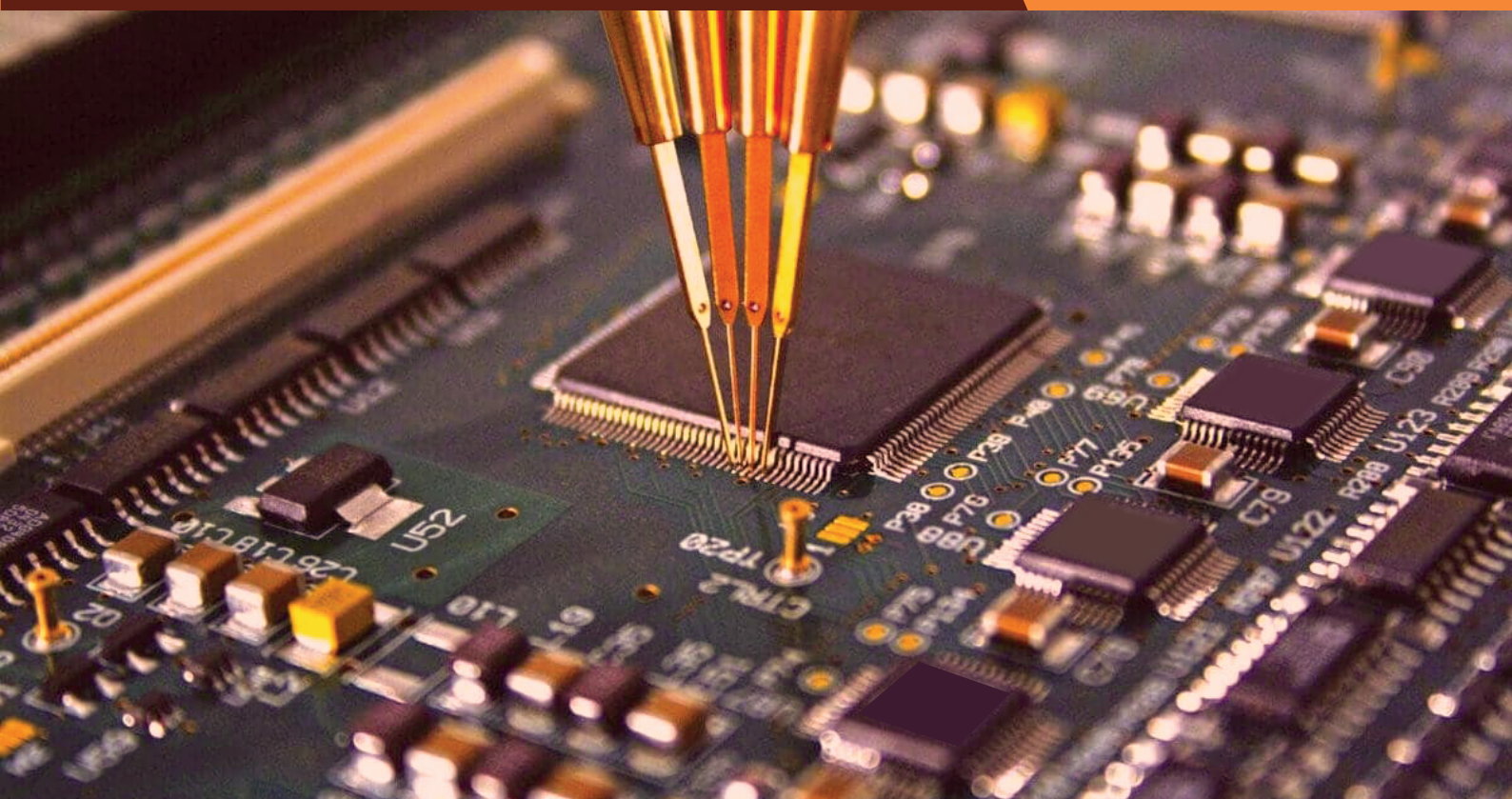


2 (10)
2023

РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ ОТРАСЛЬ: ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЯ



www.vniir-m.ru

www.elsert.ru

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

РАЗРАБОТКА, ПРОИЗВОДСТВО, ИСПЫТАНИЯ
КАЧЕСТВО И НАДЁЖНОСТЬ
ЭКОНОМИКА ОТРАСЛИ
СЕРТИФИКАЦИЯ, АТТЕСТАЦИЯ, КВАЛИФИКАЦИЯ
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



АНО «ЦЕНТР СЕРТИФИКАЦИИ, ОБУЧЕНИЯ И КОНСАЛТИНГА «ЭЛЕКТРОНСЕРТИФИКА»

СЕРТИФИКАЦИЯ СМК ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ
РАЗРАБОТЧИКОВ, ИЗГОТОВИТЕЛЕЙ, ПОСТАВЩИКОВ ЭКБ И РЭА



ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ



- ▶ СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА. ТРЕБОВАНИЯ.
- ▶ ПОДГОТОВКА ЭКСПЕРТОВ ПО СЕРТИФИКАЦИИ СМК И КВАЛИФИКАЦИИ ПОСТАВЩИКОВ ЭКБ.
- ▶ ВНУТРЕННИЙ АУДИТ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ.
- ▶ ЗАДАЧИ И ФУНКЦИИ ПОСТАВЩИКОВ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРОЦЕССОВ ЗАКУПКИ ЭКБ, ЕЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ, ИСПЫТАНИЙ, ХРАНЕНИЯ И ПОСТАВКИ.
- ▶ ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ ЭКБ. МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ КОНТРАФАКТА. РЕКЛАМАЦИОННАЯ РАБОТА.
- ▶ ОРГАНИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ (ЦЕНТРОВ).
- ▶ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ, ПРОИЗВОДСТВА И ИСПЫТАНИЙ ЭКБ И РЭА.



МЕТОДИЧЕСКИЕ УСЛУГИ



- ▶ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ
- ▶ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ЭКБ В ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ (ЦЕНТРАХ)
- ▶ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ И ИСПЫТАНИЙ ЭКБ И РЭА
- ▶ ПРИМЕНЕНИЕ ЭКБ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ИНОСТРАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

+7 (495) 055-05-99

Email: elsert@bk.ru Сайт: elsert.ru

РО Пир 2(10)/2023 (Основан в 2021 году)
Зарегистрирован ISSN 2949–3080 в федеральной
службе по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство
о регистрации ПИ № ФС77–83479 от 15 июня 2022 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
Г.Я. Красников, Президент РАН
И.С. Иванов, генеральный директор ФГБУ «ВНИИР»
С.И. Боков, доктор экономических наук
А.В. Брыкин, доктор экономических наук
В.Л. Гладышевский, доктор экономических наук
Н.В. Завьялов, член-корреспондент РАН
В.М. Исаев, доктор технических наук
А.С. Сигов, академик РАН
В.Б. Стешенко, кандидат технических наук
А.А. Рахманов, доктор технических наук
В.А. Телец, доктор технических наук

Главный редактор:

О.Ю. Булгаков, заслуженный работник связи РФ,
кандидат военных наук
Заместитель главного редактора:
С.Б. Подъяпольский, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

А.С. Афанасьев, кандидат технических наук
В.В. Быканов, кандидат технических наук
Л.П. Дюжакова, заместитель ГД ФГБУ «ВНИИР»
П.С. Желтухин, доктор технических наук
И.Н. Кабанов, доктор технических наук
Р.Г. Левин, кандидат физико-математических наук
С.С. Милосердов, кандидат технических наук
Д.В. Орехов, кандидат экономических наук
А.Г. Подольский, доктор экономических наук
Д.А. Руденко, кандидат военных наук
Ю.В. Рубцов, генеральный директор АО ЦКБ «Дейтон»
Л.А. Фёдорова, академик Академии проблем качества
В.Н. Храменков, доктор технических наук

Редакция:

Д.В. Перов, дизайн, верстка
О.Е. Николаева, редактор-корректор
Адрес редакции: Колпакова ул., д. 2а
г. Мытищи, Московская обл., Россия, 141002
Тел/факс: +7 (495) 586–17–21 / +7 (495) 588–69–61
Отпечатано
Юридический адрес: Колпакова ул., д. 2а,
г. Мытищи, Московская обл., Россия, 141002
Тел/факс: +7 (495) 586–17–21 / +7 (495) 588–69–61
Сдано в набор 01.05.2023 г.
Подписано к печати 20.05.2023 г.
Тираж 350 экз.

Редакция не несёт ответственности за содержание авторских
материалов и достоверности сведений в рекламе.
Фотография на обложке – открытый источник сети Интернет.

Совместное учреждение и издание федерального госу-
дарственного бюджетного учреждения «Всероссийский
научно–исследовательский институт радиоэлектроники»
(ФГБУ «ВНИИР») и автономной некоммерческой организа-
ции «Центр сертификации, обучения и консалтинга
«Электронсертифика» (АНО «Электронсертифика»). Журнал
выпускается при содействии Департамента радиоэлектронной
промышленности Минпромторга РФ и Российского технологи-
ческого университета – МИРЭА.

СОДЕРЖАНИЕ

Фёдорова Л.А. Реализация требований постановления Прави-
тельства Российской Федерации от 30 апреля 2019 года № 546
..... 2

РАЗРАБОТКА, ПРОИЗВОДСТВО, ИСПЫТАНИЯ

Бурцев Ю.В., Лычагин А.Ю. Комбинированная калибровка радио-
локаторов с синтезированной апертурой космического базиро-
вания..... 4

Винокуров А.В., Алексеева Т.И., Зайцева Ю.А. К вопросу об оценке
правомочности предыдущих результатов измерений..... 9

КАЧЕСТВО И НАДЁЖНОСТЬ

Синельников Ю.Г., Рыбаков А.К., Долгополов В.Г. О возможном
методе получения значений вероятностных показателей безотказ-
ности при заданном показателе наработка до отказа..... 12

Быканов В.В., Есакова М.М., Тупицина А.В., Кремнева А.В. Устано-
вление и реализация метрологических требований в процессе
создания руководящих документов по метрологическому обеспе-
чению разрабатываемой электронной компонентной базы..... 14

ЭКОНОМИКА ОТРАСЛИ

Дюжакова Л.П., Орехов Д.В., Торгово-экономические аспекты интел-
лектуальной собственности..... 21

Боков С.И. Пронин А.Ю., Пестун У.А. Новое в программно-целевом
планировании развития оборонно-промышленного комплекса... 24

СЕРТИФИКАЦИЯ, АТТЕСТАЦИЯ, КВАЛИФИКАЦИЯ

Булгаков О.Ю., Лепешкин А.В., Осипова Е.М. Совершенствование
системы оценки соответствия и подтверждения качества электрон-
ной продукции..... 28

Гридасов Л.В., Семутенко Ю.Н., Краснокутский С.А. Повышение эффек-
тивности внутреннего аудита за счет использования чек-листов.....
..... 32

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Колядин А.И., Подъяпольский С.Б.
Вопросы оцифровки технических характеристик электронных компо-
нентов, заданных функциональными зависимостями..... 36

Реализация требований постановления Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2019 года № 546

«Об аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), выполняющих работы по оценке (подтверждению) соответствия в отношении оборонной продукции (работ, услуг), поставляемой по государственному оборонному заказу, и внесении изменений в отдельные акты Правительства Российской Федерации»

Федорова Л.А. Директор АНО «Центр квалитет», академик Академии проблем качества

8 мая 2019 года вступило в силу постановление Правительства Российской Федерации от 30.04.2019 № 546 «Об аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), выполняющих работы по оценке (подтверждению) соответствия в отношении оборонной продукции (работ, услуг), поставляемой по государственному оборонному заказу, и внесении изменений в отдельные акты Правительства Российской Федерации». Целевой функцией данного постановления является создание в Российской Федерации органа по аккредитации, осуществляющего аккредитацию органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), выполняющих работы по оценке (подтверждению) соответствия в отношении оборонной продукции (работ, услуг), поставляемой по государственному оборонному заказу, а также осуществляющего аттестацию экспертов по аккредитации.

В декабре 2022 года Министерством промышленности и торговли Российской Федерации (Минпромторг России) на основании утвержденного приказом Минпромторга России от 14.01.2022 № 46 «Положения о проведении конкурса по определению организации для осуществления функций органа по аккредитации, осуществляющего аккредитацию органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), выполняющих работы по оценке (подтверждению) соответствия в отношении оборонной продукции (работ, услуг), поставляемой по государственному оборонному заказу» был проведен конкурс по определению организации для осуществления функции органа по аккредитации. По результатам данного конкурса в качестве органа по аккредитации была признана Автономная некоммерческая организация «Центр научных исследований, аккредитации и обучения «Квалитет» (АНО «Центр Квалитет»), которая Распоряжением Правительства Российской Федерации от 04.02.2023 № 245-р наделена полномочиями по осуществлению функций органа по аккредитации, осуществляющего аккредитацию органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), выполняющих работы по оценке (подтверждению) соответствия в отношении оборонной продукции (работ, услуг), поставляемой по государственному оборонному заказу.

В рамках добровольных систем сертификации, осуществляющих оценку технической компетентности органов по сертификации (далее – ОС) и испытательных лабораторий (центров) (далее – ИЛЦ), выполняющих работы по оценке соответствия в отношении оборонной продукции (работ, услуг), поставляемой по государственному оборонному заказу, прекращается аккредитация ОС и ИЛЦ. Данные работы поручено выполнять АНО «Центр Квалитет» с привлечением (при необходимости) экспертных организаций, которые подтвердят компетентность по требованиям постановления Правительства Российской Федерации от 23.06.2021 № 970.



19 мая 2023 года АНО «Центр Квалитет» проведена конференция по разъяснению вопросов реализации требований постановления Правительства Российской Федерации от 30.04.2019 № 546 в дальнейшей деятельности органа по аккредитации.

В работе конференции приняли участие 204 представителя (руководители и специалисты) от более 100 организаций, осуществляющих деятельность по оценке (подтверждению) соответствия в отношении оборонной продукции (работ, услуг), поставляемой по государственному оборонному заказу.



С вступительным словом выступили начальник отдела Департамента оборонно-промышленного комплекса Аппарата Правительства Российской Федерации Геннадий Анатольевич Климович и директор АНО «Центр Квалитет» Людмила Александровна Федорова, определив цели и задачи Конференции.

В реализации целей и задач Конференции с докладами выступили сотрудники АНО «Центр Квалитет»:

- заместитель директора по менеджменту органа по аккредитации Надежда Павловна Сильвестрова,



- главный научный сотрудник, доктор технических наук, доцент Игорь Николаевич Филатов, технический эксперт по аккредитации;

- главный научный сотрудник, доктор технических наук, профессор Анатолий Сергеевич Кривов, эксперт по аккредитации;

- главный специалист по аккредитации Мария Анатольевна Шаль, эксперт по аккредитации;

- специалист по аккредитации Валентина Сергеевна Смолина, эксперт по аккредитации.

В своих докладах, проиллюстрированных слайдами, докладчики подробно осветили вопросы, которые определены для внедрения, актуализации, исполнения требований, установленных в «Правилах аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), выполняющих работы по оценке (подтверждению) соответствия в отношении оборонной продукции (работ, услуг), поставляемой по государственному оборонному заказу», основное внимание в которых было ими уделено особенностям в ходе аккредитации органов по сертификации и ИЛ (Ц).

Основные выводы и результаты Конференции:

1. Орган по аккредитации (АНО «Центр Квалитет») создан в целях исключения конкуренции при аккредитации в одной сфере деятельности, а также повышения доверия к результатам оценки соответствия.

2. Основными документами, определяющими деятельность АНО «Центр Квалитет», является постановление Правительства РФ от 30.04.2019 № 546 и шесть постановлений Правительства РФ, принятых в развитие выполнения требований данного постановления, а также ГОСТ ISO/IEC 17011-2018, ГОСТ Р ИСО/МЭК 17065-2012, ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 и ГОСТ Р ИСО/МЭК 17021-1-2017.

3. Определен порядок подачи заявок организациями и процесса аккредитации, а также порядок аттестации экспертов. Форма заявляемой области аккредитации находится на утверждении в Минюсте России и после утверждения будет размещена на сайте органа по аккредитации.

Участниками системы аккредитации по постановлению Правительства РФ от 30.04.2019 № 546 являются:

- Минпромторг России;
- государственные заказчики государственного оборонного заказа;
- ФАС России;
- орган по аккредитации;
- заявители и аккредитованные лица;
- претенденты в эксперты, эксперты по аккредитации и технические эксперты;
- экспертные организации по аккредитации.

4. До 01 июля 2025 г. органы по сертификации продукции, ИЛ (Ц) и органы по сертификации систем менеджмента качества должны пройти аккредитацию в АНО «Центр Квалитет» для продолжения дальнейшей работы в сфере распространения постановления Правительства РФ от 30.04.2019 № 546.

Завершая работу Конференции, Геннадий Анатольевич Климович, Людмила Александровна Федорова и главный научный сотрудник 46 ЦНИИ МО, доктор экономических наук, член-корреспондент Академии РАН Сергей Иванович Боков дали полные и исчерпывающие ответы на вопросы участников Конференции и предложили направлять в дальнейшем вопросы по электронной почте АНО «Центр Квалитет», в целях получения ответов.

Вся информация о функционировании органа по аккредитации, раздаточный материал докладов Конференции, будут размещены на сайте органа по аккредитации в сети «Интернет» по адресу: <https://ano-qualitet.com>.

КОМБИНИРОВАННАЯ КАЛИБРОВКА РАДИОЛОКАТОРОВ С СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

COMBINED CALIBRATION OF SPACE-BASED SYNTHETIC APERTURE RADARS

Бурцев Ю.В., к.т.н., **Лычагин А.Ю.**, АО «Научно Производственное Предприятие «Пульсар»; v9175835086@gmail.com
Burtsev Yu.V., Ph. D. of Engineering Sciences, **Lychagin A.Yu.**; JSC "Pulsar Scientific and Production Enterprise"; v9175835086@gmail.com

Аннотация. Работа посвящена рассмотрению принципов лабораторных и комплексных калибровочных проверок систем дистанционного зондирования земли.

Annotation. The work is devoted to the consideration of the principles of laboratory and complex calibration checks of earth remote sensing systems.

Ключевые слова: PCA, калибровка околоземных комплексов ДЗЗ, высокодетальные комплексы зондирования, оценка разрешения ДЗЗ.

Keywords: SAR calibration, calibration of space remote sensing systems, highly detailed sounding complexes, estimation of remote sensing resolution.

Введение

Радиолокаторы с синтезированной апертурой (далее - PCA) [1-4] космического базирования, в процессе функционирования подвергают воздействию множества дестабилизирующих воздействий, вызывающих понижение качества получаемой целевой информации.

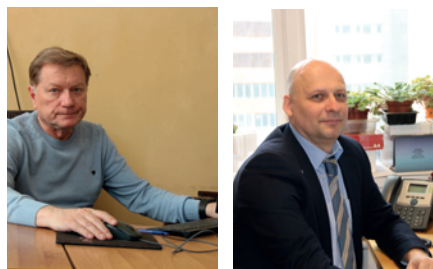
Кроме того, воздействие различных факторов при формировании зондирующих сигналов, их распространении до отражающей поверхности и обратно, прохождение через тракты приема и обработки часто приводят к появлению заметных искажений в выходной радиолокационной информации.

К ним относятся, прежде всего, радиометрические искажения, нарушающие соответствие уровня выходного сигнала отражающим свойствам целей – показатель их эффективной поверхности (площадь) рассеяния (далее - ЭПР) или нормированный показатель - удельная эффективная поверхность рассеяния (далее - УЭПР) и ухудшающие наблюдаемость целей, а также геометрические искажения, ухудшающие точность измерения координат объектов по радиолокационному изображению (далее - РЛИ) и затрудняющие совместную обработку данных различных датчиков видовой информации.

Вместе с тем, прочно вошедшие в последние годы наряду с радиолокационным картографированием расширение функций, включающее идентификацию движущихся целей и поверхностей, оценку рельефа местности и состояния морской поверхности, использование поляризационных свойств радиоволн ставит на повестку дня вопрос об учёте влияния этих дестабилизирующих факторов на оценки характеристик наблюдаемых явлений при расширении функций PCA.

Основная часть

Поскольку современные PCA являются измерительным инструментом, остро стоит задача достижения высокой точности получаемой радиометрической и геометрической информации, а также соответствия ее другим заданным требованиям. Эта задача достигается при калибровке аппаратуры PCA и аттестации выходного информационного продукта (применяется термин «валидация» - подтверждение, удостоверение соответствия).



Бурцев Ю.В.

Лычагин А.Ю.

Основными источниками искажающих воздействий являются:

- аппаратные нестабильности и искажения, связанные с прохождением сигналов через передающий и приемный тракты PCA;
- нестабильности траектории движения носителя;
- затухание сигналов, фазовые и поляризационные нестабильности по трассе распространения сигналов;
- нестабильности отражающих свойств объектов, движение подстилающей поверхности (море, растительность, подвижные объекты).

К аппаратным факторам относится в первую очередь шум приемника, ухудшающий чувствительность PCA и связанную с ней вероятность обнаружения целей и фоновых контрастных образований.

К аппаратным искажающим воздействиям относятся фазовые флуктуации несущей частоты зондирующего сигнала, нелинейности и нестабильности амплитудной и фазовой характеристик передаточного тракта, искажения, связанные с ограниченностью динамического диапазона приемника, нелинейности формирования диаграммы, квантование сигналов по времени и амплитуде в тракте обработки информации и формирования радиолокационного изображения.

Траекторные нестабильности, особенно существенные для самолетных PCA, т.е. нестабильности истинной скорости, вертикальные и горизонтальные колебания, вызванные турбулентностью атмосферы и воздушными потоками, ускорения летательного аппарата при корректировках курса, имеют отношение к космическим аппаратам (далее - КА).

Для космических PCA основной фактор это ошибки измерения параметров относительного движения и ошибки ориентации КА.

Подводя итог, можно сказать, что, в принципе, для поддержания РСА в ранге измерительного инструмента требуется в процессе его эксплуатации производить по крайней мере три вида калибровки:

- 1) радиометрическую;
- 2) геометрическую;
- 3) по другим параметрам при наличии специальных требований заказчика.

Определение понятия радиометрической калибровки

Калибровка предполагает сравнение результата с некоторой эталонной величиной с тем, чтобы обеспечить независимость полученных данных от характеристик РСА и метода формирования конечных изображений [3].

В общем случае калибровке должны подвергаться:

- радиолокационный канал (объект наблюдения, трасса прохождения сигнала, антенная система и приемопередающее устройство);
- система регистрации данных;
- процессор формирования изображений;
- методика и аппаратура определения характеристик сюжета по его изображениям.

Необходимо различать относительную и абсолютную радиометрическую калибровку РСА.

При относительной калибровке решаются задачи сравнения различий эквивалентной площади рассеяния (далее - ЭПР) в пределах одного радиолокационного кадра. В этом случае не ставится задача точного метрологического соответствия радиояркости определенного участка РЛИ истинной ЭПР этого участка. Неточно известные параметры, определяющие передаточную функцию РСА (отклик по мощности на точечную цель), заменяются их оценками, что позволяет построить оценочную шкалу соответствия радиояркости РЛИ истинным ЭПР участков снимаемой местности.

Такая калибровка позволяет измерять радиолокационные контрасты, то есть относительное изменение радиояркости отдельных групп пикселей по полю изображения, в пределах кадра с погрешностью около ± 1 дБ и дать оценки истинных ЭПР с существенно более высокой погрешностью (около 3-5 дБ).

При абсолютной калибровке необходимо иметь метрологически точную шкалу соответствия радиояркости РЛИ истинным значениям ЭПР (или УЭПР) по всему полю радиолокационного кадра. Это ведет к существенному возрастанию требований к знанию параметров как аппаратуры, так и сквозной передаточной функции РСА.

Процедуры калибровки РСА могут включать в себя

1) Внутреннюю калибровку бортового радиолокационного комплекса (далее - БРЛК), под которой понимают периодическое измерение в процессе его эксплуатации параметров антенны и приемопередающего тракта радиолокатора, влияющих на радиометрические характеристики РСА, вычисление на основе данных измерений корректирующих коэффициентов и учет полученных поправок при формировании радиометрической шкалы РЛИ в процессе обра-

ботки радиолокационной информации.

Такая процедура требует дополнительных аппаратных средств метрологического контроля на борту КА, что заметно усложняет тракт локатора. Преимущество данного метода заключается в возможности проведения калибровки перед любым заданным сеансом радиолокационной съемки.

2) Внешнюю калибровку РСА, которая реализуется с помощью наземных метрологических средств, входящих в состав специального радиолокационного мишенного комплекса (далее - РМК), который, в общем случае, включает в себя аппаратуру контроля энергетических характеристик локатора, набор эталонных радиолокационных отражателей, имеющих известные значения ЭПР и раз-отражателей, имеющих известные значения ЭПР, и различные эталонные тест-объекты. Понятно, что размещение метрологических средств калибровки на Земле существенно упрощает состав бортовой аппаратуры.

Достоинством данного метода является то, что в процедуру калибровки включена не только аппаратура приема-передающего тракта, но и среда распространения радиоволн (атмосфера). Недостатком данного подхода является то обстоятельство, что при одном сеансе контроля периодичность калибровки не может быть чаще, чем 1-2 раза в сутки для типовых высот орбиты КА 600-700 км.

3) Организационно-технические мероприятия, проводимые службой калибровки и включающие в себя постоянный контроль технического состояния аппаратуры локатора посредством анализа телеметрической информации, а также контроль состояния атмосферы посредством анализа метеорологической информации в районах радиолокационных съемок.

4) Программную радиометрическую коррекцию РЛИ, проводимую на этапе вторичной обработки радиолокационной информации.

Максимальный метрологический эффект дает комплексное использование всех четырех указанных процедур.

Параметры, влияющие на точность радиометрической шкалы РЛИ РСА

Процедуры калибровки РСА осложняются наличием большого количества и разнообразия параметров, влияющих на точность радиометрической шкалы РЛИ.

К этой группе параметров относятся все характеристики, от которых зависят прямо или опосредованно оценки мощностей парциальных сигналов, характеризующих радиояркость (высота отклика на единичную цель) отдельных групп пикселей на выходном радиолокационном изображении.

Ниже приведены основные группы этих параметров.

1) Энергетические параметры приемопередающего тракта (без системы излучения и приема):

- нестабильность мощности сигнала возбуждения передающего тракта РСА;
- нестабильность коэффициента потерь в СВЧ кабелях подвода мощности к системе распределения энергии;

- нестабильность коэффициента потерь в СВЧ кабелях передачи сигналов приемного тракта;
 - нестабильность коэффициента усиления приемного тракта;
 - нелинейность приемного тракта в пределах рабочего динамического диапазона уровней сигналов;
 - влияние параметров схемы и алгоритмов автоматической регулировки усиления (далее – АРУ) приемника;
 - нестабильность амплитудно-частотных характеристик передающего и приемного трактов;
 - нестабильность и нелинейность коэффициента преобразования амплитуда/код аналого-цифрового преобразователя (далее – нестабильность и нелинейность коэффициента преобразования амплитуда/код аналого-цифрового преобразователя (далее – АЦП).
- 2) Энергетические параметры передающего и приемного трактов РСА:
- нестабильность коэффициентов потерь в кабелях разводки сигналов;
 - нестабильность коэффициента усиления передающего тракта по каждому из каналов излучения сигнала;
 - нестабильность коэффициента усиления приемного тракта по каждому из каналов приема сигнала;
 - нестабильность уровня выходной мощности каждого из приемопередающих модулей;
 - нестабильность коэффициента шума каждого из приемопередающих модулей;
 - нестабильность коэффициентов потерь в переключателях поляризации сигнала и переключателях режимов «прием/передача».
- 3) Параметры, связанные с формой диаграммы направленности РСА:
- точность расчета и установки программного управления фазовым распределением сигналов в раскрыве системы ДЗЗ;
 - точность отработки заданного фазового распределения в приемопередающих модулях (ошибки установки фазовых установок и временных задержек в каналах);
 - нестабильность начальных фаз приемопередающего тракта, фазовращателей и линий задержки в приемопередающих модулях;
 - нестабильность начальных фаз кабелей системы канализации сигналов по апертуре РСА;
 - изменение формы диаграммы направленности главного лепестка РСА при электронном сканировании по двум координатам;
 - изменение уровня боковых лепестков двумерной диаграммы направленности (далее – ДНА) при электронном сканировании по двум координатам;
 - параметры системы диаграммообразования (формирования диаграммы с заданными параметрами в пространстве).
- 4) Параметры, связанные с атмосферой:
- неопределенность коэффициента затухания при распространении радиолокационного сигнала до земной поверхности и обратно (зависит от погоды,

состояния облачности, наличия и интенсивности осадков);

- влияние случайных фазовых флюктуаций сигнала при прохождении через атмосферу;

- неопределенность изменения электронной концентрации в ионосфере по трассе распространения радиосигнала (влияет на изменение фазовых соотношений в спектре радиолокационного сигнала и, в конечном итоге, на амплитуду отклика РСА на точечную цель);

5) Параметры, связанные со служебными системами космического аппарата:

- ошибки измерения положения центра масс носителя, приводящие к ошибкам расчета наклонной дальности до объекта съемки;

- ошибки измерения параметров ориентации осей носителя РСА, приводящие к ошибкам направления максимума ДНА АФАР на объект съемки;

- ошибки измерения параметров движения центра масс КА, приводящие к ошибкам настройки параметров опорных функций при синтезе радиолокационных изображений;

- ошибки задания функции местного рельефа по трассе радиолокационной съемки, приводящие к ошибкам настройки параметров опорных функций при синтезе радиолокационных изображений.

6) Параметры, связанные с обработкой радиоголограмм и формированием радиолокационного изображения:

- ошибки формирования радиометрической шкалы РЛИ, связанные с конечной разрядностью входной цифровой информации и разрядностью отдельных вычислительных блоков;

- ошибки формирования радиометрической шкалы РЛИ, связанные с отступлением от оптимальных алгоритмов синтеза РЛИ при увеличении скорости расчетов.

7) Параметры, связанные с величинами полосы захвата и полосы обзора, задаваемыми режимами радиолокационной съемки:

- изменение радиояркости элементов РЛИ за счет энергетического профиля, задаваемого формой главного лепестка ДНА АФАР;

- изменение радиояркости элементов РЛИ за счет энергетического профиля, задаваемого изменением наклонной дальности в пределах полосы захвата;

- энергетического профиля, задаваемого изменением потерь на электронное сканирование.

Из приведенного выше неполного перечня следует, что на точность радиометрической шкалы РЛИ влияют по крайней мере 32 параметра, каждый из которых требует отдельного анализа и отдельного подхода при реализации процедур калибровки.

Принципы комбинированной калибровки РСА

Внутренняя калибровка аппаратуры РСА сама по себе не обеспечивает высокой точности. Ошибка калибровки радиометрической шкалы РСА при использовании только внутренней калибровки может достигать 4 дБ из-за невозможности оперативного учёта параме-

тров атмосферы на пути распространения радиосигнала, ошибок определения навигационных параметров КА и угловой ориентации антенны и др.

Тем не менее она позволяет отследить изменения во времени характеристик аппаратуры, влияющих на радиометрические характеристики РСА.

Внешняя калибровка является единственной возможностью измерения реальных параметров сквозного тракта РСА. Теоретически возможно обеспечить ошибку калибровки радиометрической шкалы РСА не более 2,5 дБ при размещении калиброванных отражателей в относительной близости к снимаемым районам, когда имеется возможность в течение одного сеанса радиолокационной съемки получить РЛИ как эталонных отражателей, так и РЛИ интересующего заказчика объекта. Однако соблюсти это условие на практике невозможно.

В последние годы стали применяться системы комбинированной калибровки радиолокаторов дистанционного зондирования Земли космического базирования [5].

Эта процедура заключается в комбинации периодической внутренней калибровки БРЛК и периодической внешней калибровки по радиолокационному мишенному комплексу (далее - РМК) или размещенным по трассе КА эталонным отражателям. Одновременно силами наземной службы калибровки производится уточнение навигационных параметров КА и состояние атмосферы в районах радиолокационной съемки.

Непрерывная совместная обработка методом сравнения данных этих измерений позволяет поднять результирующую точность калибровки радиометрической шкалы РСА.

Комбинированная калибровка РСА проводится в два этапа. На первом этапе (внешняя калибровка) выполняется радиолокационная съемка специального участка поверхности (испытательного полигона), на котором размещены источники эталонных сигналов с известными характеристиками (ЭПР, расстояние между имитаторами целей). При этом одновременно со съемкой в приёмный тракт РСА вводится через систему внутренней калибровки ослабленный сигнал из передающего тракта. В момент сравнения амплитуд эталонного и калибровочного сигналов система внутренней калибровки ведёт непрерывную регистрацию параметров полёта самолёта или космического аппарата и характеристик РСА [5].

На втором этапе выполняется радиолокационная съемка исследуемых поверхностей также с непрерывной регистрацией параметров полёта и характеристик РСА системой внутренней калибровки. Оценка объектов земной поверхности с учётом известных параметров съемки проводится путём сравнения амплитудных характеристик сигналов, принятых от исследуемых объектов на подстилающей поверхности, и калибровочных сигналов внутренней калибровки, полученных по результатам первого этапа калибровки.

Это сравнение может проводиться не одновременно со съемкой исследуемых объектов, а в перерывах между съемками или их сериями. Окончательно выра-

жение для определения параметров импульсного отклика на одиночную цель σ_S^0 по результатам двухэтапной калибровки выглядит следующим образом [5]:

$$\sigma_S^0 = \frac{\sigma_{ЭТ} (A_S^2 - A_{NS}^2) k_{ПЧ\ ЭТ} k_{ВАРУ\ ЭТ} G^2(\Theta_{ЭТ}) R_{ЭТ}^4}{\delta_{аз} \delta_{ум} (A_{ЭТ} A_{NЭЭ}) k_{ПЧ\ S} k_{ВАРУ\ S} G^2(\Theta_S) R_S^4}, \quad (1)$$

где:

индексы «ЭТ» и «S» соответствуют величинам σ , измеренным с помощью внешнего эталона и исследуемого объекта;

$\delta_{аз}$ и $\delta_{ум}$ - азимутальное и угломестное разрешения; A_S и A_{NS} - амплитуды сигнала и шума (с соответствующими индексами) на выходе системы обработки РСА;

$k_{ПЧ}$ - коэффициенты усиления тракта промежуточной частоты (ПЧ);

$k_{ВАРУ}$ - коэффициент кривой временного изменения коэффициента автоматической регулировки усиления (далее ВАРУ) приёмника;

$G(\Theta)$ - коэффициент усиления антенной системы;

Θ - угол наблюдения;

R - наклонная дальность.

Сравнение (1) с аналогичным выражением, полученным для σ_S^0 по данным внешней калибровки, показывает, что они отличаются на величину $k_{ПЧ\ ЭТ} k_{ПЧ\ S}$ только в том случае, если съёмка внешнего эталона на первом этапе калибровки проводилась с усилением тракта приёмного устройства, которое отличается от усиления при съёмке исследуемого объекта на втором этапе.

Проанализируем причины возможных ошибок, приводящих к снижению точности определения σ_S^0 по результатам комбинированной калибровки. Согласно (1) система внутренней калибровки должна измерять характеристики приёмного тракта (усиление ПЧ и форму ВАРУ) и контролировать их стабильность как в моменты приёма сигналов, отражённых от эталонного точечного отражателя и исследуемого объекта, так и в перерывах между этими измерениями.

Особую сложность представляет непрерывный контроль коэффициента усиления $G(\Theta)$ антенной системы РСА. Измерения $G(\Theta)$ обычно проводятся на этапе наземных испытаний.

Как показывает опыт, изменение $G(\Theta)$ маловероятно, так как оно может быть вызвано только механическим смещением (деформацией) или повреждением жёстко закреплённых вибраторов антенной решётки, обычно закрытой от внешних воздействий радиопрозрачным покрытием.

Поэтому для контроля $G(\Theta)$ достаточно, чтобы внутренняя калибровка обеспечила измерение амплитудно-фазовых характеристик приёмно-передающих каналов РСА.

Фактически, при обеспечении этого контроля основными источниками ошибок являются неточности, возникающие при определении дальности R до объекта и разрешения по азимуту:

$$\sigma_{аз} = 2L_{синт} / (K\lambda), \quad (2)$$

где:

$L_{синт}$ - длина синтезированной апертуры.

Так как дальность до исследуемого объекта определяется с помощью средств космической навигации с достаточно высокой точностью, необходимо минимизировать погрешности определения азимутального разрешения, связанные с точностью вычисления эффективной длины бортового синтезирования апертуры $L_{\text{синт}}$.

Для оценки $L_{\text{синт}}$ на борту одновременно проводится регистрация обработанного (синтезированного) изображения и полного необработанного сигнала (радиоголограммы), а также параметров полёта.

На Земле радиоголограммы обрабатываются по тем же алгоритмам, что и на борту, но с учётом всех нестабильностей полёта. Тогда эффективную длину бортового синтезирования $L_{\text{синт}}$ можно записать как [5]:

$$L_{\text{синт}} = KLg ; \quad (3)$$

$$K = \frac{\sqrt{A_b^2 - A_{bn}^2}}{A_g^2 - A_{gn}^2}, \quad (4)$$

где :

L - длина синтезирования на поверхности Земли;

A_b, A_{bn}, A_g, A_{gn} - амплитуды сигналов внешнего эталона и шумов в изображении, синтезированном на борту и на Земле соответственно;

индекс n - соответствует шумовым характеристикам изображения.

Следует отметить, что параметры качества радиометрической калибровки космического радиолокатора существенно зависят от правильности и точности работы обеспечивающих систем и служб, к числу которых относятся:

- бортовая система энергоснабжения;
- бортовая система температурной стабилизации;
- бортовое синхронизирующее устройство;
- бортовой эталон частоты и времени;
- бортовой вычислительный комплекс космического аппарата;
- наземные службы планирования радиолокационных съёмок;
- наземная служба топографического обеспечения;
- наземные службы поддержания элементов целевой обстановки (станции активного контроля, радиолокационного мишенного комплекса);
- наземная служба метеорологического обеспечения.

Нарушения в работе перечисленных систем и служб могут привести к искаженным результатам калибровки РСА и ошибкам формирования голограмм при

обработке результатов съёмки.

Таким образом, при достаточной стабильности аппаратуры и известных параметрах полёта, а также коррекции на Земле результатов бортового синтезирования, комбинированная калибровка позволяет обеспечить высокую инструментальную точность РСА, сравнимую с точностью, реализуемую при внешней калибровке (2,5 – 3 дБ).

Заключение

Достижение целевого параметра – разрешения объектов радиоголограммы и максимальный метрологический эффект абсолютной и относительной калибровки дает комплексное использование процедур внутренней и внешней калибровок.

Наличие в аппаратуре РСА элементов внутренней калибровки естественно приводит к усложнению аппаратуры и увеличению ее массы. Поэтому вопрос о целесообразности введения внутренней калибровки для обеспечения требований к радиометрической точности РСА должен решаться в каждом конкретном случае по мере накопления результатов натурной съёмки и статистики измерений параметров РЛИ.

Внешнюю калибровку необходимо проводить с помощью созданных или арендуемых радиолокационных мишенных комплексов, имеющих в своем составе эталонные отражатели. Она считается универсальным способом получения полной информации об истинных характеристиках как РСА, так и снимаемых с его помощью сюжетов радиоголограмм. В качестве эталонных отражателей необходимо использовать следующие средства:

- пассивные отражатели, например, уголковые отражатели;
- активные отражатели - приемопередатчики (транспондеры);
- поверхностно-распределенные отражатели, т.е. эталонные участки местности с известными и постоянными значениями УЭПР [6].

Комбинированная калибровка при известной (получаемой от средств диагностики) стабильности аппаратуры и известных параметрах полёта, а также коррекции на Земле результатов бортового синтезирования позволяет обеспечить и поддерживать на время функционирования околоземного носителя высокую инструментальную точность РСА, сравнимую с точностью, реализуемую при внешней калибровке.

Литература

1. Радиолокационные станции обзора Земли / Кондратенков Г.С., Потехин В.А., Реутов А.П., Феоктистов Ю.А.; Под ред. Кондратенкова Г.С.. М.: Радио и связь, 1983.
2. Радиолокационные станции с цифровым синтезированием апертуры антенны / Антипов В.Н., Горяинов В.Т., Кулин А.Н. и др.; Под ред. Горяинова В.Т.. - М.: Радио и связь, 1988.
3. Неронски Л.Б., Михайлов В.Ф., Брагин И.В. Радиолокаторы с синтезированной апертурой антенны. Микроволновая аппаратура дистанционного зондирования поверхности Земли и атмосферы. Учебное пособие. С-ПГУАП, 1999.
4. Кондратенков Г.С., Фролов А.Ю. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного зондирования земли. Учебное пособие для вузов /Под ред. Кондратенкова Г.С.. - М., Радиотехника, 2005.

5. Бычков Д.М., Гавриленко А.С., Ганапольский Е.М., Ефимо В.Б., Ключко Г.И., А.С. Курекина А.С. Логвиненко А.И., Матвеев А.Я., Пичугин А.П., Прозоровский А.А., Цымбал В.Н., Яцевич С.Е. Комбинированная калибровка радиолокаторов бокового обзора с реальной и синтезированной апертурой. Журнал «Успехи современной радиоэлектроники», № 6, 2005 г., стр.34-37.

6. Технология комплексных натуральных испытаний антенных модулей АФАР / Глыбин А.А., Бурцев Ю.В., Лычагин А.Ю. [и др.] // Наноиндустрия. – 2019. – № S(89). – С. 463-469. – DOI 10.22184/NanoRus.2019.12.89.463.469. – EDN VZLSQA.

УДК: 351.821/009.31

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ПРАВОМОЧНОСТИ ПРЕДЫДУЩИХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ON THE ISSUE OF ASSESSING THE VALIDITY OF PREVIOUS MEASUREMENT RESULTS

Винокуров А.В., к. т. н., с. н. с., **Алексеева Т.И.**, **Зайцева Ю.А.**, ФБГУ «ВНИИР»; +7 (495) 586-17-21, usi@vniir-m.ru
Vinokurov A.V., Ph.D. of engineering sciences, Senior Researcher Officer, **Alekseeva T.I.**, **Zaitseva Yu.A.**, FBGU "VNIIR"; +7 (495) 586-17-21, usi@vniir-m.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы реализации требований подраздела 7.1.5 стандарта ГОСТ РВ 0015-002-2020 в части обеспечения прослеживаемости результатов измерений, испытаний, проверок, выполненных измерительным оборудованием, если установлено его несоответствие.

Annotation. The article deals with the implementation of the requirements of subsection 7.1.5 of the GOST RV 0015-002-2020 standard in terms of ensuring the traceability of measurement results, tests, inspections performed by measuring equipment, if its non-compliance is established.

Ключевые слова: система менеджмента качества (СМК), ресурсы для мониторинга и измерений, прослеживаемость.

Keywords: quality management system, monitoring and measurement resources, traceability.

Введение

В п. 7.1.5.2 ГОСТ Р ИСО 9001-2015, включенном в п.7.1.5 ГОСТ РВ 0015-002-2020 «Прослеживаемость измерений», приведено требование: «Организация должна определить правомочность предыдущих результатов измерений в тех случаях, когда было обнаружено, что использованное измерительное оборудование непригодно для применения по его прямому назначению» [1]. При этом возникает риск ошибочных решений о качестве продукции, ее составных частей, процессов, проверенных этим оборудованием и, речь здесь идет о «метрологических» отказах.

Основная часть

Между тем, как следует из опыта проведения аудитов СМК Организаций, аккредитации испытательных лабораторий (далее – ИЛ), да и квалификации поставщиков, не говоря уже о сертификации СМК Организаций на соответствие требованиям ГОСТ РВ 0015-002-2020, ГОСТ Р ИСО 9001-2015, реализации этого требования не уделяется должного внимания.

Не вдаваясь в обсуждение терминологических расхождений в документах по стандартизации относительно того, что и как подвергается управлению из ресурсов для мониторинга и измерений, отметим, что повсеместно в Организациях, разрабатывающих, изготавливающих, испытывающих и поставляющих радиоэлектронную продукцию существует вполне реальный риск поставить потребителю результаты своей деятельности, не соответствующие требованиям, с возможными катастрофическими последствиями из-за использованного метрологического оборудова-



Винокуров А.В.



Алексеева Т.И.



Зайцева Ю.А.

ния, несоответствие которого было обнаружено после его применения (например, по результатам поверки или калибровки средств измерений (далее – СИ), аттестации испытательного оборудования (далее – ИО), проверки контрольного оборудования (далее – КО) и индикаторов).

Вместе с тем, как показывает опыт, доля забракованных при поверке (калибровке) СИ незначительна (составляет доли единиц процентов от общего числа поверяемых, калибруемых СИ), а информация о доле других компонентов забракованного при проверках оборудования для мониторинга и измерений, неизвестна, хотя последствия этого тоже могут быть серьезными (например, при контроле параметров технологических процессов, таких как – гальваника, закаливание и др.).

Однако повсеместно к этой проблеме имеет место формальный подход. В большинстве случаев в документацию СМК (далее – ДСМК) организации вносится формальное требование, часто один к одному из ГОСТ Р ИСО 9001-2015, без указания порядка проведения оценки, ответственных за реализацию этого требования, управления записями по результатам. Отсюда

полученные Извещения (Акты) о забраковании СИ (ИО) при поверках (аттестациях), данные о забраковании КО и индикаторов при проверках, не используются для оценки правомочности результатов предыдущих измерений, испытаний, контроля.

Основные недостатки при реализации этого требования – это:

- отсутствие (или неполнота) информации о выявленном несоответствии метрологического оборудования (например, нет количественных данных о результатах поверки, проверки, аттестации метрологического оборудования, а лишь фиксируется факт несоответствия);
- полученная метрологическими службами Организации информация о забраковании метрологического оборудования не используется для оценки возможных рисков принятия неверных решений по результатам измерений (оценок правомочности результатов пре-

дыдущих измерений);

- назначение ответственных, реально не имеющих возможности оценить и тем более устранить последствия использования забракованного метрологического оборудования;
- формальный подход к реализации (например, без пояснений оформляется запись «На качество проверенной продукции применение СИ (ИО, КО, Индикатора) не повлияло»);
- оформление записей (Решений) без должной проработки.

В связи с этим ниже предлагается вариант документированной процедуры (далее – ДП) оценки правомочности результатов измерений, испытаний контроля в ДСМК организации, использующей технические средства для измерения и мониторинга продукции и процессов [2] (Рис.1).

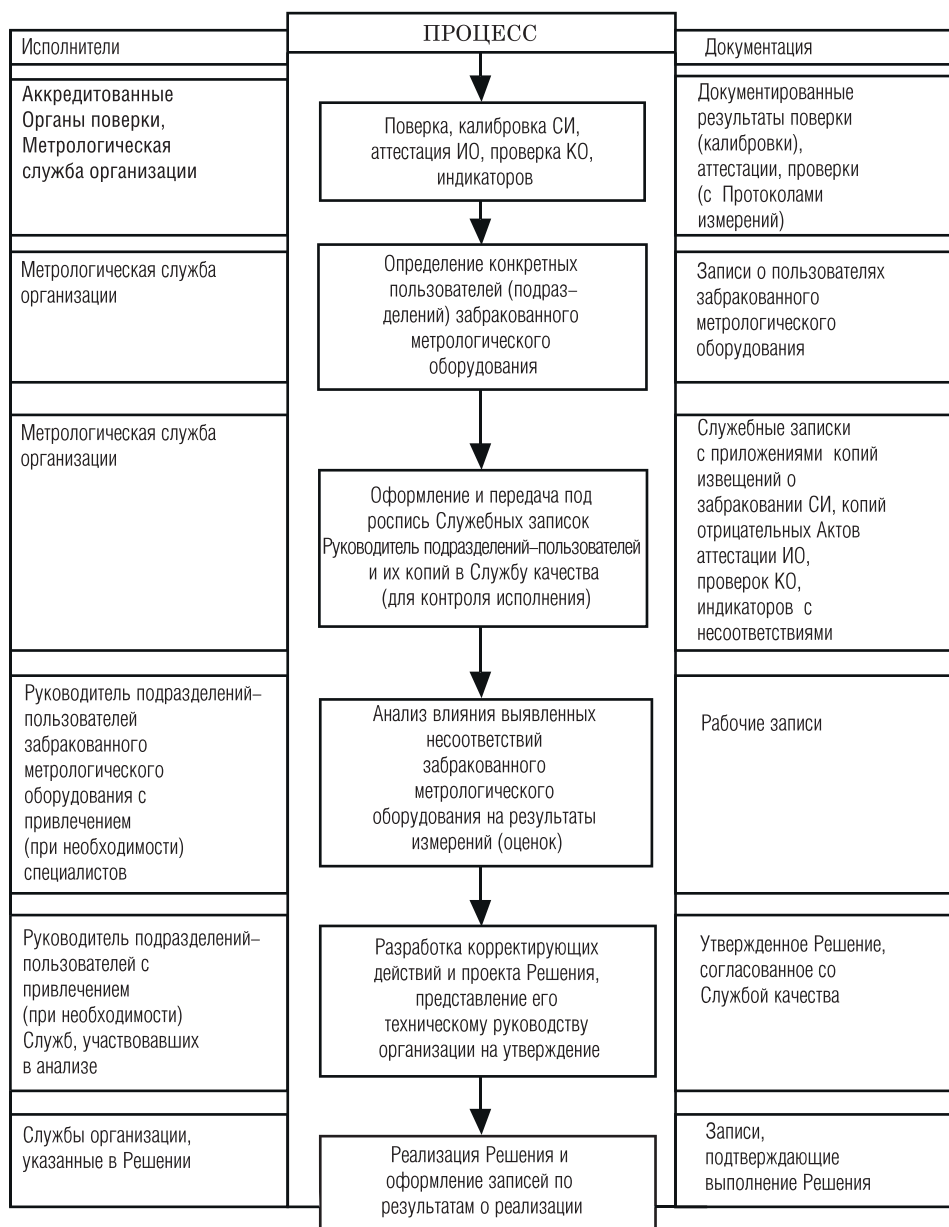


Рис.1 Блок–схема процесса принятия и регистрации решения о правомочности результатов предыдущих измерений (оценок)

Если сбор и предварительные действия (установление пользователей, видов продукции и видов деятельности, где и когда и с какой целью использовалось забракованное метрологическое оборудование) относительно информации о забраковании при поверках, калибровках, аттестациях и проверках метрологического оборудования не вызывает затруднений (следует лишь в обязательном порядке получить конкретные количественные данные из Органов поверки, Метрологической службы Организации, что довольно часто игнорируется), то последующие действия требуют пояснений.

Прежде всего - это анализ влияния выявленных несоответствий метрологического оборудования на оценку правомочности предыдущих результатов измерений, выполненных забракованным метрологическим оборудованием и разработка коррекций и корректирующих действий (при необходимости), которая сводится:

- 1) к сопоставлению допусков оцениваемых параметров продукции (P_d), с указанной в Извещении о непригодности погрешностью, использованного для этого и забракованного СИ (δ_n) и принятии по результатам измерений соответствующих решений;
- 2) к сопоставлению порога срабатывания забракованных Индикаторов, КО – ($P_{ин,ко}$) со значением допустимого уровня контролируемого параметра - ($P_{уд}$) и принятию по результатам оценок соответствующих решений;
- 3) к признанию (непризнанию) правомочности результатов предыдущих измерений (оценок) по результатам проведенного сопоставления.

С точки зрения правовой, если установлена непригодность метрологического оборудования, подтвержденная официальными документами (Извещения, Акты, Протоколы), то результаты, полученные с его помощью в период от предыдущей положительной поверки (аттестации, проверки) до момента официального установления несоответствия не могут быть признаны и использованы для оценки их правомочности. Однако, редакция п. 7.1.5.2 ГОСТ Р ИСО 9001-2015, включенного в п.7.1.5 ГОСТ РВ 0015-002-2020, тем не менее требует оценить правомочность предыдущих результатов, полученных с использованием установленного несоответствия метрологического оборудования.

Отсюда следует возможность учесть установленное значение точности измерения в Извещениях о непригодности, Актах аттестации, Протоколах (оценки) в результате поверки, аттестации, проверки.

Как известно, при соотношении P_d выше 3δ (где δ – погрешность измерения) достаточно однократного измерения (если иное не оговорено методиками измерений) для принятия решения о качестве проверяемой продукции (техпроцесса) - положительного при $P_{и}$ не выше P_d и отрицательного при $P_{и}$ выше P_d , где $P_{и}$ – измеренное значение контролируемого параметра СИ.

При многократных измерениях контролируемого параметра (когда P_d ниже 3δ , но выше δ , и однократные измерения неприменимы) результат оценки измераемого параметра контролируемой продукции $P_{и}^*$

(предельное значение)

$$P_{и} = M P_{и}^* \pm 3 СКО,$$

где:

$M P_{и}$ - математическое ожидание результатов измерения;

$СКО$ - среднеквадратическое отклонение измеряемого параметра. При этом положительное решение принимается при $P_{и}^*$ не выше P_d .

В результате возможные результаты предпринятых выше действий могут быть в виде:

- мотивированной записи об отсутствии влияния установленного несоответствия конкретного СИ, ИО, индикатора, КО (типа, зав.№, конкретное несоответствие) на качество проконтролированной продукции (какой, когда, где), процесса, оформленной в виде и порядке, установленном в Организации, подписанной и утвержденной ответственными должностными лицами с Приложением использованных документов, вследствие сохранения приемлемого соотношения выявленного несоответствия погрешности измерения (контроля) и допуска на измеряемый (контролируемый) параметр (1:3). Одним из факторов признания отсутствия влияния может быть также последующий контроль качества этой продукции с положительными результатами и подтвержденной легитимностью использованного при этом метрологического оборудования;

- записи о неправомочности результата измерения (контроля), когда выявленная величина несоответствующей точности измерения (контроля) выше допуска на измеряемый (контролируемый) параметр (или не соблюдено соотношение погрешности измерения и допуска на параметр 1:3); в этом случае продукция (процесс) должна быть перепроверена, потребитель извещен об этом (если продукция отправлена ему) для принятия соответствующих корректирующих действий (например, дополнительные измерения при входном контроле, контроль качества полученной продукции).

Что касается оформления документированной процедуры по оценке правомочности результатов измерений (оценок), то, по нашему мнению, её целесообразно кратко отразить в «Руководстве по качеству» (в разделе 7.1.5).

При этом возложение ответственности за принятие и регистрацию Решения на Метрологическую службу Организации нецелесообразно.

Заключение

Рассмотренные выше предложения по оформлению и реализации процедуры оценки правомочности результатов предыдущих измерений (испытаний, контроля), выполненных метрологическим оборудованием, несоответствие которого установлено в результате поверки, калибровки, аттестации, проверки, снижают (исключают) риск использования некачественной продукции в сфере эксплуатации [3]. Еще одним из возможных способов уменьшения упомянутого выше риска – использование при контрольных операциях дополнительных СИ, КО, индикаторов.

Литература

1. ГОСТ РВ 0015-002-2020 СРПП ВТ. СМК. Требования
2. Степанов А.В., Степанов В.А. «ГОСТ РВ 0015-002-2020: Требования к ресурсам для мониторинга и измерений. Проблемы разработки». Радиоэлектронная отрасль; Проблемы и их решения, 1(5) 2022, с. 27-30.
3. ГОСТ РВ 0008-001-2013. ГСОЕИ. Обеспечение единства измерений при выполнении ГОЗ. Общие требования к организации и порядку проведения метрологических работ.

УДК 621.3.019.3

О ВОЗМОЖНОМ МЕТОДЕ ПОЛУЧЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОТКАЗНОСТИ ПРИ ЗАДАННОМ ПОКАЗАТЕЛЕ НАРАБОТКА ДО ОТКАЗА

ABOUT A POSSIBLE METHOD FOR OBTAINING VALUES OF PROBABILITY INDICATORS FOR A GIVEN INDICATOR OPERATING TIME TO FAILURE

Синельников Ю.Г., Рыбаков А.К., ФГБУ «ВНИИР»; +7 (495) 586-17-21, sinelnikov@vniir-m.ru, rybakov@vniir-m.ru;
Долгополов В.Г., ФГБУ «46 ЦНИИ» Минобороны России; +7 (495) 471-30-23, 3121400-sg@mail.ru
Sinelnikov Y.G., Rybakov A.K., FSBI "VNIIR"; +7 (495) 586-17-21, sinelnikov@vniir-m.ru, rybakov@vniir-m.ru; **Dolgoplov V.G.**, 46 Central Research Institute Ministry of Defense of the Russian Federation; +7 (495) 471-30-23, 3121400-sg@mail.ru

Аннотация. До принятия современной нормативной базы в области надежности ЭКБ для задания требований к безотказности применялся показатель «наработка до отказа» T_n , который носил детерминированный характер. При переходе на вероятностную систему показателей «гамма-процентная наработка до отказа» T_γ и «вероятность» γ [1] возникает необходимость перехода от одной системы показателей к другой. Рассмотрим возможный способ перехода от одной системы показателей к другой путем обработки результатов испытаний с применением метода статистического прогнозирования тренда технических параметров изделий.

Annotation. Prior to the adoption of the modern regulatory framework in the field of ECB reliability, the "time to failure" indicator T_n , which was of a deterministic nature, was used to set the requirements for fail-safe operation. When switching to the probabilistic system of indicators "gamma-percentage time to failure" T_γ and "probability" γ [1], there is a need to move from one system of indicators to another. Consider a possible way to move from one system of indicators to another by processing the test results using the method of statistical trend forecasting of the technical parameters of products.

Ключевые слова: надежность, показатель безотказности, метод статистического прогнозирования тренда технических параметров изделий.

Keywords: reliability, fail-safe rate, method of statistical forecasting of the trend of technical parameters of products.

Введение

Для подтверждения требований к безотказности при заданных значениях показателей T_n , в нормативной документации, в частности в ОТУ на микросхемы, установлены фиксированные объемы выборок, объем которых, при переходе к системе показателей T_γ и γ , зачастую не обеспечивает подтверждение требований к безотказности даже для минимально возможного согласно нормативным документам значения $\gamma=95\%$.

Применение для перерасчетов различных значений показателей T_n в показатели T_γ и γ сведений из разделов стандартов «справочные данные» о значениях T_γ и γ не представляется корректным, так как справочные данные по сути не есть детерминированные величины, связанные с показателями T_n каким либо аналитическим выражением и могут изменяться по результатам испытаний или подконтрольной эксплуатации. Кроме того, если применяется показатель безотказности из справочных данных, и при этом значение T_n меньше значения T_γ из справочных данных, то при одинаковых режимах и температурах для обоих показателей T_n и T_γ подтвердить необходимо большее значение показателя, то есть T_γ при γ из справочных данных.

Получить статистическую информацию для расчета вероятности γ возможно на этапе проведения испытаний



Синельников Ю.Г.



Рыбаков А.К.



Долгополов В.Г.

на безотказность при подтверждении заданных требований к T_n или путем обработки результатов прошедших испытаний при наличии достаточной статистической информации: необходимая продолжительность испытаний t_n должна составлять не менее чем $0,3 \cdot T$ и объем выборки n должен быть не менее 10 образцов для получения близкого к нормальному распределению результатов испытаний [2].

Основная часть

Расчеты выполняются с использованием методического аппарата и справочных данных из стандарта [2] с учетом значения доверительной вероятности $\beta=0,6$, при этом объем выборки n должен быть не менее 10 образцов для получения близкого к нормальному

распределению результатов испытаний.

Расчеты выполняются после проведения испытаний отдельно для каждого из k параметров-критериев годности (далее – ПКГ) Y со значениями y_i (τ_j) по результатам замеров ПКГ в каждой j из l точек контроля по каждому i из n образцов по формулам (1)...(14) аналогично [3]. Результаты расчетов обобщаются по всем ПКГ в формуле (15).

Значения моментов времени контроля τ_j корректируют путем их умножения на коэффициент ускорения испытаний K_y , установленный для этапа (вида) испытаний в j -той точке контроля.

Рассчитываются математическое ожидание m_0 , дисперсия D_0 и среднеквадратическое отклонение σ_0 в начальной точке контроля $j=0$:

$$m_0 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i(\tau_0); \quad (1)$$

$$D_0 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (y_i(\tau_0) - m_0)^2; \quad (2)$$

$$\sigma_0 = \sqrt{D_0}. \quad (3)$$

По каждому образцу изделий определяются коэффициенты линейной функции, аппроксимирующей изменение во времени τ параметров в процессе испытаний:

$$y_i(\tau) = a_i + v_i \cdot \tau, \quad (4)$$

Коэффициенты a_i и v_i определяют методом наименьших квадратов из системы уравнений:

$$\left. \begin{aligned} a_i \cdot 1 + v_i \cdot \sum_{j=1}^l \tau_j &= \sum_{j=1}^l y_i(\tau_j) \\ a_i \cdot \sum_{j=1}^l \tau_j + v_i \cdot \sum_{j=1}^l \tau_j^2 &= \sum_{j=1}^l (\tau_j \cdot y_i(\tau_j)) \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

Скорость изменения параметра характеризуется коэффициентом наклона линейной функции v .

Для каждого ПКГ вычисляют математическое ожидание скорости изменения параметра m_v , дисперсию скорости D_v и среднеквадратическое отклонение скорости σ_v :

$$m_v = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n v_i; \quad (6)$$

$$D_v = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (v_i - m_v)^2; \quad (7)$$

$$\sigma_v = \sqrt{D_v}. \quad (8)$$

Определяются верхняя $v_{\text{верх}}$ и нижняя $v_{\text{нижн}}$ границы доверительного интервала математического ожидания скорости изменения параметров по формулам:

$$v_{\text{верх}} = m_v + t_{1-\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{\sigma_v}{\sqrt{n}}; \quad (9)$$

$$v_{\text{нижн}} = m_v - t_{1-\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{\sigma_v}{\sqrt{n}}. \quad (10)$$

где:

$t_{(1-\alpha/2)}$ – квантиль распределения Стьюдента с $n-1$ степенями свободы, отвечающий доверительной вероятности $\beta=1-\alpha$.

В качестве скорости изменения параметров v принимают их верхние или нижние доверительные границы по следующим правилам:

Для одностороннего ограничения на ПКГ:

- если $v_{\text{верх}}$ имеет положительный знак, а параметр ограничен допуском снизу, или наоборот, $v_{\text{нижн}}$ имеет отрицательный знак, а параметр ограничен допуском сверху, то донный ПКГ далее не рассматривается;
- если параметр-критерий годности ограничен допуском сверху, тогда расчеты продолжают при $v_{\text{верх}}$;
- если параметр-критерий годности ограничен допуском снизу, тогда расчеты продолжают при $v_{\text{нижн}}$.

Для двухстороннего ограничения на ПКГ:

- если $v_{\text{верх}}$ и $v_{\text{нижн}}$ имеют положительный знак, а параметр ограничен допуском снизу, или наоборот, $v_{\text{верх}}$ и $v_{\text{нижн}}$ имеют отрицательный знак, а параметр ограничен допуском сверху, то донный ПКГ далее не рассматривается;
- если $v_{\text{верх}}$ и $v_{\text{нижн}}$ имеют один знак, то при расчетах берут максимальное абсолютное значение скорости, при положительном знаке скорости расчеты продолжают только для верхнего допуска на ПКГ, при отрицательном знаке скорости расчеты продолжают только для нижнего допуска на ПКГ;
- если $v_{\text{верх}}$ и $v_{\text{нижн}}$ имеют противоположные знаки, то расчеты продолжают как для верхнего допуска на ПКГ, так и для нижнего допуска на ПКГ, при этом в дальнейшем из двух значений берут значение, приводящее к меньшему значению вероятности P , рассчитываемой по формуле (14).

Вычисляют математическое ожидание m_Y и среднеквадратическое отклонение σ_Y наработки по каждому из ПКГ:

$$m_Y = \frac{|y_{T3} - m_0|}{|v|} \quad (11)$$

$$\sigma_Y = \frac{\sigma_0}{|v|} \quad (12)$$

где:

y_{T3} – норма ТЗ на ПКГ.

Законом распределения является нормальный закон с математическим ожиданием и дисперсией, определенными для испытываемого изделия:

$$F(t) = \Phi(m_Y; \sigma_Y) \quad (13)$$

По каждому ПКГ в пределах минимальной наработки T_H вычисляют вероятность P по формуле:

$$P = 1 - F(T_H) = 1 - \int_0^{T_H} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_Y} \cdot e^{-\frac{(\tau - m_Y)^2}{2\sigma_Y^2}} d\tau \quad (14)$$

Определяем минимальное значение $P^{\text{мин}}$ из рассчитанных P для каждого из k ПКГ Y :

$$P^{\text{мин}} = 100 \cdot \min_{Y1...k} P \quad (15)$$

При вычислениях используются следующие данные из ГОСТ Р 50779.21:

- 1) Пункт 6.2. Алгоритм точечного и интервального оценивания среднего значения при неизвестной дисперсии (приведен в таблице 6.2);
- 2) Пункт 7.1. Алгоритм точечного и интервального оценивания дисперсии или стандартного отклонения (приведен в таблице 7.1);
- 3) Приложение Б (справочное). Таблица значений квантилей распределения Стьюдента;

4) Приложение А (справочное). Таблица значений функции стандартного нормального закона распределения.

Результаты испытаний по подтверждению наработки до отказа T_n считаются положительными, если:

- при испытаниях выборки не произошло ни одного отказа;

- значение вероятности $P^{мин}$ не менее допустимого в нормативных документах значения 95%.

При положительных результатах испытаний:

- значение вероятности γ испытываемых изделий принимается равным ближайшему меньшему от $P^{мин}$ значению $\gamma_{ГОСТ}$ из ряда: 95,00; 97,50; 99,00; 99,50; 99,90; 99,95; 99,99;

- значение T_γ испытываемых изделий принимается равным T_n .

В дополнение необходимо отметить, что в некоторых стандартах применяется термин долговечность для неремонтируемых изделий, что может привести к неоднозначной трактовке терминов.

Анализ определений терминов и пояснений к тер-

минам из [1] показывает, что для неремонтируемых (невосстанавливаемых) объектов, долговечность – это способность объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния первого вида, то есть до наступления неработоспособного состояния, что соответствует наступлению отказа.

Следовательно, термин «долговечность» соответствует термину «безотказность на интервале наработки T_γ (t_λ) или T_n », а термин «испытания на долговечность» соответствует термину «длительные испытания на безотказность продолжительностью T_γ (t_λ) или T_n ».

Заключение

Таким образом, при положительных результатах испытаний, подтверждаются требования к безотказности изделий заданные в виде показателей T_n , установленных в устаревшей нормативной базе, и требования к безотказности в системе показателей безотказности T_γ и γ корректно полученные в полном соответствии с нормативной документацией.

Литература

1. ГОСТ Р 27.102-2021 Национальный стандарт Российской Федерации. Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения.

2. ГОСТ Р 50779.21-2004 Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным.

Часть 1. Нормальное распределение.

3. Синельников Ю.Г., Рыбаков А.К. О возможном сокращении объема испытаний при подтверждении требований к сохраняемости, Радиоэлектронная отрасль: проблемы и их решения, № 4 (8) 2022, стр. 22.

УДК 006.91

УСТАНОВЛЕНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ РУКОВОДЯЩИХ ДОКУМЕНТОВ ПО МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ

CONCEPTUAL FOUNDATIONS OF THE ESTABLISHMENT AND REALIZATION OF MANDATORY METROLOGICAL REQUIREMENTS TO MEASUREMENTS OF PARAMETERS IN THE PROCESS OF CREATING A GUIDANCE DOCUMENT ON METROLOGICAL SUPPORT OF ELECTRONIC COMPONENT BASE PRODUCTS DEVELOPMENT

Быканов В.В., К. Т. Н., С. Н. С., **Есакова М.М.**, **Тупицина А.В.**, **Кремнева А.В.**; ФГБУ «ВНИИР», +7 (903) 774-25-07, sertifbv@yandex.ru

Vukanov V.V., Ph.D. of engineering sciences, Senior Researcher Officer, **Esakova M.M.**, **Tupitsina A.V.**, **Kremneva A.V.**; FSBI «VNIIR», +7 (903) 774-25-07, sertifbv@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы, освещающие важную проблему при разработке электронной компонентной базы. В настоящее время обеспечение своевременного обоснования и качественного установления метрологических требований в техническом задании на разработку электронной компонентной базы является главной целью развития системы обеспечения единства измерений. Рассматриваются основополагающие аспекты, которые базируются на модернизации отраслевой системы стандартов, в частности – метрологическому обеспечению разрабатываемой электронной компонентной базы.

Annotation. This article discusses issues that highlight an important problem in the development of an electronic component base. At present, ensuring the timely justification and qualitative establishment of metrological requirements in the terms of reference for the development of an electronic component base is the main goal of developing a system for ensuring the uniformity of measurements. The fundamental aspects are considered, which are based on the modernization of the industry standards system, in particular, the metrological support of the developed electronic component base.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, электронная компонентная база, руководящий документ.

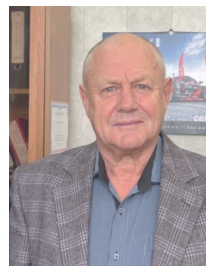
Keywords: metrological assurance, electronic component base, guidance document.

Введение

В последние годы в России принимаются значительные усилия по созданию современной отечественной электронной компонентной базы (далее – ЭКБ) для радиоэлектронной аппаратуры вооружения, военной и специальной техники и других стратегически значимых объектов государственного и общепромышленного назначения, что в значительной мере определяет уровень их тактико-технических и эксплуатационных характеристик, технологическую независимость и информационную безопасность государства. К 2030 году должны быть полностью произведены разработки с точки зрения создания ЭКБ по 6 базовым производственным направлениям: силовая электроника, микроэлектроника, СВЧ-электроника, пассивная электроника, оптоэлектроника, электротехника. Качество функционирования ЭКБ в составе узлов, модулей, систем и комплексов определяют их технические характеристики. Измерение данных характеристик осуществляется методами инструментального контроля, определяемыми соответствующей нормативно-технической документацией (далее – НТД), которая включает основополагающие государственные стандарты (далее – ГОСТ) на методы и средства измерений параметров изделий оборонной промышленности, систему ГОСТ на методы испытаний (измерений) на определенные классы (группы) ЭКБ, технические условия (далее – ТУ) на конкретные типы изделий ЭКБ.

Исследования, проведенные ФГБУ «ВНИИР», позволили разработать кадастр технических характеристик ЭКБ, подлежащих инструментальному контролю, и номенклатурный перечень с основными техническими характеристиками контрольной измерительной аппаратуры для метрологического обеспечения (далее – МО) разработки и производства современной ЭКБ. Общий перечень технических характеристик ЭКБ, подлежащих инструментальному контролю в процессе разработки, изготовления и испытаний составил более 800 параметров. К сожалению, в существующей НТД отсутствует единый подход к МО разработки, испытаний и производства ЭКБ. Поэтому приоритетным направлением при разработке нормативных документов, регламентирующим организацию и порядок МО разработки, испытаний и производства ЭКБ, является создание нормативных документов с едиными требованиями для оборонной и народно-хозяйственной продукции [1].

В «Стратегии развития электронной промышленности до 2030 года» совершенствование МО деятельности предприятий отражено в ключевом направлении «Отраслевые стандарты». Данное направление включает обеспечение своевременного обоснования и качественного установления метрологических требований в техническом задании (далее – ТЗ) на разработку перспективной ЭКБ, метрологическое сопровождение ее создания, проведение предприятиями обязательной метрологической экспертизы (далее – ОМЭ) и метрологической экспертизы (далее – МЭ) технической документации на этапах создания и испытаний, наличие руководящих нормативно-методических документов по анализу и оценке технических решений по выбору



Быканов В.В.



Есакова М.М.



Тупицина А.В.



Кремнева А.В.

параметров, подлежащих измерению, установлению норм точности и обеспечению методами и средствами измерений процессов разработки, испытаний, производства ЭКБ [2].

Процесс разработки перспективной ЭКБ на предприятиях радиоэлектронной отрасли предполагает реализацию законодательства Российской Федерации (далее – РФ) в техническом регулировании (далее – ТР), обеспечении единства измерений (далее – ОЕИ) и стандартизации.

Схема взаимодействия трех основополагающих аспектов представлена на рисунке 1.

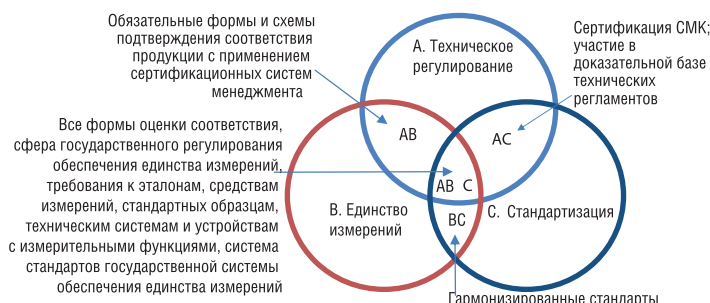


Рис.1. Схема взаимосвязи основных законодательных аспектов метрологического обеспечения

Из данного рисунка видно, что ТР, ОЕИ и стандартизация составляют основу для качественного функционирования МО при разработке ЭКБ.

Следует отметить, что в прикладной метрологии применяется термин «метрологическое обеспечение измерений», который представляет систематизированный, строго определенный набор средств и методов, направленных на получение измерительной информации, обладающей свойствами, необходимыми для выработки решений по приведению разрабатываемых ЭКБ, радиоэлектронной аппаратуры (далее – РЭА) в целевое состояние. Понятие «метрологическое обеспечение» является родовым, в состав которого входят видовые, как «метрологическое обеспечение разработки», «метрологическое обеспечение производства», «метрологическое обеспечение технологического процесса», «метрологическое обеспечение качества». В

рамках науки о ТР применяется термин «метрологическое обеспечение технического регулирования». Существующая в настоящее время система общих технических требований (далее – СОРТ) по МО относится только к видам вооружения и военной техники (далее – ВВТ), включая системы и комплексы (образцы) ВВТ [3].

Основные требования СОРТ предъявляются к МО конкретных образцов разрабатываемых ВВТ. Нас же в процессе разработки и производства ЭКБ интересует конкретно оценка качества их параметров, представляющая совокупность операций, выполняемых с целью оценки соответствия конкретной продукции установленным требованиям. Требования устанавливаются в нормативно правовых актах, стандартах, ТЗ на проектирование и разработку, ТУ. Основной формой оценки является контроль. В процедуру контроля качества входят операции измерения, анализа, испытания, которые являются объектом МО. Основными требованиями к качеству проведения измерений, анализа и испытаний являются точность и воспроизводимость результатов. Выполнение этих требований в существенной степени зависит от соблюдения правил метрологии. Однако до настоящего времени в радиоэлектронной отрасли нет руководящих документов (далее – РД) по МО на различных этапах жизненного цикла ЭКБ, заданию метрологических требований в процессе разработки перспективных ЭКБ.

Разработку РД по МО целесообразно осуществить в наиболее короткие сроки в период 2023 – 2025 гг. Учитывая сложность данной работы (разработка РД в соответствии с современной нормативно-правовой базой в области ТР и ОЕИ и тот факт, что разработка затрагивает содержание большого числа документов по стандартизации оборонной и народнохозяйственной продукции (далее – ДСОП), имеющих разделы «Требования к метрологическому обеспечению ЭКБ», такую работу целесообразно осуществлять путем предварительной подготовки, обсуждения и одобрения концептуальных основ установления метрологических требований и организации измерений параметров ЭКБ, а также содержания нового РД.

Проведенный анализ нормативных правовых основ и деятельности по организации и проведению измерений параметров ЭКБ и связанных с ними процессов, ОЕИ и МО разработки ЭКБ позволяет сделать следующие выводы:

1. Перечисленные виды деятельности для сферы государственного регулирования (далее – СГР) ОЕИ определяются:

а) Федеральными законами:

- о ТР (в части организации и выполнения измерений как формы оценки соответствия оборонной продукции и процессов установленным обязательным требованиям) [3];

- об ОЕИ (в части ОЕИ, точности и достоверности их результатов) [5];

измерений и обеспечения их качества) [6];

б) многочисленными нормативно-правовыми актами РФ (Указами Президента РФ, постановлениями Правительства РФ, приказами Минпромторга России и Минобороны России (в части установления основ системы оценки соответствия оборонной продукции и процессов, включая измерения их параметров, и основ ОЕИ в СГР);

в) несколькими ДСОП (в части установления понятия МО и организации соответствующей деятельности).

2. Понятие МО и концепция МО, сформулированные в конце 80-х годов прошлого века, устарели, не предусматривают требования сегодняшнего законодательством в области ТР, ОЕИ и стандартизации.

3. Изложенные в ДСОП основы МО являются нормативно-правовыми, организационными и техническими основами ОЕИ, образованными:

- Федеральным законом об ОЕИ и нормативно-правовыми актами РФ, принятыми в его развитие (в части нормативных правовых основ);

- ФОИВ, уполномоченными решать задачи ОЕИ, и находящимися в их ведении метрологическими организациями, метрологическими службами и поверочными органами, а также юридическими лицами, аккредитованными в области ОЕИ (в части организационных основ);

- метрологической техникой, состоящей из эталонов единиц величин всех уровней точности, метрологических комплексов, поверочных установок и других средств поверки, включая средства измерений, стандартные образцы и вспомогательное оборудование, применяемые для выполнения поверочных работ (в части технических основ).

4. Как показано выше, объектом МО в соответствии с законодательством РФ о ТР и об ОЕИ должны быть измерения параметров ЭКБ. Поэтому одной из важнейших задач МО является оценка точности и достоверности измерений физических величин [7]. Обе эти категории выражаются и определяются через погрешность и неопределенность измерений. Теория о погрешности и неопределенности измерений, методах их оценивания, формах представления являются одной из важнейших задач ОЕИ. Следует отметить, что единство измерений – это состояние измерений, при которых их результаты выражены в допущенных к применению в РФ единицах величин, а показатели точности измерений (далее – ПТИ) не выходят за установленные границы [5]. Само определение ПТИ и его установленных границ в нормативно-правовых актах и ДСОП не раскрыто. Сегодня результаты и характеристики погрешностей измерений, формы их представления регламентируются, к примеру [8, 9]. Здесь и задаваемые в качестве требуемых или допускаемых нормы погрешности измерений, и неопределенность измерений (причем регламентированы такие неопределенности измерений, как неопределенность, стандартная неопределенность, суммарная неопределенность, расширенная неопределенность).

Целью измерения является получение оценки истинного значения измеряемой величины. Понятие погрешности измерений, как разности между резуль-

татом измерений и истинным (действительным) значением измеряемой величины, используется для описания точности измерений в отечественной нормативной документации. Говоря об оценивании погрешности, в отечественной метрологической практике подразумевают оценивание ее характеристик.

Для выражения точности измерений также введено понятие неопределенности измерений. Неопределенность измерений понимается как неполное знание измеряемой величины и для количественного выражения этой неполноты вводится распределение вероятностей возможных (обоснованно приписанных) значений измеряемой величины. Таким образом, параметр этого распределения (так называемый – неопределенность) количественно характеризует точность результата измерений.

Сходными для обоих подходов являются последовательности действий при оценивании характеристик погрешности и вычислении неопределенности измерений:

- анализ уравнения измерений;
- выявление всех источников погрешности (неопределенности) измерений и их количественное оценивание;
- введение поправок на систематические погрешности (эффекты), которые можно исключить.

5. Оценка стандартной неопределенности по результатам повторных измерений. Значение: x_i физической величины X_i может быть определено из показаний $x_{i,k}$ повторных независимых измерений при условии, что $1 \leq k \leq n$. Среднее \bar{x}_i является оценкой значения величины, а стандартное отклонение среднего $s(\bar{x}_i)$ представляет собой квадратный корень эмпирической дисперсии. Они рассчитываются статистическими методами:

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{i,k}; s(\bar{x}_i) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{k=1}^n (x_{i,k} - \bar{x}_i)^2}. \quad (1)$$

Если количество показаний достаточно велико (на практике $n \geq 10$), то стандартное отклонение среднего считается стандартной неопределенностью $u(\bar{x}_i)$, соответствующей значениям \bar{x}_i величины X_i . Если стандартное отклонение $S_0(X_i)$ измерений такого типа известно по результатам $n_0 \geq 10$ предыдущих измерений и среднее значение рассчитано по показаниям $n \leq n_0$, то

$$u(\bar{x}_i) = s(\bar{x}_i) \text{ для } n_0 \geq 10; u(\bar{x}_i) = s_0(\bar{x}_i) \sqrt{\frac{n_0}{n}} \text{ для } n \leq n_0 \geq 10. \quad (2)$$

Этот метод «приписывания» значения и неопределенности некоторой величине, основанный на отдельных показаниях, называют «оценкой неопределенности типа А». Число степеней свободы ν_i , эффективное с точки зрения описания характера неопределенности, определяется выражением:

$$\nu_i = n - 1. \quad (3)$$

Пусть значения ε некоторой величины малы $|\varepsilon| \leq a \neq 0$ и изменяются по закону прямоугольного распределения вероятностей в интервале с полушириной a , причем упомянута величина является аргументом функ-

ции, симметричной относительно центра интервала (например, косинусоидальная функция, $x_i = \cos^g \approx 1 - g\varepsilon^2/2$, проекция некоторой области). Тогда значения x_i и стандартная неопределенность $u(x_i)$ определяются в соответствии с выражениями:

$$x_i = \cos^g \varepsilon \rightarrow x_i = 1 - g \frac{a^2}{6}; u(x_i) = g \frac{a^2}{\sqrt{45}}. \quad (4)$$

В некоторых случаях в уравнении (4) удобнее приравнять x_i единице и включить поправку в суммарную стандартную неопределенность:

$$x_i = \cos^g \varepsilon \rightarrow x_i = 1; u(x_i) = g \frac{a^2}{\sqrt{20}}. \quad (5)$$

Этот метод «приписывания» значения и неопределенности некоторой величине, основанной на определенной форме распределения, называют «оценкой стандартного отклонения типа В». С учетом данной оценки количество степеней свободы ν_i определяется как $\nu_i = \infty$. Наличие неограниченного числа степеней свободы следует принимать во внимание всякий раз, когда, кроме характера распределения, отсутствует прочая информация.

Стандартная неопределенность лежит в основе любых расчетов и используется в большинстве случаев. Во многих случаях более удобно относительное представление, и возможно преобразование стандартной неопределенности $u(x_i)$ в относительную неопределенность $w(x_i)$, если значение $x_i \neq 0$, т. е. отлично от нуля:

$$w(x_i) = u_{\text{отн}}(x_i) = \frac{u(x_i)}{|x_i|}, \quad (6)$$

Суммарная стандартная неопределенность одной выходной величины. Выходное значение y рассчитывается на основе нескольких значений входных величин $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, согласно модели $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Из модели величин определяются производные c_i и затем подставляются входные значения соответствующих величин:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n); C_i = \frac{\partial F}{\partial x_i}. \quad (7)$$

С помощью этой модели рассчитывается суммарная стандартная неопределенность $u(y)$ для значения выходной величины в виде линейной аппроксимации с использованием стандартных неопределенностей $(x_i, x_j) = u(x_i)u(x_j)r(x_i, x_j)$ для $1 \leq i, j \leq n$:

$$u^2(y) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_i c_j u(x_i, x_j) = u(x_i)u(x_j) r(x_i, x_j) \stackrel{\text{def}}{=} 1. \quad (8)$$

Значения некоторой величины и соответствующей стандартной неопределенности подчиняются закону распределения вероятностей этой величины. Если отсутствует иная информация, то следует принимать нормальное (Гауссово) распределение без ограничения числа степеней свободы $\nu \rightarrow \infty$.

Для многих приложений результатом измерения должен быть интервал, центром которого является искомое значение с заданной вероятностью того, что

в процессе повторных измерений оно будет находиться в пределах этого интервала. Такое представление результата измерения называют измерением с расширенной неопределенностью U . При нормальном распределении $\nu \rightarrow \infty$, коэффициент охвата $k = k(\nu \rightarrow \infty) = 2$. Это означает, что с вероятностью, равной 95 %, искомое значение находится в этом интервале. Функция $k(\nu)$ табулирована для нескольких уровней вероятности, причем рекомендуется уровень, соответствующий $k=2$.

Следовательно, неопределенность измерения выражает тот факт, что для данной измеряемой величины и для данного результата ее измерения нет единственного значения, а есть бесконечное число значений, рассеянных вокруг результата, который согласуется со всеми наблюдениями и данными, а также со знанием физического мира, и который с различной степенью уверенности может быть приписан измеряемой величине.

Таким образом, понятию «неопределенность измерения» следует приписать в известной мере философское толкование, основанное на невозможности точного определения истинного значения измеряемой величины.

Поэтому оценкой с учетом достаточно надежной априорной и апостериорной информации служит интервал значений, в котором пребывает искомый результат измерений.

Здесь необходимо сделать пояснение. Существующее руководство по неопределенности измерений [9] ориентировано на метрологов, выполняющих работы на высших уровнях поверочных схем (фундаментальные исследования в науке и технике, разработка первичных эталонов, их аттестация, сличение с национальными эталонами других стран, системы единиц, общая теория измерений, медицина, аналитическая химия, мониторинг окружающей среды), т.е. ориентировано на апостериорную оценку качества измерений после того, как эксперимент состоялся. В производственной практике, в том числе и при разработке новой ЭКБ, преобладают априорные оценки качества измерений. В документе [10] подчеркивается, что он «не распространяется на методики выполнения измерений, характеристики погрешности измерений по которым определяются в процессе или после их применения». Основной способ оценивания качества измерений в производстве – это разработка методик измерений и их аттестация до того, как измерения состоялись. Следует отметить, что при разработке ЭКБ на основе измерений выполняются и более сложные процедуры – допусковой контроль, испытания, диагностирование, управление, регулирование и т. п., к которым концепция неопределенности не адаптирована. В связи с вышеизложенным назрела настоятельная необходимость в разработке единого документа для предприятий, подведомственных ДРЭП Минпромторга России в части МО, как вариант «Руководящий документ. Электронная компонентная база. Общие требования по метрологическому обеспече-

нию в процессе разработки и производства».

6. Основная деятельность (измерения и испытания) обеспечивающая деятельность по МО разработки ЭКБ, предполагает системный подход к их четкому разграничению, определяет полномочия и ответственность должностных лиц и организационных структур за их осуществление с целью повышения качества разрабатываемых ЭКБ.

Структурная модель организации и осуществления метрологической деятельности, отвечающая требованиям законодательства РФ о ТР и об ОЕИ представлена на рисунке 2:

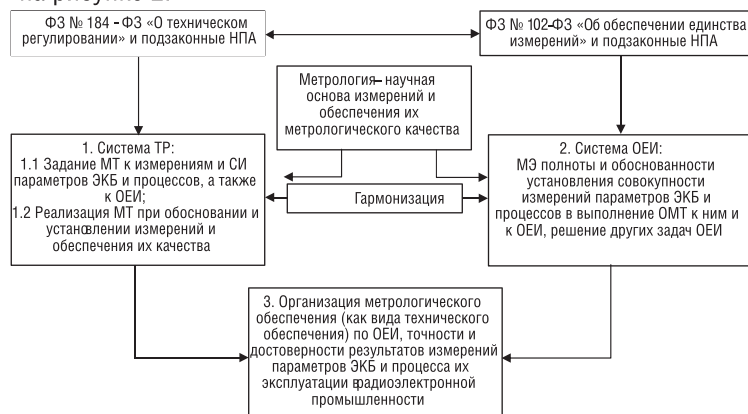


Рис. 2. Структурная модель организации и осуществления метрологической деятельности

1. Система ТР включает:

- часть 1. Задание обязательных метрологических требований (далее – ОМТ) к измерениям и средства измерения (далее – СИ) параметров ЭКБ и связанных с ней процессов;
- часть 2. Реализацию этих требований при обосновании и установлении измерений и обеспечения их метрологического качества.

Под процессами в соответствии с законодательством РФ о ТР понимаются проектирование, производство, испытания, эксплуатация и другие виды деятельности на стадиях жизненного цикла разработки ЭКБ, а под продукцией – ЭКБ, вещества, материалы и другая продукция двойного назначения.

Более подробное рассмотрение части 1.1 и 1.2 системы ТР в части установления метрологических требований (далее – МТ) к измерениям и их организации, основанные на законодательстве РФ о ТР позволило сформулировать предложения по структуре и содержанию РД по МО.

2. Система ОЕИ, основанная на законодательстве РФ об ОЕИ и включающей правильность установления МТ к измерениям и СИ параметров разрабатываемой ЭКБ и процессов, ОМЭ, а также решение других задач ОЕИ.

Основой ОЕИ являются:

- 4 федеральных закона, 20 нормативно-правовых актов (далее – НПА) Правительства РФ, «О НПА Минпромторга, Минэкономразвития, Минобороны РФ, и ряд ДСОП государственной системы обеспечения (далее – ГСИ) единства измерений (нормативно-правовая основа);
- федеральный орган исполнительной власти (далее –

ФОИВ), госкорпорации, организации и предприятия радиоэлектронной отрасли, государственные метрологические организации и службы, метрологические службы (далее - МС) других ФОИВ в области обороны и безопасности, организаций и объединений оборонно-промышленного комплекса (далее - ОПК), юридические лица, аккредитованные на право проведения работ по ОЕИ и поверочные органы (организационная основа);

- государственные первичные эталоны единиц величин (далее - ГПЭ ЕВ), рабочие эталоны (далее - РЭ ЕВ), автоматизированные рабочие места поверителей, СИ и вспомогательное оборудование, применяемое при поверке, составляющие по совокупности метрологическую технику (техническая основа).

3. Организация и осуществление МО разработки ЭКБ, как вида их технического обеспечения и составной части материально-технического обеспечения, распространяющегося на измерения и СИ параметров ЭКБ, заключающегося в установлении и решении задач ОЕИ, точности и достоверности результатов измерений с учетом особенностей решения задач ОЕИ, определяемых назначением, оснащением и деятельностью этих организационных структур.

Особенности организации МО как вида технического обеспечения конкретных организационных структур, по решению задач ОЕИ, точности и достоверности результатов измерений параметров ЭКБ и процессов, устанавливается НПА (руководствами, положениями, наставлениями, стандартами) этих структур.

Решение задач ОЕИ осуществляется МС, с участием подразделений, решающих основные задачи и применяющих для этого измерения и СИ.

Из содержания структурной модели (рисунок 2) видна системообразующая роль и место МЭ в гармонизации деятельности систем ТР и ОЕИ этой структуры и обеспечения с одной стороны необходимого метрологического качества измерений параметров ЭКБ и связанных с ними процессов и с другой стороны – эффективности метрологической системы, обеспечивающей это качество.

МЭ в соответствии с законодательством РФ об ОЕИ является важнейшей формой государственного регулирования ОЕИ, а в соответствии с законодательством РФ о ТР является формой оценки соответствия измерений и СИ параметров ЭКБ и процессов установленным к ним МТ [11].

Роль МЭ в гармонизации взаимодействия систем ТР и ОЕИ представлена на рисунке 3.

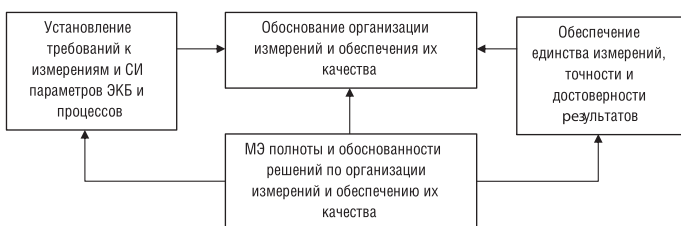


Рис.3. Роль МЭ в гармонизации взаимодействия систем 1 и 2 структурной модели организации метрологической деятельности

Измерения параметров разрабатываемой ЭКБ и

связанных с ней процессов являются единственной объективной количественной формой оценки их соответствия требованиям государственных заказчиков, лежащей в основе всех технических форм оценки соответствия – испытаний, контроля качества, контроля технического состояния, приемки, проверки, подтверждения соответствия и т.д.

Система оценки соответствия ЭКБ и связанных с ними процессов, установленным обязательным требованием, основанная на измерениях их параметров, должна содержать понятия МО и соответствующей деятельности и для ОЕИ (МО ЭКБ является объектом, состоящим из измерений и СИ, испытаний и ИО).

При разработке нового РД по МО параметров ЭКБ рекомендуется учитывать следующие принципы системного подхода к установлению основной и обеспечивающей видов деятельности:

- объектом МО являются измерения и СИ параметров ЭКБ и связанных с ними процессов проектирования, производства, испытаний и эксплуатации, а предметом – обеспечение их метрологического качества (единства измерений, точности и достоверности результатов измерений):

- техническую основу измерений параметров ЭКБ образуют все виды измерительной техники, а испытаний – ИО;

- должно обеспечиваться разграничение полномочий и ответственности подразделений, выполняющих измерения параметров ЭКБ, процессов и применяющих для этого СИ, и метрологических служб, обеспечивающих метрологическое качество измерений и СИ.

Предложения по структуре и содержанию РД по МО в соответствии с законодательствами РФ о ТР и об ОЕИ:

1. Предполагаемое название РД:

- часть 1. «Общие требования к метрологическому обеспечению измерений параметров ЭКБ» или «Требования к организации измерений параметров при разработке ЭКБ, как объекту ОЕИ». Применение – при разработке конкретных образцов ЭКБ и технических средств их метрологического обеспечения;

- часть 2. «Общие требования к контролю метрологического обеспечения» или «Требования к организации ОЕИ, точности и достоверности РИ, определяющих метрологическое качество измерений и СИ». Применение – при разработке, согласовании программ и методик контроля выполнения метрологических требований к конкретным создаваемым образцам ЭКБ.

2. Содержание РД должно содержать ссылки на:

- Федеральный Закон № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»;

- Федеральный Закон № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (статья 5);

- Указ Президента РФ от 17.11.2008 № 1625;

- Постановление Правительства РФ от 11.10.2012 № 1036;

- Постановление Правительства РФ от 02.10.2009 г. № 780, утвердившее «Положение об особенностях ОЕИ при осуществлении деятельности в области обороны и безопасности РФ» и другими НПА, разра-

ботанными в их развитие.

3. При установлении содержания РД рекомендуется дополнительно учесть:

- определение измерений, относящихся к СГР ОЕИ в конкретных образцах ЭКБ;
- организацию сокращенной поверки универсальных СИ общего применения;
- отнесение технических средств к СИ и индикаторам;
- обоснование СИ, не подлежащих бездемонтирующей поверке в ИО;
- установление диапазона измерений;
- отнесения технических средств к техническим системам с измерительными функциями;
- установление ОМТ к программному обеспечению измерений;

- порядок получения разрешения на применение СИ, вытекающий из законодательств РФ о ТР и об ОЕИ.

4. В дальнейшем предлагается рассмотреть вариант разработки полной системы РД в области измерений, СИ и метрологической техники в следующем составе:

- «Требования к МО, включаемые в ТТЗ(ТЗ) на разработку ЭКБ и РЭА»;
- «Требования к МО при выполнении этапов ОКР по созданию ЭКБ и РЭА»;
- «Организация и порядок проведения обязательной метрологической экспертизы технической документации разрабатываемых ЭКБ и РЭА»;
- «Общие требования к методам испытаний ЭКБ и РЭА»;
- «Методики оценки МО отечественной ЭКБ и РЭА при разработке, изготовлении и испытаниях»;
- «Методики (методы) аттестации методик не прямых измерений в процессе разработки, испытаний и производства ЭКБ и РЭА»;

- «Общие требования к аттестации испытательного оборудования для испытаний ЭКБ и РЭА»;

- «Методические указания по проведению метрологической экспертизы технической документации разрабатываемой ЭКБ и РЭА». РД к СИ общего применения, устанавливающие технические и эксплуатационные требования к ним, в том числе к их унификации и модульному построению, уровню автоматизации измерений, массогабаритным характеристикам, совместимости с ЭКБ (требования к оснасткам) и др.

Заключение

Реализация изложенных концептуальных основ установления МТ к измерениям параметров ЭКБ, связанных с ними процессов, и содержания новых РД позволит привести их в соответствие с законодательствами РФ о ТР и об ОЕИ, гармонизировать систему обоснования и выполнения МТ к измерениям и СИ с системой ОЕИ, точности и достоверности результатов измерений, разграничить полномочия и ответственность подразделений и специалистов, решающих задачи Распоряжение Правительства РФ от 17.01.2020 г. №20-Р измерений и испытаний, и метрологических служб, обеспечивающих единство измерений, с положительными последствиями для качества выполнения ОКР по разработке перспективных ЭКБ.

В целом, для осуществления в полной мере методического руководства МО предприятий радиоэлектронной промышленности при разработке и испытаниях ЭКБ, а также контролем выполнения ФЗ [4-6], целесообразно создать на базе ФБГУ «ВНИИР», выполняющего функции головной организации по исследованию в области ЭКБ, отраслевую метрологическую службу, которая будет координировать все задачи по МО разработки и испытаний ЭКБ.

Литература

1. Быканов В.В., Клеопин А.В., Булгаков О.Ю., Подъяпольский Б.С. «Состояние и направления совершенствования метрологического обеспечения ЭКБ», Вестник метролога, №1, 2019 г. с. 15-18.
2. Распоряжение Правительства от 17.01.2020 г. № 20-Р «Стратегия развития электронной промышленности РФ на период до 2030 года» .
3. Храменков В. Н., Щеглов В. А. «Нормативно-правовое регулирование процедуры задания метрологических требований к техническим объектам» «Радиоэлектронная отрасль: проблемы и решения», № 2, 2022 г.
4. Федеральный закон ФЗ №184 от 27.12.2002 «О техническом регулировании».
5. Федеральный закон ФЗ-102 от 26.06.2008 «Об обеспечении единства измерений».
6. Федеральный закон ФЗ-162 от 29.06.2015 «О стандартизации в Российской Федерации».
7. ГОСТ Р 8.820-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение. Основные положения».
8. МИ 1317-2004 «Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров».
9. ГОСТ 34100.1-2017 «Неопределенность измерения. Часть 1. Руководство по выражению неопределенности измерения».
10. ГОСТ Р 8.563-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений».
11. Быканов В.В., Булгаков О.Ю. Есакова М.М., Назаркина А.В., « Значение метрологического обеспечения в радиоэлектронной отрасли и его совершенствование». Научно-технический журнал «Радиоэлектронная отрасль: проблемы и их решения», № 1, 2021 год.

ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

TRADE AND ECONOMIC ASPECTS OF INTELLECTUAL PROPERTY

Дюжакова Л.П., Орехов Д.В., к. э. н., ФГБУ «ВНИИР»; +7 (495) 586-17-21, orekhov@vniir-m.ru
 Dyuzhakova L.P., Orekhov D.V., Candidate of Economics, FSBI "VNIIR"; +7 (495) 586-17-21, orekhov@vniir-m.ru

Аннотация. Проведен анализ института интеллектуальной собственности с точки зрения его влияния на инновационное развитие экономики и осуществление торговых операций.

Annotation. The analysis of the institute of intellectual property in terms of its impact on the innovative development of the economy and the implementation of trade operations.

Ключевые слова: результаты интеллектуальной деятельности, лицензионный договор, защита от недобросовестной конкуренции.

Keywords: result of intellectual activity, license agreement, protection from unfair competition.

Введение

Современная научно-технологическая политика Российской Федерации направлена на развитие производственного и инновационного потенциала российской экономики. Одним из инструментов достижения этой цели является институт интеллектуальной собственности, грамотное использование которого обеспечивает разработчикам высокотехнологичной продукции правовую охрану и защиту их имущественных интересов, а также гарантирует личные неимущественные права, право следования, право доступа и другие права. По мере усиления влияния сектора наукоемкого производства роль института интеллектуальной собственности только возрастает, что требует разработки и постоянного совершенствования регулирования социально-экономических отношений, возникающих при её создании и использовании.

Основная часть

Фундаментом для регулирования социально-экономических отношений в области создания и использования результатов технического творчества является Парижская конвенция по охране промышленной собственности 1883 года. Она ввела понятие промышленной собственности, определила состав объектов правовой охраны, общие принципы их использования, меры по предотвращению недобросовестной конкуренции и целый ряд других системообразующих положений и норм, действующих до настоящего времени.

Согласно этим нормам институт интеллектуальной собственности позволяет закрепить монополию на использование новых знаний за правообладателем, предоставляя ему возможность:

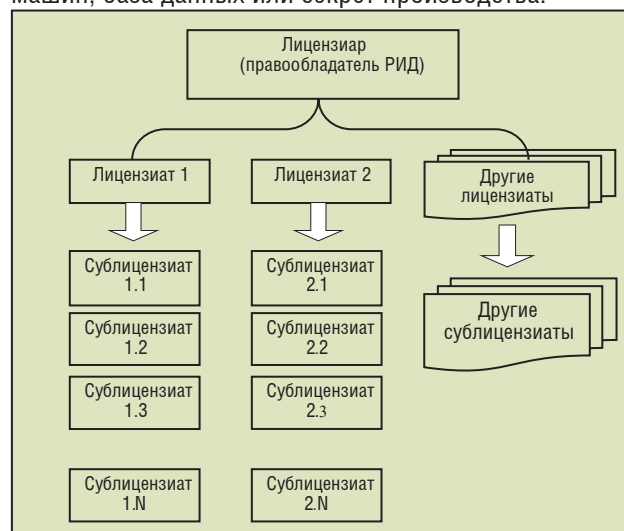
- использовать результат интеллектуальной деятельности по своему усмотрению любым не противоречащим закону способом;
- запрещать другим лицам использование результата интеллектуальной деятельности без его разрешения, в том числе через суд;
- распоряжаться результатом интеллектуальной деятельности путем отчуждения или предоставления другим лицам права его использования по лицензионному договору.



Дюжакова Л.П.

Орехов Д.В.

При заключении лицензионного договора результат интеллектуальной деятельности (далее РИД) не отчуждается от правообладателя, а остаётся его интеллектуальной собственностью, что позволяет лицензиару совершать лицензионные сделки по использованию одного и того же РИД не с одним лицензиатом, а с несколькими, что дополнительно увеличивает прибыль правообладателя (рисунок 1). Такое многократное использование РИД можно сравнить с серийным производством товарной продукции с той лишь разницей, что в качестве товара здесь выступает нематериальный объект – изобретение, полезная модель, промышленный образец, селекционное достижение, топология интегральной микросхемы, программа для электронных вычислительных машин, база данных или секрет производства.



Источник: разработано авторами.

Рис. 1. Схема многократного использования одного и того же РИД в рамках лицензионно-договорной деятельности

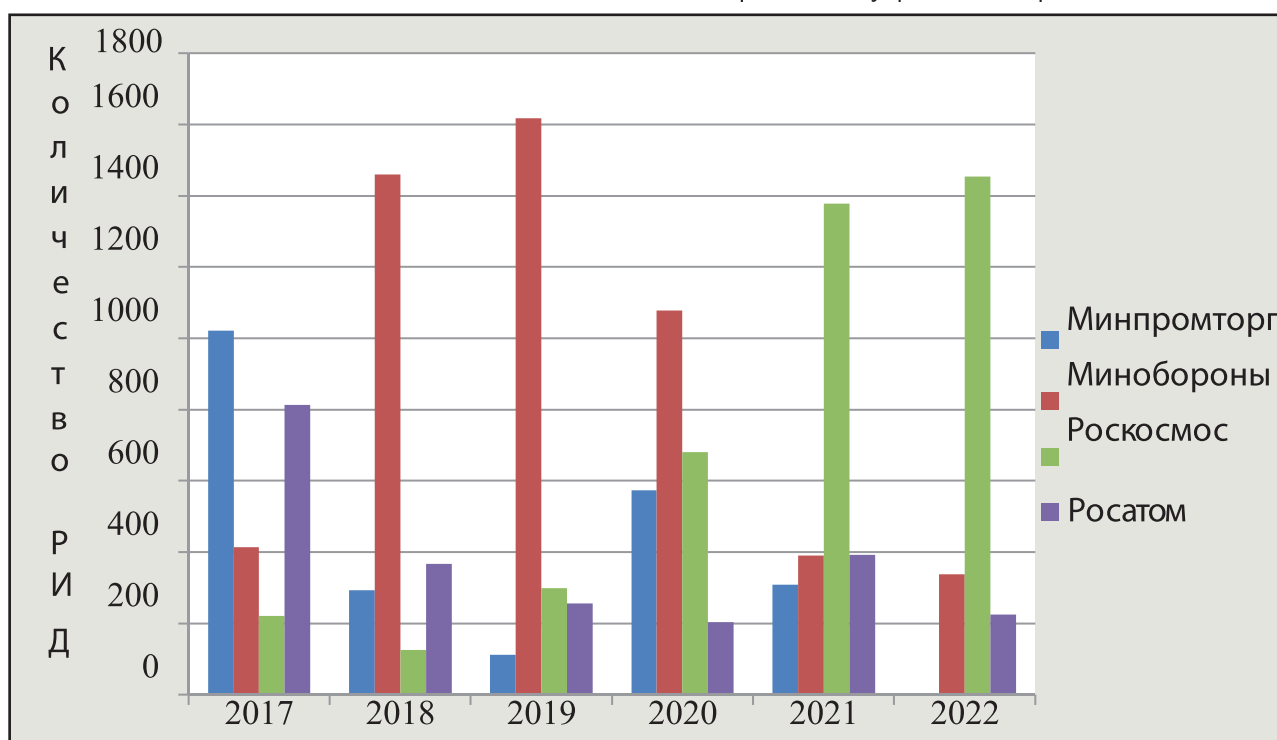
Именно этот признак превращения результатов интеллектуального труда в результаты товарного оборота – является ключевым в общей оценке эффективности и результативности управления правами на РИД, выполняемого как на уровне отдельного предприятия или научно-исследовательской организации, так и на уровне государственного заказчика научных исследований и разработок.

Большинство РИД, определяющих облик современной высокотехнологичной продукции, создаётся в рамках работ для государственных нужд на средства федерального бюджета, в связи с чем действующее законодательство Российской Федерации уделяет большое внимание возникающим при этом правоотношениям. В частности, определено, что функции по управлению правами Российской Федерации на такие РИД, в том числе непосредственно связанными с

дится 4 807 РИД военного, специального или двойного назначения, Минобороны России – 19403, Роскосмоса – 9 978 и Росатома – 4 167.

В состав мероприятий по управлению правами Российской Федерации на РИД, в том числе правами на РИД, непосредственно связанные с обеспечением обороны и безопасности, входит [1]:

- а) оформление прав Российской Федерации на РИД;
- б) осуществление государственного учета РИД;
- в) определении стоимости исключительных прав Российской Федерации на РИД и их постановка на бухгалтерский учет;
- г) обеспечение использования РИД и распоряжения исключительными правами Российской Федерации на указанные результаты;
- д) осуществление иных мероприятий, предусмотренных Правилами управления правами Российской Федерации на РИД.



Источник: разработано авторами по данным Роспатента [2].

Рис. 2. Статистические данные по ежегодному приросту количеству РИД, находящихся в управлении Минпромторга, Минобороны, Роскосмоса и Росатома.

обеспечением обороны и безопасности, осуществляют государственные заказчики, по заказу которых созданы указанные результаты или приобретены на имя Российской Федерации [1]. В качестве примера на рисунке 2 приведены статистические данные по ежегодному приросту количества РИД военного, специального или двойного назначения, находящихся в ведении Минпромторга России, Минобороны России, Роскосмоса и Росатома, сведения о которых содержатся в Едином реестре результатов НИОКР военного, специального или двойного назначения. Всего по состоянию на 1 января 2023 года в Едином реестре содержатся сведения о 46 829 результатах НИОКР, из них в ведении Минпромторга России нахо-

дятся 4 807 РИД.

Основными целями управления правами Российской Федерации на РИД являются:

- реализация государственной политики в сфере создания и использования РИД, права на которые принадлежат Российской Федерации;
- повышение конкурентоспособности продукции гражданского, военного и специального назначения за счет эффективного использования научно-технических достижений науки и техники.

С точки зрения влияния интеллектуальной собственности на инновационное развитие экономики наиболее важной является функция государственного заказчика по распоряжению исключительными правами государства на РИД. Оно может осуществляться как на безвозмездной, так на возмездной основе путем реализации научных достижений при разработке нового или улучшенного образца техники, техноло-

гического процесса, более совершенных материалов или веществ. Следует подчеркнуть, что согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 3 декабря 2012 г. № 1250 «О доходах федерального бюджета от управления правами Российской Федерации на результаты интеллектуальной деятельности гражданского, военного, специального и двойного назначения» средства от использования РИД, права на которые принадлежат Российской Федерации, направляются в полном объеме в доход федерального бюджета. Величина получаемых при этом доходов ($D_{Фб}^{УП}$) может быть определена по формуле:

$$D_{Фб}^{УП} = \sum_{s=1}^S D_{Лд_s} + \sum_{v=1}^V D_{Отч_v}$$

где:

$D_{Лд}$ – доход от использования РИД по лицензионному договору;

S – количество лицензионных договоров, заключенных на возмездной основе;

$D_{Отч}$ – доход от заключения договора об отчуждении исключительных прав на РИД;

v – количество договоров об отчуждении, заключенных на возмездной основе.

Рост доходов федерального бюджета не единственный положительный эффект от использования РИД при выполнении работ для государственных нужд. Совокупность достигаемых от реализации РИД эффектов, позитивно влияющих на развитие экономики страны, представлена в таблице 1.

Таблица 1

Эффект	Характеристика проявления эффекта
Экономический	- повышение доходов федерального бюджета от управления правами на РИД при выполнении работ для государственных нужд (доходы от лицензионно - договорной и претензионной деятельности государственных заказчиков); - экономия затрат за счет исключения дублирования исследований и разработок по созданию РИД;
Научно -технический	- повышение научно - технического уровня продукции военного, специального, двойного и гражданского назначения за счет разработки и последующего промышленного освоения новых технических решений и прогрессивных технологий;
Социальный	- улучшение социальной среды за счет создания новых рабочих мест, стабильной заработной платы, высоких требований к уровню знаний и квалификации сотрудников, задействованных в выполнении НИОКР для государственных нужд;
Народно - хозяйственный	- развитие инновационной составляющей экономики страны.

Источник [3].

Таблица 1 – Положительные эффекты от управления правами на РИД при выполнении работ для государственных нужд.

Ещё одно немаловажное преимущество института интеллектуальной собственности заключается в его влиянии на формирование честной конкуренции в экономических отношениях субъектов рынка. Так статья 10bis Парижской конвенции обязывает страны-участницы обеспечить гражданам эффективную защиту от недобросовестной конкуренции путем

использования преимуществ, обеспечиваемых правовой охраной РИД и законодательно установленными мерами по защите экономических интересов их обладателей. Актом недобросовестной конкуренции признано всякое действие, противоречащее честным обычаям в промышленных и торговых делах.

В российском законодательстве аналогичные нормы содержит Федеральный закон «О защите конкуренции» от 26.07.2006 № 135-ФЗ (ред. от 29.12.2022 г.). Согласно статье 14.5 этого закона не допускается совершение действий по продаже, обмену или иному введению в оборот товара, если при этом незаконно использовались РИД, принадлежащие другому хозяйствующему субъекту.

В рамках международного регулирования торгово-экономических отношений стран – участниц Всемирной торговой организации (ВТО) действует Соглашение по торговым аспектам прав интеллектуальной собственности (TRIPS), анализ которого лишний раз подчеркивает важную роль именно интеллектуального продукта в развитии международной торговли. Сохранив неизменными базовые принципы правовой охраны интеллектуальной собственности, утвержденные ранее принятыми международными договорами, Соглашение TRIPS ввело новые инструменты её защиты при осуществлении торговых операций на международном рынке товаров и услуг. В частности, Соглашение TRIPS разрешает [4]:

- изъятие и уничтожение контрафактной продукции без какой-либо компенсации ее владельцу;
- запрет на поступление в торговую сеть контрафактных импортных товаров;
- возмещение правообладателю РИД убытков в сумме, достаточной для компенсации понесённого им ущерба в результате противоправных действий сторонних лиц в отношении его интеллектуальной собственности;
- применение к нарушителям патентного и авторского права жестких экономических санкций и других мер ограничительного характера, включая уголовные процедуры и наказания за нарушения прав интеллектуальной собственности, особенно если эти нарушения совершены умышленно и в коммерческих масштабах.

Перечисленные нормы Соглашения TRIPS направлены на предотвращение злоупотреблений правами интеллектуальной собственности, что является необходимым элементом развития честных и взаимовыгодных торговых отношений, способствующих достижению технического прогресса мировым сообществом в целом.

Заключение

Исходя из изложенного, влияние интеллектуальной собственности на развитие экономики проявляется, прежде всего, в создании благоприятных условий для реализации интеллектуального потенциала России за счет создания правообладателям РИД конкурентных преимуществ, как на внутреннем, так и на внешнем рынке товаров и услуг. Использование этих преимуществ способствует активизации инновационных

процессов на предприятиях оборонно-промышленного комплекса и гражданского сектора производства,

что является ключевым элементом формирования национальной инновационной системы Российской Федерации.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 29.12.2021 № 2550 «Об утверждении Правил управления принадлежащими Российской Федерации правами на результаты интеллектуальной деятельности, в том числе правами на результаты интеллектуальной деятельности, непосредственно связанные с обеспечением обороны и безопасности, и признании утратившими силу некоторых актов и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации».
2. Роспатент в цифрах и фактах. Годовой отчет 2022. М.: Роспатент, 2023 – 320 с.
3. Орехов, Д.В. Совершенствование управления интеллектуальной деятельностью при выполнении государственного оборонного заказа: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05/ Орехов Дмитрий Владимирович. – Москва, ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации». 2019. 202 с.
4. Соглашение по торговым аспектам прав интеллектуальной собственности. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rospatent.gov.ru/ru/documents/soglashenie-po-torgovym-aspektam-prav-intellektualnoy-sobstvennosti> (дата обращения 4.04.2023).

УДК 338.245

НОВОЕ В ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВОМ ПЛАНИРОВАНИИ РАЗВИТИЯ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА NEW IN PROGRAM-TARGET PLANNING DEVELOPMENT OF THE MILITARY-INDUSTRIAL COMPLEX

Боков С.И., д. э. н., член-корреспондент АВН и РАН, **Пронин А.Ю.**, к. т. н., доцент, член-корреспондент РАН, **Пестун У.А.**, к. э. н.; ФГБУ «46 ЦНИИ» Минобороны России, +7 (495) 471-17-07, bokov.s.i@mail.ru

Bokov S.I., Doctor of Economics, corresponding member of AVN and RAN, **Pronin A.Yu.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, corresponding member of RAN, **Pestun U.A.**, Candidate of Economics; FSBI "46 Central Research Institute" of the Ministry of Defense of Russia, +7 (495) 471-17-07, bokov.s.i@mail.ru

Аннотация. Представлены материалы по вопросу основ организации теории и практики стратегии развития ОПК РФ в рамках научно-технической политики и реализации её требований в части перспективного научно-технического оснащения и технологической независимости. Доведены особенности основ программно-целевого научно-технического развития и их значения в процессе формирования программ и планов развития системы вооружения, базовых и критических военных и промышленных технологий, а также путей решения проблем научно-технического оснащения на основе существующих систем цифровизации и автоматизации управления.

Annotation. Materials on the basics of the organization of the theory and practice of the development strategy of the defense industry of the Russian Federation within the framework of scientific and technical policy and the implementation of its requirements in terms of advanced scientific and technical equipment and technological independence are presented. The features of the fundamentals of program-targeted scientific and technical development and their significance in the process of forming programs and plans for the development of weapons systems, basic and critical military, and industrial technologies, as well as ways to solve problems of scientific and technical equipment based on existing systems of digitalization and control automation are brought.

Ключевые слова: военная экономика, стратегия, государственные программы, техническое оснащение, научно-техническое упреждение, научно-исследовательские кадры, цифровизация.

Keywords: military economy, strategy, government programs, technical equipment, scientific and technical anticipatory, research personnel, digitalization.

Введение

Адекватное развитие военной и специальной организации России является сдерживающим фактором агрессивной политики «желающих распределить наши природные ресурсы и территории». Направленный на это непрерывный рост международной напряженности в последние годы и в особенности в течение нескольких месяцев перед началом СВО требует постоянной актуализации конкретных военных опасностей и угроз Российской Федерации и ее партнерам. При этом очевидно, что необходимость парирования данных угроз требует повышения научно-технических



Боков С.И.

Пронин А.Ю.

Пестун У.А.

возможностей и в том числе за счет повышения уровня оснащенности силовых структур современными образцами оборонной продукции (работ, услуг).

Основная часть

С учетом опыта прогнозирования, планирования и организации в развитии социально-экономического, научно-технического развития России совершенствование системы стратегий в свете современных требований цифровизации, автоматизации, искусственного интеллекта направляется на сбалансированность и корреляцию государственных, комплексных и специальных программ и планов. В том числе речь ведется на сбалансированное развитие системы вооружения, обеспечивающих систем, созданных на основе последних достижений науки и техники с учетом экономических возможностей государства и его военной политики по вопросам парирования возможных угроз в перспективном периоде.

В военной экономике механизм формирования технического оснащения Вооруженных сил, воинских и специальных формирований и т.п. (далее «силовых структур») реализуется через функции управления: прогнозирование, планирование, организация и

читать стратегическое присутствие на мировых рынках подобной продукции, работ и услуг. [3,4]

Для того чтобы предложить определенные выводы о необходимости изменений в основах государственной научно-технической организации стратегии представим сложившиеся отношения в динамике и статике отдельных направлений промышленного, научного и кадрового обеспечения.

Первый посыл исходит из того, что на современном этапе сложилось формирование подходов в программно-целевом планировании обеспечения мероприятий развития технического оснащения силовой организации, которое базируется на исследовании и прогнозировании расчетов финансовых лимитов. Представляется, что данные расчеты и исследовательские варианты указанного развития обязаны рассматриваться через призму соотношений основных мероприятий государственных программ (например, на основе базовых: ГПВ и ГП ОПК).

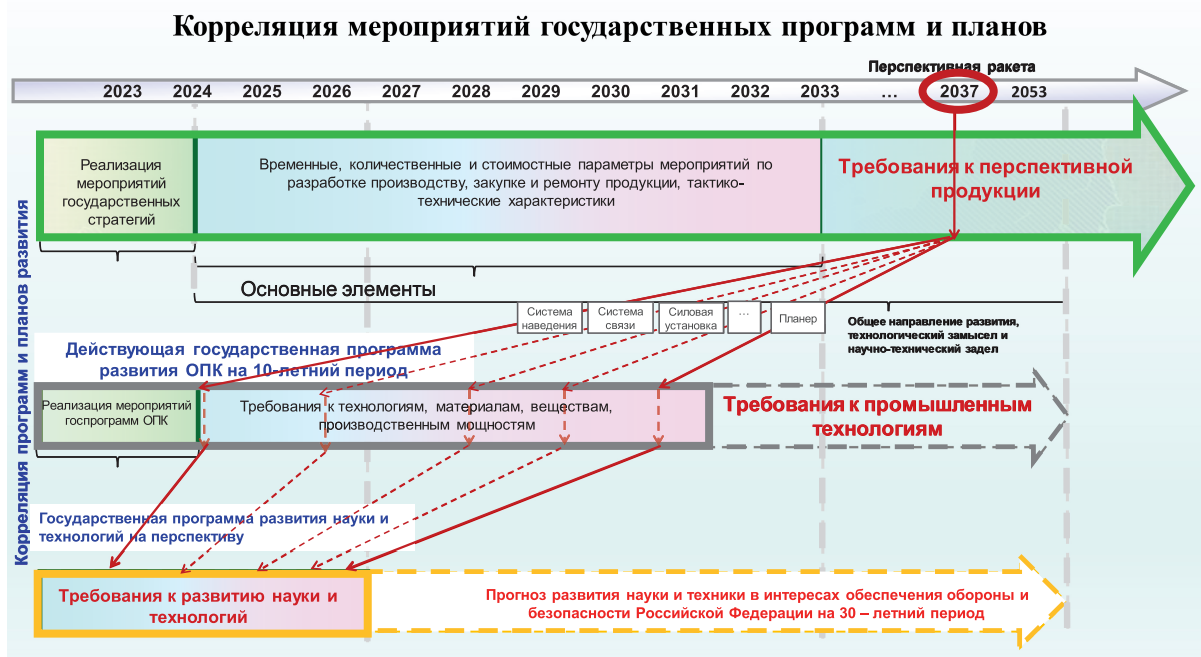


Рис. 1. Синхронизация мероприятий ГПВ и ГП ОПК

контроль основных мероприятий государственной программы вооружения (далее – ГПВ), государственной программы развития оборонно-промышленного комплекса (далее – ГП ОПК), т.е. через инструментарий военно-технической политики (далее – ВТП) военного строительства любого государства, где базовыми военно-экономическими элементами являются:

- накопление и содержание осуществляются в рамках взаимоувязанных интегрированных и скоординированных систем научного, технического и материально обеспечения;
- обеспечение эффективного функционирования высокотехнологичного многопрофильного сектора науки и экономики страны, способного не только удовлетворить потребности силовой организации в современном техническом оснащении, но и обеспе-

Но, говоря о проблемах технического оснащения, его планировании и исполнении, особенно на путях перспективного планового периода, необходимо напомнить недостатки, отражающие суть проблем данной темы. Неоднократно несколько лет назад в периодике отмечались наиболее проблемные части технологического и промышленного обеспечения развития, такие как:

- утрата отечественной базы электронного машиностроения;
- отставание научно-технологической базы;
- переход страны на рыночные отношения не создал рыночные механизмы ценообразования;
- недостаточная взаимная координация работ, проводимых в рассматриваемой сфере;

- недостаточная увязка существующего научно-технического и целевого задела мероприятий на основе индикативного планирования государственных программ в рассматриваемой сфере;
- несовершенство системы принятия решений о направлениях финансирования НИОКР;
- несовершенство инфраструктуры национальной инновационной системы и др.

Проблемы организации (прогнозирование, планирование) научно-технического задела спустя несколько лет практически не изменились. Изменилась базовая платформа проблем, а именно: с финансовой основы (деньги пошли в промышленность) вектор проблем сместился в сторону индикативной, нацеленной на результат системы управления. А именно отсюда возникают противоречия, частные конфликты научно-технических и коммерческих интересов в части военно-экономических отношений системы ЗАКАЗЧИК – ИСПОЛНИТЕЛЬ, когда необходимые перспективные результаты технических характеристик оборонной продукции не базируются на «задельном уровне» научно-технического упреждения перспективного облика как элементов технического оснащения, так и научной, технологической и производственной готовности предприятий и организаций ОПК особенно третьего и последующих уровней кооперации.

поисковых, прикладных решений в системе ЗАКАЗЧИК-ИСПОЛНИТЕЛЬ с учетом мнения и развития академической и вузовской науки. Также вызывает вопросы профессионально-должностная подготовка исполнителей системного анализа, прогнозирования, проектирования, индикативного планирования (особенно в рамках цифровой трансформации в единое информационное цифровое пространство), так и на уровне реального производства...) и др.

Второй посыл формируется из результатов научно-исследовательской основы перспективного развития. Рассмотрим отдельные примеры и показатели «Росстата» в части качества науки и технологий (данные на 2020 г.). Всего использовано промышленных технологий - 242931, из них новых -201, из них – технологий промышленного вычисления и больших данных – 3 %. Соотношение затрат к ВВП чуть более 1%, в Китае – 2.4%. Всего зарегистрировано патентов чуть менее 27000 (это 0,9 % от мирового объема), в Китае - 1,5 млн. (43 %), в США – чуть менее 500 000 (15%). А ведь НИР и ОКР имеют инновационную защищаемую основу. Эффективность затрат – в среднем на один патент у нас приходится затрат более 43 млн. р., в Китае 13 млн. р).

Подготовка кадров на примере защит кандидатских диссертаций по выпуску аспирантов не более 10 %,

Кафедра «Менеджмент в сфере систем вооружений» РТУ - МИРЭА

Перечень специальных дисциплин

1. Теория вооружений.
2. Основы стандартизации и каталогизации оборонной продукции.
3. Военно-техническое оснащение ВС.
4. Военная экономика. Управление предприятием ОПК.
5. Информационное обеспечение и информационные технологии в управлении развитием вооружения, военной и специальной техники.
6. Военные технологии как система требований к управлению развитием промышленных технологий и научному развитию.
7. Создание нетрадиционных ВВТ.
8. Управление качеством ВВСТ на стадиях жизненного цикла.
9. Управление правами на результаты интеллектуальной деятельности.
10. Программно-целевое планирование развития системы вооружения.
11. Основы военно-технической политики Российской Федерации.
12. Основы теории и организации военного управления.
13. Военная электроника и электротехника.

Рис. 2. Базовая кафедра РТУ–МИРЭА

Сегодня вопросы цифровой трансформации во многом зависят от «ручного управления» научно-техническими отношениями по всей уровневой структуре, из которых вытекают научно-технические и оборонные задачи перспективного облика и научно-технического задела на основе перспективных фундаментных,

картина у докторантов чуть лучше. Всего численность персонала, занятого исследованиями и разработками 679 000, из них штатных ученых-исследователей не более 50% [2].

Данная статистика требует не только внимательного рассмотрения, но и принятия как административных,

так и рыночных мер на основе цифровых системных исследований и управленческих решений кадрового специального обеспечения.

Как это совместно сделано РТУ МИРЭА и ФГБУ «46 ЦНИИ», где на базовой кафедре готовят специалистов сферы программно-целевого планирования и пограничного с ним иного направления научно-технической и целевой подготовки кадров [5]. Также готовится с 1 сентября этого года по магистерской программе в интересах целевой подготовки специалистов для «Ростеха» в стенах «Финансового университета при Правительстве РФ». Приглашаем Вас для совместного решения проблем подготовки кадров в столь сложной сфере «Менеджмента вооружений».

В качестве умозаключения предлагается «принять на вооружение» в качестве обеспечения технического оснащения программы вооружения и пограничных с ним программ следующий методологический подход.

Анализируя состояние экономики и технологические перспективы ОПК с учетом ограничений и последствий военно-экономической неопределенности, в условиях задач, поставленных Президентом РФ по поводу организации анализа угроз и разработки противодействий данным угрозам в предстоящем плановом периоде, решая задачи технологического задела, планировать мероприятия ГП ОПК «в сроки со сдвигом влево» как минимум на 5-10 лет, например, по ориентирам общего направления развития вооружения. Учитывая, что действующая программа заканчивается в 2027 году, исследовательские варианты стратегии индикативного планирования ГП ОПК следующего периода институтам генеральных конструкторов и руководителям приоритетных технологических направлений, а равным образом, в части научно-технического сопровождения, - головным организациям необходимо готовить уже сейчас.

В принципе этот же вывод должен быть распространен и на государственную программу фундаментального, поискового и прикладного характера.

Поэтому основными путями решения проблем технического оснащения силовых структур, планирования и исполнения, связанных с ним государственных программ, на современном этапе цифровизации и автоматизации управления военной экономикой, представляются мероприятия на платформе единого информационного цифрового пространства ВТП, отмеченного в требованиях Указа Президента РФ № 633 - 2021 года [1]. Это значимая задача современного самостоятельного научного исследователя-руководителя, направленная на решение проблемы планирования, прогнозирования и организации на основе стратегии научно-технического предупреждения, технологического задела в длительном периоде [6,7].

Заключение

Постоянные изменения военно-политической обстановки в мире, геостратегического, социально-экономического и демографического положения РФ вызывают необходимость разработки новых подходов к вопросам обеспечения ее национальной безопасности; определения роли и места технической оснащённости в структуре военной организации государства, их мобилизационной готовности, обеспечении вооруженной защиты национальных интересов, территориальной целостности и суверенитета РФ; научного обоснования и планирования задач, связанных с технологической независимостью. Столь широкий круг мероприятий обуславливает необходимость тщательной проработки и согласования их содержания, объемов, сроков реализации и требуемых ресурсов, привлечения соответствующих структур специального научно-технического сопровождения государственного и военного управления, научно-исследовательских учреждений как для комплексной разработки основных принципов и направлений реформы стратегий программно-целевого планирования.

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 08.11.2021 г. № 633. Об утверждении Основ государственной политики в сфере стратегического планирования в Российской Федерации. «pravo.gov.ru».
2. Индикаторы науки 2022: статистический сборник / Л. М. Гохберг, К. А. Дитковский, М.Н. Коцемир и др.; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2022. – 400 с. – 350 экз. – ISBN 978-5-7598-2647-7 (в обл.).
3. Буренок В.М., Косенко А.А., Лавринов Г.А. Техническое оснащение Вооруженных Сил Российской Федерации: организационные, экономические и методологические аспекты. – М.: Издательский дом «Граница», 2007.
4. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Программно-целевое планирование и управление созданием научно-технического задела для перспективного и нетрадиционного вооружения. – М.: Издательский дом «Граница», 2007.
5. Боков С.И., Афанасьев А.С., Желтухин П.С., Пронин А.Ю. «О подготовке кадров и повышении их квалификации». Сборник: «Военная безопасность России: Взгляд в будущее». Материалы 7-й Международной межведомственной научно-практической конференции научного отделения, № 10 РАРАН. Москва, 2022 г. с.148-155.
6. Боков С.И., Алексеев В.В., Чупринов А.А., Колядин А.И. Вопросы управления государственными целевыми программами, направленными на создание радиоэлектронных и информационных технологий. Наноиндустрия. 2019. №S (89).
7. Боков С.И., Чупринов А.А. О роли обеспечения системы управления цифровой экономикой России на основе организации единого информационного пространства. Наноиндустрия. 2019. №S (89).

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ И ПОДТВЕРЖДЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОДУКЦИИ

IMPROVING THE SYSTEM OF CONFORMITY ASSESSMENT AND QUALITY ASSURANCE OF ELECTRONIC PRODUCTS

Булгаков О.Ю., к. воен. н., **Лепешкин А. В.**, **Осипова Е. М.**; ФГБУ «ВНИИР»; +7 919-766-31-26, saharov@vniir-m.ru
Bulgakov O.Yu., Ph.D. of military sciences, **Lepeshkin A. V.**, **Osipova E. M.**; FSBI "VNIIR"; +7 919-766-31-26, saharov@vniir-m.ru

Аннотация. Проведенный анализ функционирования существующих на сегодняшний день систем обязательной и добровольной сертификации в РФ и нормативно-правовой базы, определяющей порядок их функционирования, наряду с возникшими в современных условиях дополнительными проблемами с обеспечением установленного уровня качества, поставляемой электронной продукции, поставили перед нами задачу построения в возможно кратчайшие сроки Системы по обеспечению государства единой системой регулирования, контроля и централизованного мониторинга состояния производства и распространения электронной (радиоэлектронной) продукции подтвержденного качества, особенно для применения на объектах критической информационной инфраструктуры (КИИ = категория Industrial), обоснование необходимости внедрения которой приводится в настоящей статье.
Annotation. The analysis of the functioning of the currently existing systems of mandatory and voluntary certification in the Russian Federation and the regulatory framework that determines the procedure for their functioning, along with the additional problems that have arisen in modern conditions with ensuring the established level of quality of electronic products supplied, have set us the task of building a system to provide the state with a unified regulatory system in the shortest possible time, control and centralized monitoring of the state of production and distribution of electronic (radio-electronic) products of proven quality, especially for use at critical information infrastructure facilities (CII = Industrial category), the rationale for the need for the introduction of which is given in this article.

Ключевые слова: техническое регулирование, ЕАЭС, ТР, РФ, ЭКБ, РЭА, подтверждение соответствия, сертификация, декларирование, сертификат, декларация, лицензирование, электронная продукция.

Keywords: technical regulation, EAEU, TR, RF, ECB, REA, conformity assessment, certification, declaration, certificate, declaration, licensing, electronic products.

Введение

Рассмотренные в предыдущих опубликованных статьях [1, 2] подходы и методы выбора (методики выбора) заказчиком электронной продукции для созданий радиоэлектронной аппаратуры (далее – РЭА), известные теоретические модели (подходы) организации функционирования систем закупок (дистрибуции) и распространения электронной продукции для РЭА, сформулированные основные концептуальные положения и требования в части распространения электронной продукции, проведенный анализ существующей нормативно-правовой базы, определяющей порядок технического регулирования в области электронной продукции в настоящее время в Российской Федерации, позволяет нам далее, с научной точки зрения, обосновать и предложить направления совершенствования технического регулирования в области электронной продукции.

В условиях обостренной мировой экономической и технической обстановки многократно возрастает роль производства, распространения и применения электронной (радиоэлектронной) продукции, включая используемую в ней электронную компонентную базу отечественного и иностранного производства (далее – ЭКБ) в отечественной промышленности.

Возникшие проблемы с закупкой ЭКБ иностранного производства проверенного качества в признанной международной Системе IECQ (Система МЭК ЭК), наряду с участвовавшими случаями поставки в страну бракованных аналогов ЭКБ, поставили перед



Булгаков О.Ю.



Лепешкин А.В.



Осипова Е.М.

нами сложную задачу по организации эффективной системы контроля и оценки качества электронной (радиоэлектронной) продукции, с которой невозможно справиться существующими на сегодняшний день в нашей стране инструментами. Решение возникшей проблемы является особенно значимым и первостепенным для обеспечения безопасности элементов критической информационной инфраструктуры.

Основная часть

Проведенный анализ функционирования существующих на сегодняшний день систем обязательной и добровольной сертификации в Российской Федерации (далее – РФ) и нормативно-правовой базы, определяющей порядок их функционирования, позволяет сделать вывод о том, что обязательной оценке соответствия подлежит большая часть электронной (радиоэлектронной) продукции (за исключением ЭКБ), распределенной Департаменту радиоэлектронной промышленности (далее – ДРЭП) приказом

Минпромторга России № 1440 от 14.04.2022 [3].

Данная продукция подлежит обязательной оценке соответствия в рамках Евразийского экономического союза (далее – ЕАЭС) и проводится на соответствие требованиям ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования» [4], ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств» [5] и ТР ЕАЭС 037/2016 «Об ограничении применения опасных веществ в изделиях электротехники и радиоэлектроники» [6].

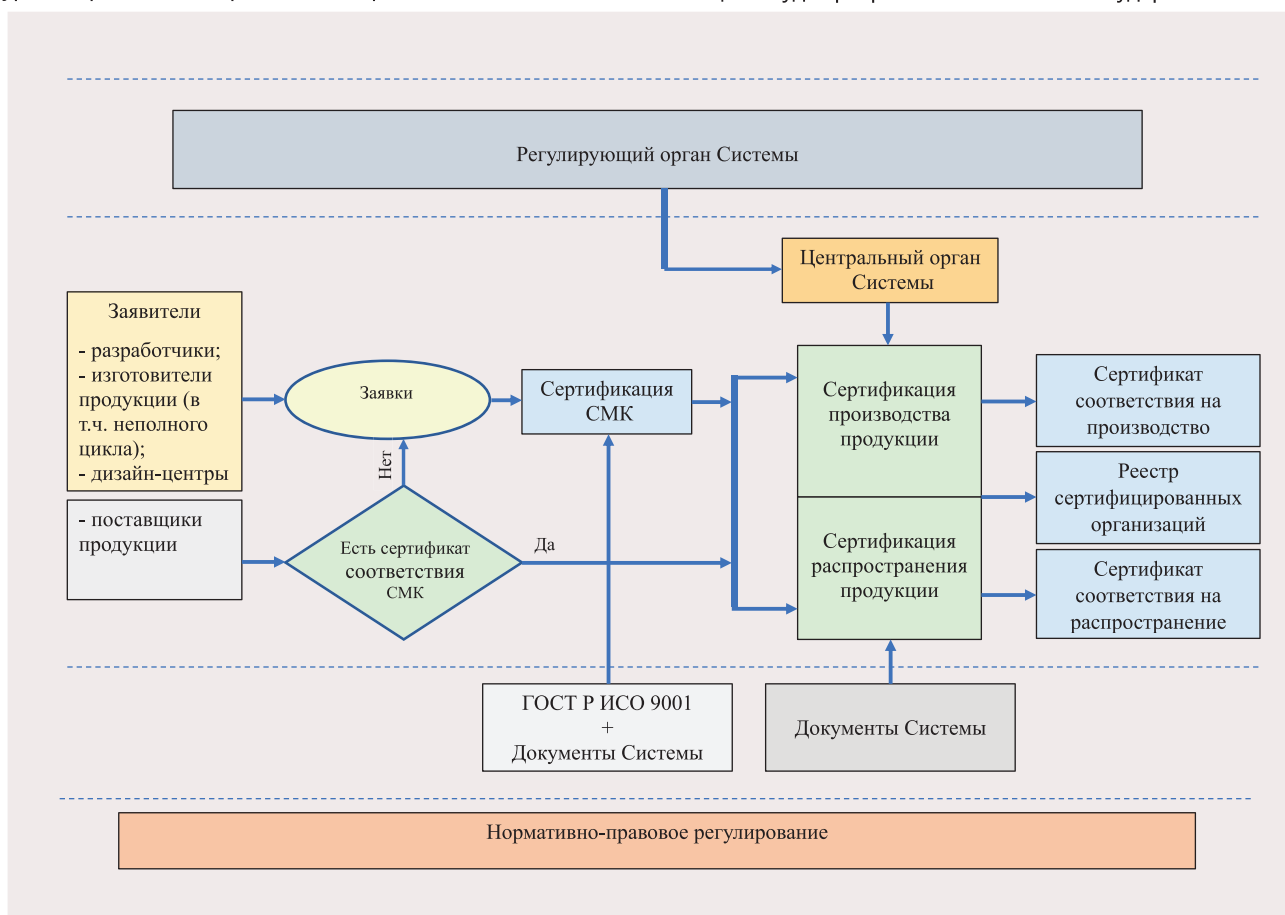
При этом, возрастающие требования к оценке соответствия электронной (радиоэлектронной) продукции и необходимости оценки качества ЭКБ (в том числе необходимости её проверки на контрафакт) сталкиваются с отсутствием в РФ обязательных требований к ЭКБ, отсутствием системы сертификации производств и реализации электронной (радиоэлектронной) продукции в целом, а также отсутствием нормативной базы, соответствующей уровню развития современной мировой ЭКБ.

денного качества в интересах радиоэлектронной отрасли РФ.

Достижение поставленной цели должно быть осуществлено посредством:

- создания Единой системы независимой оценки сертификации производства и распространения продукции, основанной на применении процедур оценки качества таким образом, что организации, процессы и продукция, сертифицированные на соответствие требованиям применимой нормативной документации (далее – НД) и технической документации (далее – ТД), являются значимыми и достаточными для всех сторон;
- совершенствования автоматизированной системы, управляемой головной научно-исследовательской испытательной организацией ДРЭП, позволяющей обеспечить проведение мониторинга, анализа и учета производимой в стране и закупаемой из-за рубежа ЭКБ.

Дополнительным инструментом достижения поставленной цели будет разработка комплекса государственных



Для разрешения возникших противоречий необходимо создание Системы сертификации производства и распространения продукции (далее – Система), включающей оценку соответствия ЭКБ, и организация её функционирования.

Целью создания Системы является содействие торговле и обеспечению изготовителей и государства единой системой регулирования, контроля и централизованного мониторинга состояния производства и распространения электронной (радиоэлектронной) продукции подтверж-

стандартов, регулирующих правила и процедуры оценки соответствия ЭКБ и сертификации производства и распространения электронной (радиоэлектронной) продукции (в перспективе разрабатываемый комплекс государственных стандартов может стать основой для создания технического регламента и войти в перечень нормативной базы к нему).

В основе создаваемой Системы должны лежать принципы функционирования общепризнанной в мировом сообществе – Международной системы оценки качества

электронных компонентов МЭК ЭК (IECQ).

Система распространяется на ЭКБ (в части оценки соответствия самой продукции, а также сертификации процесса её производства и распространения) и электронную (радиоэлектронную) продукцию (распределенную ДРЭП приказом Минпромторг России № 1440 от 14.04.2022), в части процессов её разработки, производства и реализации.

Сертификация в Системе позволит подтвердить, что продукция ЭКБ, а также производство и распространение электронной (радиоэлектронной) продукции (включая ЭКБ) соответствуют стандартам качества и безопасности, исключая, при этом, необходимость проведения многократных аудитов производств и оценок соответствия ЭКБ.

Облик Системы сертификации производства и распространения продукции представлен на рисунке 1.

Ключевыми особенностями Системы сертификации производства и распространения продукции, отличающими её от существующих систем, являются то, что:

- оценка соответствия ЭКБ проводится на соответствие национальным стандартам, а при отсутствии применимого национального стандарта – по утвержденным отраслевым стандартам и/или техническим условиям изготовителя;
- система позволяет оценивать производственные процессы, посредством проведения сертификации производств, основанного на наличии у заявителей, действующих сертифицированных СМК и результатах технологических аудитов изготовителей;
- оценка распространения продукции (электронной (радиоэлектронной) и ЭКБ) проводится посредством сертификации поставщиков;
- введение системы ранжирования изготовителей и поставщиков для упрощения потребителям (в том числе изготовителям, закупающим электронные компоненты для своих производств) поиска и выбора надежных партнеров, а также снижения затрат на проведение усиленного входного контроля за счет повышения уровня доверия к сертифицированным в Системе организациям и производимой ими электронной (радиоэлектронной) продукции;
- разработка и внедрение специализированного аппаратно-программного комплекса отечественного производства, устанавливаемого на всех сертифицированных предприятиях отрасли (изготовителях/разработчиках/поставщиках) и обеспечивающего передачу своевременной, достоверной и безопасной информации о состоянии дел в отрасли в головную научно-исследовательскую испытательную организацию ДРЭП.

Сертификацию ЭКБ и процессов производства и распространения электронной (радиоэлектронной) продукции (включая ЭКБ) проводят аккредитованные в Системе органы по сертификации, а испытания ЭКБ – аккредитованные для работы в Системе испытательные лаборатории.

Документы (сертификаты, свидетельства и протоколы), выданные в Системе, заносятся в информационный реестр регулирующего органа – Минпромторга России.

Потребители ЭКБ по всей РФ и ЕАЭС смогут проверить

наличие документа в базе реестра Минпромторга России и убедиться в том, что производитель конкретных компонентов соответствует всем установленным НД требованиям.

Дополнительным подтверждением сертификации в Системе является знак соответствия Системы, наносимый на продукцию и/или её упаковку.

По результатам проведенной работы сформулированы следующие предложения по регулированию функционирования системы сертификации производства и распространения продукции:

- разработка комплекса государственных стандартов, регулирующих правила и процедуры сертификации производства и распространения электронной (радиоэлектронной) продукции, включая оценку соответствия ЭКБ (в перспективе разрабатываемый комплекс государственных стандартов может стать основой для создания технического регламента и войти в перечень нормативной базы к нему);
- регистрация системы сертификации производства и распространения продукции с последующим закреплением нормативно-правовым актом РФ обязательного статуса, как минимум, на ближайшие 5 лет с возможным дальнейшим продлением;
- внесение изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 29.12.2021 № 2571 «О дополнительных требованиях к участникам закупки отдельных видов товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд, а также об информации и документах, подтверждающих соответствие участников закупки указанным дополнительным требованиям, и признании утратившими силу некоторых актов и отдельных положений актов Правительства Российской Федерации» [7] в части введения требований к поставщикам электронной продукции;
- разработка и внедрение специализированного аппаратно-программного комплекса отечественного производства, устанавливаемого на всех сертифицированных предприятиях отрасли и обеспечивающего передачу информации о качестве продукции и количественных показателях;
- разработка и утверждение Приказа Минпромторга России о порядке формирования и ведения единого информационного реестра по результатам деятельности системы сертификации производства и распространения продукции;
- установление на законодательном уровне, закрепленное нормативно-правовым актом РФ, возможности получения сертифицированными в Системе предприятиями (изготовителями/разработчиками/поставщиками) целевых субсидий на повышение производительности труда и повышения качества и конкурентоспособности продукции;
- внесение корректировки в Распоряжение Правительства РФ от 06.02.2021 N 256-р «Об утверждении Стратегии по противодействию незаконному обороту промышленной продукции в Российской Федерации на период до 2025 года» [8] в части формирования единого методологиче-

ского подхода и организации работ по проверке ЭКБ с целью исключения фальсифицированной, недоброкачественной, контрафактной, незарегистрированной и несертифицированной продукции, в том числе ввозимой на территорию Российской Федерации.

Создаваемая Система сможет обеспечить потребителей (в т.ч. изготовителей продукции, использующих ЭКБ в своих производствах) инструментом достоверной оценки, позволяющим удостовериться, что продукция, компоненты, сборки, процессы и связанные с ними материалы соответствуют заявленным НД и ТД.

Процесс сертификации в Системе не будет являться отягощающим фактором для изготовителей и поставщиков, а напротив, её функционирование станет эффективным инструментом повышения качества и конкурентоспособности электронной (радиоэлектронной) продукции и расширения клиентской базы за счёт увеличения доверия конечных потребителей.

Сертифицированные в Системе изготовители/разработчики/поставщики могут подать заявку на субсидирование повышения производительности труда и повышения качества и конкурентоспособности продукции.

Получение субсидии можно будет использовать на:

- внедрение современных передовых и перспективных наукоемких технологий производства электронной (радиоэлектронной) продукции;
- закупку нового высокотехнологичного оборудования для производства электронной (радиоэлектронной) продукции;
- обучение/повышение квалификации/переподготовку сотрудников, привлечение новых высококвалифицированных специалистов, социальный пакет для молодых специалистов.

Заключение

Таким образом, главным результатом полноценного внедрения Системы будет реализация, изложенных в «Стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года», утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 января 2020 г. № 20-р. [9], следующих ключевых показателей:

- по ключевому направлению "Средства производства" - обеспечение требуемой материально-технической базы ключевых процессов разработки, производства и сервисного обслуживания электронной продукции;
- по ключевому направлению "Отраслевые стандарты" - обеспечение конкурентоспособности отрасли через инструменты технического и отраслевого регулирования;
- по ключевому направлению "Экономическая эффективность" - увеличение добавленной стоимости электронной продукции;
- по ключевому направлению "Кооперация" - повышение информированности о существующих кооперационных производственных и инженерных возможностях, в том числе за счет использования цифровых платформ;
- по ключевому направлению "Отраслевая информационная среда" - обеспечение информационной базы (в части аналитики) для определения уровня доверия и принятия решений;
- по ключевому направлению "Кадры" - ликвидация кадровых проблем, препятствующих устойчивому развитию, за счет повышения привлекательности отрасли для профессиональных кадров и молодежного кадрового резерва, завершающего подготовку в учебных заведениях.

Литература

1. Подъяпольский С.Б., Булгаков О.Ю., Осипова Е.М. «О некоторых аспектах распространения электронной продукции в Российской Федерации». // «Радиоэлектронная отрасль: проблемы и их решения», Мытищи, 2022 г. № 3(7). с. 4–8.
2. Невмывака А.Н., Подъяпольский С.Б., Булгаков О.Ю., Лепешкин А.В., Осипова Е.М. «Об особенностях технического регулирования в области электронной продукции». // «Радиоэлектронная отрасль: проблемы и их решения», Мытищи, 2022 г. № 4(8). с. 34–38.
3. Приказ Минпромторга России № 1440 от 14.04.2022.
4. ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования».
5. ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств».
6. ТР ЕАЭС 037/2016 «Об ограничении применения опасных веществ в изделиях электротехники и радиоэлектроники».
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 29.12.2021 № 2571 «О дополнительных требованиях к участникам закупки отдельных видов товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд, а также об информации и документах, подтверждающих соответствие участников закупки указанным дополнительным требованиям, и признании утратившими силу некоторых актов и отдельных положений актов Правительства Российской Федерации».
8. Распоряжение Правительства РФ от 06.02.2021 N 256-р «Об утверждении Стратегии по противодействию незаконному обороту промышленной продукции в Российской Федерации на период до 2025 года».
9. «Стратегия развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года», утвержденная Распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 января 2020 г. № 20-р.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧЕК-ЛИСТОВ

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE INTERNAL AUDIT OF THE TESTING LABORATORY THROUGH THE USE OF CHECKLISTS

Гридасов Л.В., Семутенко Ю.Н., ООО «НПЦ «Гранат», lgridasov@npcgranat.ru; Краснокутский С.А., ООО «НПЦ «Топаз», skrasnokutsky@microtopaz.ru; Gridasov L.V., Semutenko U.N., LLC “NPC “Granat”, lgridasov@npcgranat.ru, Krasnokutskiy S.A., LLC “NPC “Topaz”, skrasnokutsky@microtopaz.ru

Аннотация. В статье рассмотрена возможность увеличения эффективности внутреннего аудита испытательной лаборатории за счет применения чек-листов.

Annotation. The article considers the possibility of increasing the effectiveness of the internal audit of the testing laboratory through the use of checklists.

Ключевые слова: внутренний аудит, чек-лист, эффективность, испытательная лаборатория.

Keywords: internal audit, checklist, efficiency, testing laboratory.

Введение

Пунктом 8.8.1 межгосударственного стандарта ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 на испытательные лаборатории возложена обязанность по проведению внутреннего аудита. Указанное требование содержится в разделе 8 «Требования к системе менеджмента», из чего можно сделать вывод о том, что процесс внутреннего аудита является частью системы управления деятельностью испытательной лаборатории. Внутренний аудит нацелен на получение высшим руководством испытательной лаборатории объективной информации о соответствии осуществляемой деятельности собственным требованиям к своей системе менеджмента, требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025-2019, о результативности внедрения и реализуемости системы менеджмента. [1]



Гридасов Л.В.



Семутенко Ю.Н.



Краснокутский С.А.

Таким образом, внутренний аудит является классическим инструментом реализации процессного подхода в системе менеджмента, построенной по модели ИСО 9001, а именно PDCA — цикл «Планируй — Делай — Проверь — Действуй» [2], где внутренний аудит занимает пози-

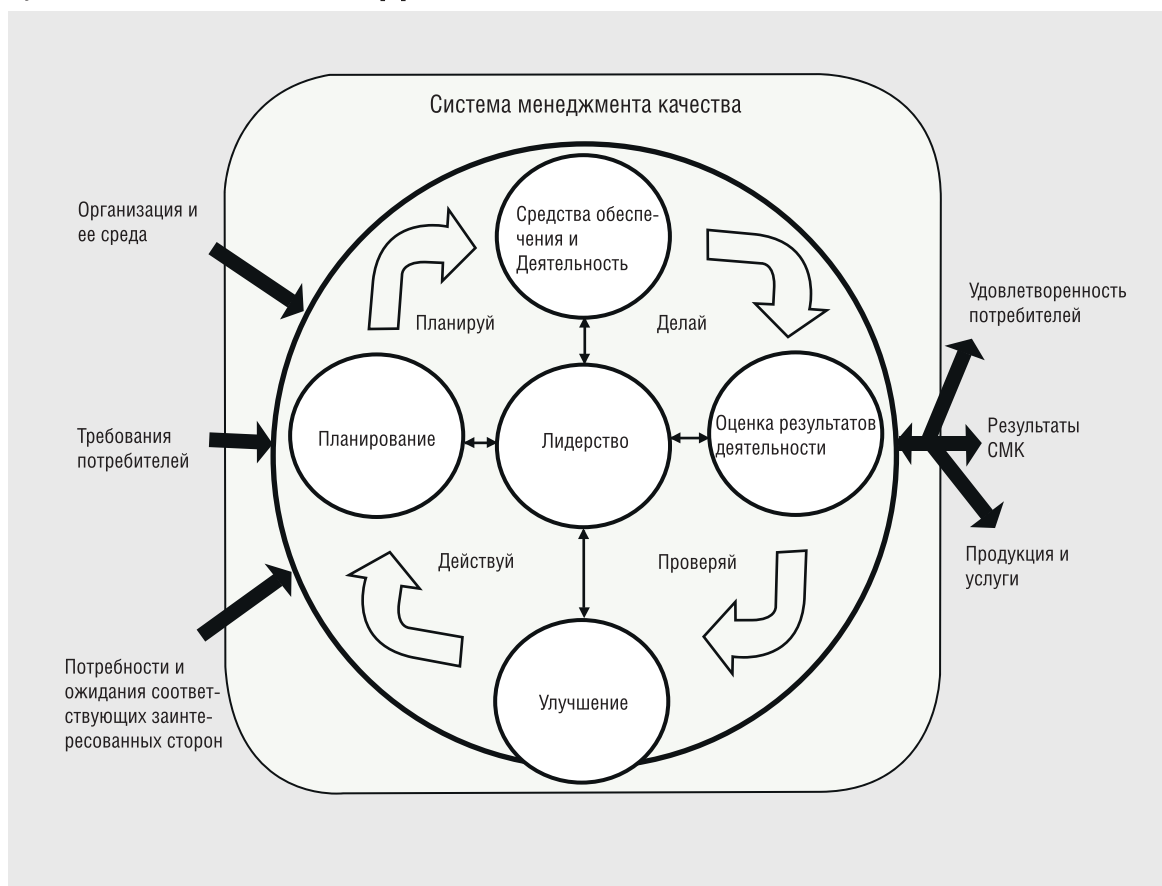


Рис. 1. Схематичное изображение цикла PDCA

цию «Проверяй». Схематичное изображение цикла PCDA приведено на рис. 1.

Вместе с тем, результативность – это степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов, эффективность – это соотношение между достигнутым результатом и использованными ресурсами [3].

Основная часть

Очевидно, что высшее руководство заинтересовано в максимальной результативности и эффективности внутреннего аудита, при этом понятно желание использовать минимально необходимый объем ресурсов. С целью сличения полученных результатов введем коэффициент эффективности:

$$k = 100 * \frac{r}{M}$$

где:

r – степень результативности, безразмерная величина. Чем полнее оценены критерии аудита во всей области аудита, тем ближе значение к единице. Определяется эмпирическим путем;

M – объем затраченных ресурсов на обозначенные мероприятия, выражен в тысячах рублей в год.

Приступим к рассмотрению возможных путей повышения результативности внутреннего аудита и объема необходимых для их реализации ресурсов:

1) Повышение квалификации внутренних аудиторов.

Обычной ситуацией в испытательных лабораториях является назначение внутренних аудиторов из числа наиболее квалифицированных кадров, имеющих иную основную трудовую функцию. Как правило, в таком случае персонал обладает высокой компетенцией в проверяемой области деятельности, однако при этом обладает невысокими навыками проведения внутреннего аудита. Решением видится проведение дополнительного обучения внутренних аудиторов. Однако, вопрос оценки результативности внутреннего обучения по теме внутреннего аудита остается открытым, а внешнее обучение достаточно дорого и, при этом, не гарантирует рост навыков внутреннего аудитора пропорциональный объему затраченных ресурсов. [4]

Также достаточно серьезной проблемой является вопрос беспристрастности внутренних аудиторов. Неформальные связи, возникающие внутри коллектива, зачастую приводят к формальному подходу при проведении внутреннего аудита.

Средняя стоимость обучения по теме «внутренний аудит системы менеджмента качества» составляет порядка 25 тысяч рублей на одного человека. Степень результативности составит 0,8. Таким образом, коэффициент эффективности внутреннего аудита:

$$k = 100 * \frac{0,8}{25} = 3,2.$$

2) Повышение мотивации внутренних аудиторов.

Как сказано ранее, персонал, проводящий внутренние аудиты, получает данную обязанность в качестве «нагрузки» к основной трудовой функции без предоставления дополнительных выплат. Такой персонал, без рассмотрения уровня его компетенции, обладает низкой мотивацией при проведении внутреннего аудита. Упомянутые ранее неформальные связи, низкая мотивация сама по себе, также приводят к формальному подходу, и создают у высшего руководства ложное впечатление отсутствия недостатков в деятельности, в то время как истинный уровень соответствия деятельности не оценивается, что, в свою очередь, может привести к критичным проблемам, таким как, например, срыв исполнения договоров, утрата статуса аккредитации.

Решением указанной проблемы видится повышение мотивации персонала, ответственного за проведение внутренних аудитов. Как вариант, могут быть рассмотрены премиальные выплаты за проведение конкретных внутренних аудитов, либо постоянные относительно небольшие выплаты внутренним аудиторам, при условии подтверждения своих компетенций, на внутренней аттестации. Указанный вариант повышения результативности внутреннего аудита требует затрат материальных ресурсов, однако не решает проблемы уровня компетенции. Вместе с тем, мотивация путем денежных выплат в отдельных случаях может быть не эффективна.

Денежная надбавка за возложение дополнительных обязанностей составляет не менее 10 тысяч рублей на одного человека. Мотивировать требуется не менее 2-х человек. Степень результативности составит 0,7. Таким образом, коэффициент эффективности внутреннего аудита:

$$k = 100 * \frac{0,7}{20} = 3,5.$$

3) Приглашение внешних экспертов.

Повышение результативности внутреннего аудита путем приглашения экспертов для его проведения безусловно является весьма перспективным с точки зрения объективности процесса, однако это наиболее ресурсозатратный путь. Оправданным с точки зрения эффективности он может быть только на крупных предприятиях, там, где такого специалиста могут обеспечить полной загрузкой.

Средняя стоимость договора гражданско-правового характера с экспертом составляет 35 тысяч рублей. Степень результативности – 0,9. Коэффициент эффективности внутреннего аудита:

$$k = 100 * \frac{0,9}{35} = 2,57$$

4) Формализация и стандартизация процедуры внутреннего аудита.

Обычно внутренний аудит проводится на основании годовой программы аудитов и плана на конкретный аудит. Степень детализации аудита при планировании как правило не уменьшается более чем до подразделения и процес-

са этому подразделению свойственного. Критерии аудита не всегда детализируются до пунктов конкретных документов, чаще в качестве критерия указывается документ целиком. Такое планирование приводит к расширению «коридора» аудита и, как следствие, снижению его результативности. Видится целесообразным formalизовать план аудита до конкретных вопросов,

ответы на которые должны даваться достаточно односложно и могут быть легко оценены.

Такую формализацию можно осуществить через применение чек-листов, дополняющих план внутреннего аудита. В качестве примера в таблице 1 приведен чек-лист, дополняющий план аудита подразделения, отвечающего за предоставление продукции и услуг внешними поставщиками.

Таблица 1

Вопрос аудитора	Ответ аудируемого	Оценка соответствия критериям аудита
Каким образом обеспечена пригодность используемых продукции и услуг, предоставляемых внешними поставщиками	Пригодность обеспечена путем проведения входного контроля 100% продукции, поступающей на склад лаборатории. По результатам оценки пригодности осуществляются записи в журнал учета результатов входного контроля	соответствует
Имеется ли процедура и ведутся ли записи для определения, рассмотрения и утверждения требований лаборатории к продукции и услугам, предоставляемым внешними поставщиками	Да, имеется процедура СТО ИЛ 6.6-10-2022. Записи ведутся в электронной базе 1С.	соответствует
Имеется ли процедура и ведутся ли записи для определения критериев для оценивания, выбора, мониторинга деятельности и периодического оценивания внешних поставщиков	Да, имеется процедура СТО ИЛ 6.6-10-2022. Записи ведутся в электронной базе 1С.	соответствует
Имеется ли процедура и ведутся ли записи для осуществления каких-либо действий по результатам оценивания, мониторинга деятельности и периодического оценивания внешних поставщиков.	Да, имеется процедура СТО ИЛ 6.6-10-2022. Записи ведутся в электронной базе 1С.	соответствует

<p>Информирует ли лаборатория внешних поставщиков о своих требованиях в отношении:</p> <p>а) предоставляемых продукции и услуг;</p> <p>б) критериев приемки;</p> <p>с) компетентности, включая требования к квалификации персонала;</p> <p>д) деятельности, которую лаборатория или ее заказчик намерены осуществить на территории внешнего поставщика.</p>	<p>Да, информирование осуществляется через соответствующие положения договоров.</p>	<p>соответствует</p>
---	---	----------------------

Пример чек-листа

Ясно, что выработка конкретных пунктов чек-листа является важной работой при планировании внутреннего аудита и должна выполняться наиболее компетентными и подготовленными специалистами испытательной лаборатории. Представляется целесообразным осуществлять такую работу коллегиально для каждого возможного объекта аудита, что позволит в дальнейшем использовать уже выработанную ранее форму чек-листа без затраты ресурсов на ее разработку. Применение чек-листа исключит формальный подход к проведению внутреннего аудита со стороны конкретного аудитора, снизит требования к компетентности конкретного внутреннего аудитора, позволит осуществить запись наблюдений аудита и в дальнейшем, при наличии каких-либо сомнений, повторно их оценить. Немаловажно, что применение чек-листов несет дополнительную финансовую нагрузку на организацию однократно.

Необходимо выделить 20 тысяч рублей для поощрения группы, формирующей чек-листы. Степень результативности – 0,95. Коэффициент эффективности внутреннего

аудита:

$$k = 100 * \frac{0,95}{20} = 4,75$$

Заключение

Новизна предложенного подхода состоит в попытке оценить эффективность внутреннего аудита через количественную оценку ресурсов, затраченных на достижение результата, относительно самого результата. Полученные результаты могут быть применены в деятельности испытательной лаборатории как в прямую, так и в качестве основы для выработки собственных путей решения указанных в статье проблем.

Можно сделать вывод, что все рассмотренные пути повышения результативности имеют право на реализацию. Однако наиболее эффективным из рассмотренных является применение чек-листов при планировании и проведении внутреннего аудита. При внедрении таких чек-листов в деятельность испытательной лаборатории, эффективность проведения внутреннего аудита повышается наиболее значительно.

Литература

- 1) ГОСТ ISO/IEC 17025—2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий, с. 17;
- 2) ГОСТ Р ИСО 9001—2015 Системы менеджмента качества. Требования, с. VI, VII
- 3) ГОСТ Р ИСО 9000—2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь, с. 47
- 4) Булгаков О.Ю., Подъяпольский С.Б., II научно-техническая конференция в области комплекса работ по обеспечения качества и надежности ЭКБ. Подготовка профильных специалистов. итоги, направления и пути развития, «Радиоэлектронная отрасль: проблемы и их решения», № 1, 2021 г., с. 10-12.
- 5) Токарева Ю.А., Глухенькая Н.М., Токарев А.Г., Мотивация трудовой деятельности персонала: комплексный подход, Монография, Урал. федер. ун-т им. Б.Н. Ельцина, Шадр. гос. пед. ун-т. – Шадринск : ШГПУ, 2021, с. 23

ВОПРОСЫ ОЦИФРОВКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ, ЗАДАНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ЗАВИСИМОСТЯМИ

ISSUES OF DIGITIZATION OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF ELECTRONIC COMPONENTS SPECIFIED BY FUNCTIONAL DEPENDENCIES

Колядин А.И., Подъяпольский С.Б. к. т. н.; ФГБУ «ВНИИР»; +7 (495) 586–17–21, kolyadin@gmail.com, psb@vniir-m.ru
Kolyadin A.I., Podyapolsky S.B., Ph.D. of engineering sciences; FSBI «VNIIR»; +7 (495) 586–17–21, kolyadin@gmail.com, psb@vniir-m.ru

Аннотация. Рассмотрены применяющиеся на практике основные варианты установления значений параметров изделий электронной компонентной базы и их зависимостей от режимов работы и других внешних факторов. Основное внимание уделено простейшему виду математических моделей, заданных функциональными зависимостями. Сформулированы и обоснованы основные цели и задачи использования цифрового представления зависимостей электрических параметров. Приведены и проанализированы методы и сформулированы рекомендации по цифровому представлению (оцифровке) функциональных зависимостей электрических параметров.

Abstract. The main options used in practice for determining the values of the parameters of electronic component base products and their dependencies on operating modes and other external factors are considered. The main attention is paid to the simplest kind of mathematical models defined by functional dependencies. The main goals and objectives of using the digital representation of the dependencies of electrical parameters are formulated and justified. Methods are presented and analyzed and recommendations are formulated for the digital representation (digitization) of functional dependencies of electrical parameters.

Ключевые слова: электронная компонентная база, электрические параметры и характеристики, математическая модель, аппроксимация, доверительная вероятность, цифровое представление, оцифровка.

Keywords: electronic component base, electrical parameters and characteristics, mathematical model, approximation, confidence probability, digital representation, digitization.

Введение

Объём информации по электронной компонентной базе (ЭКБ) в различных информационных системах (ИС), содержащих и использующих эту информацию (базы данных, системы автоматизированного проектирования, базы знаний и пр.), непрерывно увеличивается. При этом наиболее востребованными для разработчиков радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) являются данные по электрическим параметрам и характеристикам, а также математическое описание и последующее цифровое представление их изменениям (функциональным зависимостям) в зависимости от режимов эксплуатации и других внешних условий и факторов.

На практике применяются следующие варианты характеристики значений электрических параметров и функциональных зависимостей [1]:

– **Вариант 1:** параметры, которые задаются точечными значениями или отрезками значений (как правило, это основные параметры, характеризующие изделия и используемые при проведении всех видов контрольных испытаний для принятия решения о соответствии изделия установленным требованиям).

– **Вариант 2:** параметры, заданные функциональными зависимостями, к примеру, «зависимости коэффициента усиления напряжения, тока, мощности от частоты входного сигнала и напряжения питания» – $AU, I, P = f(f; U_{cc})$.

Это простейший случай математической модели (модель, в которой сведения об объекте моделирования представлены в виде математических символов и выражений [2]).



Колядин А.И.



Подъяпольский С.Б.

– **Вариант 3:** параметры, заданные математическими моделями, предназначенными для непосредственного применения в системах автоматизированного проектирования (САПР). Это: трёхмерные геометрические модели (3D модели), поведенческие модели и поведенческие модели физических процессов.

В данной статье рассматриваются и анализируются математические модели для цифрового представления изменений параметров в зависимости от режимов эксплуатации, других внешних условий и факторов (вариант 2).

Известны три способа задания функций: аналитический, графический и табличный. На практике в технических условиях (ТУ) на изделия ЭКБ используются графический и табличный способы, т. к. имеется лишь некое дискретное множество, где значениям аргумента поставлено в соответствие множество значений функции. В нормативных документах, определяющих форму изложения ТУ, не установлены требования по представлению этого класса параметров в аналитическом виде.

Значения параметров получают в результате серии измерений методами, регламентированными стандартами по методам измерений, соответствующих параметров. По результатам измерений формируются таблицы и (или) строят лекальные кривые. На практике проектировщику РЭА могут понадобиться значения величины параметров в точках, отличных от имеющихся в дискретном множестве, полученном в результате измерений. Для определения промежуточных значений параметра между точками, заданными в таблице, требуется оцифровка. Под оцифровкой, в данном случае, подразумеваем решение задачи аппроксимации данных по имеющимся значениям параметров, в математике – это называют задачей о восстановлении функции.

Описание подходов

Для оценки точности значения измеряемого параметра указывают погрешность измерения и доверительную вероятность этой погрешности. Погрешность измерения – это некоторый интервал (доверительный интервал), внутри которого с заданной вероятностью (доверительная вероятность) находится искомое (истинное) значение параметра. Доверительный интервал определяется точностью используемого средства измерения при регистрации значения параметра, а доверительная вероятность – надёжностью оценки. При фиксированном доверительном интервале доверительную вероятность можно повысить, увеличивая количество измерений. Необходимое количество измерений для увеличения доверительной вероятности до заданной величины определяется неравенством Чебышева [3]:

$$P(|\alpha_{CP} - \alpha| \geq \varepsilon) < \frac{d}{n\varepsilon^2},$$

где:

$\alpha_{CP} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n}{n}$ – среднее арифметическое n измерений независимых величин $\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n$;

d – дисперсия величины α ;

ε – доверительный интервал.

К примеру, по [4] погрешность измерения тока потребления и др. параметров должна быть в пределах $\pm 5\%$ с возможными доверительными вероятностями: 0,950; 0,990; 0,997. Поэтому будет некорректно для построения математической модели использовать метод интерполяции, т. к. интерполяционная функция проходит непосредственно через все точки результатов измерения, полученные с некоторой погрешностью, и в промежутках между ними погрешность интерполяционной функции может оказаться выше погрешности измерения. Задача состоит в построении достаточно простой функции, не обязательно проходящей через все заданные точки, при этом необходимо определить критерий близости значений аппроксимирующей функции к исходным данным. Метод, в котором в качестве такого критерия используется минимум суммы квадратов разностей между значениями аппроксимирующей функции и исходными данными, называется методом наименьших квадратов (МНК). МНК

обеспечивает наименьшую сумму квадратов отклонений значений математической модели от значений, полученных с помощью ряда измерений (дисперсии) [5]:

$$S = \sum_{i=1}^n (\sim y_i - y_i)^2 \rightarrow \min$$

где:

$\sim y$ – n измерений параметра;

y – n расчётных значений параметра по восстановленной функции.

Построив аппроксимирующую функцию с условием, что отклонения значений математической модели от исходных значений (полученных в результате измерений) должны быть (как минимум) не более величины доверительного интервала, требуемого стандартом метода измерения, можно легко вычислить значение параметра на всём рабочем диапазоне изделия (как правило, задаётся в ТУ).

Результаты и обсуждение

Задача аппроксимации состоит из двух самостоятельных задач [6]:

- выбор вида подходящей аппроксимирующей функции;
- определение значений, входящих в аппроксимирующую функцию постоянных коэффициентов (определение коэффициентов аппроксимации).

В радиотехнике для аппроксимации наиболее часто используют следующие виды функций: степенные полиномы, экспоненциальные, тригонометрические полиномы, кусочно-линейные функции [6]. Основная сложность аппроксимации заключается в подборе наиболее подходящих для конкретных ситуаций видов аппроксимирующих функций. Исчерпывающих методик и рекомендаций по выбору аппроксимирующих функций для различных типов (видов) ТХ ЭКБ, заданных функциональными зависимостями, пока не разработано, поэтому это процесс в значительной степени творческий. Для этой цели целесообразно и наименее трудоёмко использовать возможности программного обеспечения (ПО) для работы с электронными таблицами, в котором есть функции аппроксимации [7]. Например, с помощью функций аппроксимации, встроенных в Excel, можно через опцию «Формат линии тренда» по одним исходным данным построить сразу несколько вариантов функций и выбрать ту, которая даёт наименьшие отклонения по МНК и вид её более близок к виду восстанавливаемой функции.

Рассмотрим конкретный пример оцифровки вольтамперной характеристики магнетрона $U(i)=f(Ai)$. С помощью функций аппроксимации, встроенных в Excel, построим графики минимальных и максимальных значений $U(i)=f(Ai)$, используя различные виды аппроксимирующих функций (рис. 1 и 2).

В качестве исходных данных, полученных в результате измерений в соответствии с [8] представим следующую таблицу:

$\square i$	1	2	3	4	5
$A_i - x_i$	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
$U_{i \text{ мин}} - \sim y_i$	2.37	2.47	2.51	2.58	2.64
$U_{i \text{ макс}} - \sim y_i$	2.37	2.48	2.53	2.6	2.64

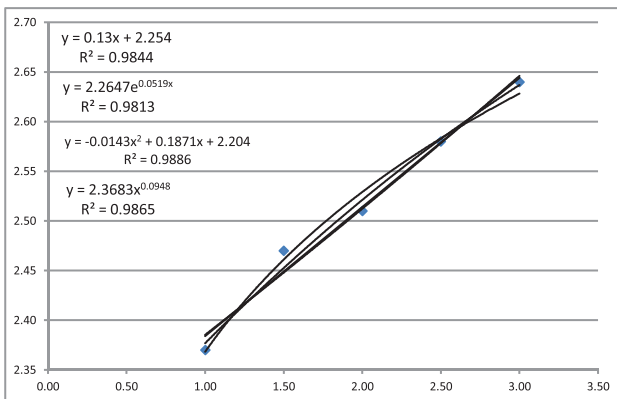


Рис. 1. Графики для минимальных значений вольтамперной характеристики с различными видами аппроксимирующих функций

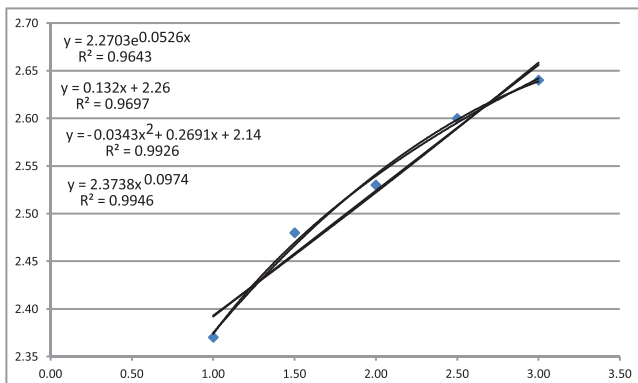


Рис. 2. Графики для максимальных значений вольтамперной характеристики с различными видами аппроксимирующих функций

Оценку адекватности аппроксимирующих функций исходным данным проводим по значению коэффициента детерминации R^2 . Коэффициент детерминации характеризует долю дисперсии расчётной переменной y в общей дисперсии переменной $\sim y$ исходных данных и рассчитывается по формуле [9]:

$$R^2 = \frac{S_{\text{факт}}}{S_{\text{общ}}} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{\text{cp}})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{\text{cp}})^2},$$

где:

$\sim y_i$ – n значений параметра из ТУ;

y_i – n расчётных значений параметра по аппроксимирующей функции;

$$y_{\text{cp}} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

По рис. 1 и 2 видим, что наибольший коэффициент детерминации у функций видов: степенной и степенной полиномиальной. Строим графики с этими видами функций для минимальных и максимальных значений вольтамперной характеристики (рис. 3 и 4).

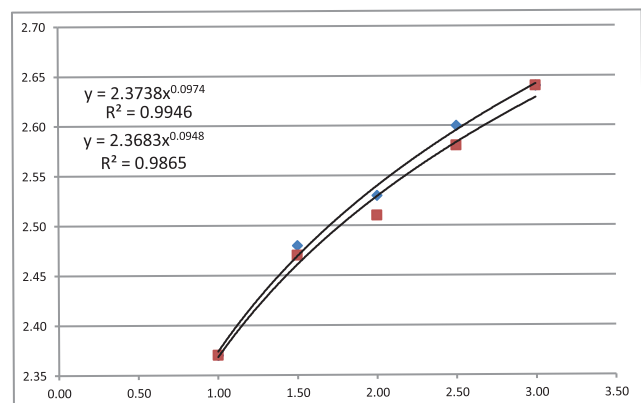


Рис. 3. Графики степенной аппроксимирующей функции для минимальных и максимальных значений вольтамперной характеристики

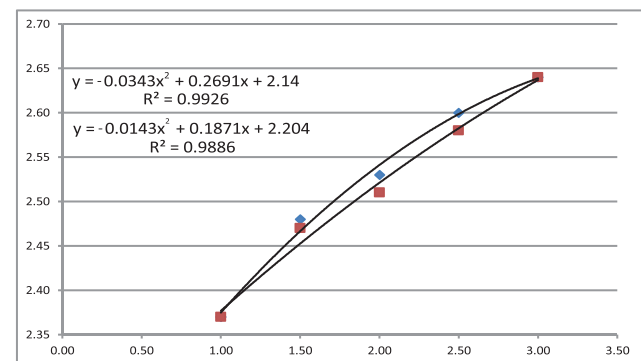


Рис. 4. Графики степенной полиномиальной аппроксимирующей функции для минимальных и максимальных значений вольтамперной характеристики

Определяем величину относительных отклонений по каждой точке расчётных значений от исходных:

$$e_i = \frac{|(y_i - \sim y_i)|}{y_i} 100\%.$$

Для аппроксимирующих функций:

$$U_{(i \text{ макс})} = 2,3738 A_i^{0,0974};$$

$$U_{(i \text{ мин})} = 2,3683 A_i^{0,0948}$$

i	1	2	3	4	5
$A_i - x_i$	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
$U_{i \text{ макс}} - \sim y_i$	2.37	2.48	2.53	2.6	2.64
$U_{i \text{ макс}} - y_i$	2.3738	2.4694	2.5396	2.5954	2.6419
e_i	0,1603 %	0,4265 %	0,3792 %	0,1771%	0,0718 %
$U_{i \text{ мин}} - \sim y_i$	2,37	2,47	2,51	2,58	2,64
$U_{i \text{ мин}} - y_i$	2,3683	2,4611	2,5291	2,5832	2,6283
e_i	0,0717 %	0,3601%	0,7629 %	0,1248 %	0,4448 %

Для аппроксимирующих функций:
 $U(i \text{ макс}) = 2,14 + 0,2691A_i - 0,0343A_i$;
 $U(i \text{ мин}) = 2,204 + 0,1871A_i - 0,0143A_i$

i	1	2	3	4	5
$A_i - x_i$	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
$U_{i \text{ макс}} - \sim y_i$	2.37	2.48	2.53	2.6	2.64
$U_{i \text{ макс}} - y_i$	2,3748	2,4665	2,5410	2,5984	2,6386
e_i	0,2025 %	0,5454 %	0,4348 %	0,0625 %	0,0530 %
$U_{i \text{ мин}} - \sim y_i$	2,37	2,47	2,51	2,58	2,64
$U_{i \text{ мин}} - y_i$	2,3768	2,4525	2,5210	2,5824	2,6366
e_i	0,2869 %	0,7095 %	0,4382 %	0,0921 %	0,1288 %

Как видим по вышеприведённым таблицам, максимальные относительные отклонения расчётных значений от исходных менее 1 %, что много ниже, чем допустимая погрешность измерения ± 5 % по [9]. Исходя из сравнения аппроксимирующих функций: степенной и степенной полиномиальной по коэффициентам детерминации и величинам относительных отклонений расчётных значений от исходных, можно сделать вывод, что оба вида функций удовлетворительно аппроксимируют исходные данные.

Заключение

Исходя из вышеприведённого анализа и оценок, на основе апробации выбранного подхода к выбору аппроксимирующих функций, для решения задач по цифровому представлению (оцифровке) изменений параметров в зависимости от режимов эксплуатации, других внешних условий и факторов, можно сделать следующие выводы: 1) Для практической работы по оцифровке параметров, заданных функциональными зависимостями, целесообразно использовать метод наименьших квадратов,

который реализован в стандартном ПО для работы с электронными таблицами (например, Excel или его аналоги). С помощью этого ПО можно построить сразу несколько вариантов аппроксимирующих функций. Для сравнительной оценки качества аппроксимирующих функций достаточно использовать две характеристики: коэффициент детерминации и относительное отклонение расчетных значений от исходных.

2) Предложенный метод позволит разработчикам РЭА в процессе проектирования схем использовать результаты оцифровки функциональных зависимостей параметров

серийно выпускаемых изделий, для которых не разработаны поведенческие модели.

3) Целесообразно, для широкого использования данного подхода к цифровому представлению (оцифровке) изменений параметров в зависимости от режимов эксплуатации, внешних условий и факторов, разработать соответствующий методический документ.

4) Следующие статьи будут направлены на обоснование методов оцифровки данных для функционально сложных изделий ЭКБ СВЧ диапазона.

Литература

1. Колядин А.И. Вопросы представления информации по электронным компонентам в радиоэлектронной отрасли. // Мытищи, ФГБУ «ВНИИР», Научно-технический журнал «Радиоэлектронная отрасль: проблемы и их решения», – 2022, № 2(6), с. 2–4.
 2. ГОСТ Р 57188–2016 Численное моделирование физических процессов. Термины и определения.
 3. Вероятность и информация. Изд. 5-е, стереотипное / А.М. Яглом, И.М. Яглом – М.: КомКнига, 2007. – 512 с.
 4. ГОСТ 18683.1–83 Микросхемы интегральные цифровые. Методы измерения статических электрических параметров.
 5. Основы теории цепей: Учебник для вузов спец. «Радиотехника» / В.П. Попов – М.: Высш. шк., 1985. – 496 с.
 6. Радиотехнические цепи и сигналы. Задачи и задания: Учебное пособие / Под ред. А.Н. Яковлева – М.: ИНФРА-М; Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 348 с.
 7. Инженерная группа «Алгоритмист».
- URL: <https://algoritmist.ru/approximacija-eh-to-prosto/prosto-kogda-ochen-prosto.html> (дата обращения: 09.03.2022).
8. Магнетрон МИ-381. Технические условия 6ВО.332.371 ТУ.
 9. Эконометрика: учеб. Пособие / Ю.В. Сажин, И.А. Иванова; Мордов. 1 гос. ун-т. – Саранск, 2013. – 296 с.



АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
«ЦЕНТР НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ,
АККРЕДИТАЦИЯ И ОБУЧЕНИЯ «КВАЛИТЕТ»

125124, Москва,
1-ая ул. Ямского Поля, д. 19, стр. 1
(здание АО Концерн «Созвездие»
Тел.: +7 (499) 251-04-11, 251-57-24
Факс: +7 (499) 251-10-13, 250-43-96
E-mail: qualitet@aha.ru



ГРУППА КОМПАНИЙ
СНАБЖЕНИЕ

ЗАЩИЩЕННЫЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ НОУТБУКИ НА ПРОЦЕССОРАХ INTEL® и ЭЛЬБРУС

15" 18,5"

О₁

Соответствие группам исполнения:

11, 1.3, 1.10, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.3.1 по ГОСТ РВ 20.39.304
(1.7, 1.14 исполнения «О» по ГОСТ В 20.39.304-76)
с уточнениями



Порты ввода-вывода (защищенные):

Видеовыход:	VGA (1 канал), Видеокамера с микрофоном (опционально)
Аудио-выход:	Выход аудио-гарнитуры (1 канал)
Аудио-вход:	Микрофонный вход (1 канал)
ЛВС Ethernet:	1 Гбит/сек (1 канал), 100 Мбит/сек (1 канал)
Порт USB:	USB 2.0 (4 канала), USB 3.0 (1 канал)
Последовательный порт (COM):	RS-232 (2 канала)
Параллельный порт:	RS-232/422/485 (1 канал)

Меры обеспечения информационной защищенности и контроля доступа:

АПМДЗ (опционально)

Операционная система:

Windows 8/10, AstraLinux Special Edition, MCBC 3.0, MCBC 5.0, QNX 6.0, ALT Linux, ОС «ЭЛЬБРУС»

Процессор (ЦПУ): Intel® Core™ i3 / i5 / i7
Эльбрус-1С+

Диагональ экрана:	15,6"	18,5"
Масса с АКБ, кг:	10	13
Габариты, мм:	410x330x71	460x340x76

Накопитель:	M.2	M.2, 2,5'
Отечественный	объем от 128 ГБ тип памяти: TLC, SLC	

Оперативная память: DDR4 до 32 ГБ

Разрешение экрана:	1920x1080
Углы обзора:	179°
Сенсорный ввод, антибликовое покрытие:	Опционально
Защитное стекло:	Да

Защита корпуса:	IP65
Эксплуатация:	минус 50°С..плюс 55°С
Хранение:	минус 50°С..плюс 70°С

197374, г. Санкт-Петербург, Приморский пр-кт, д. 52, корп. 4
Тел.: +7 812 600-32-20 (доб. 100) Моб.: +7 964 342-42-37
info@gksnab.ru

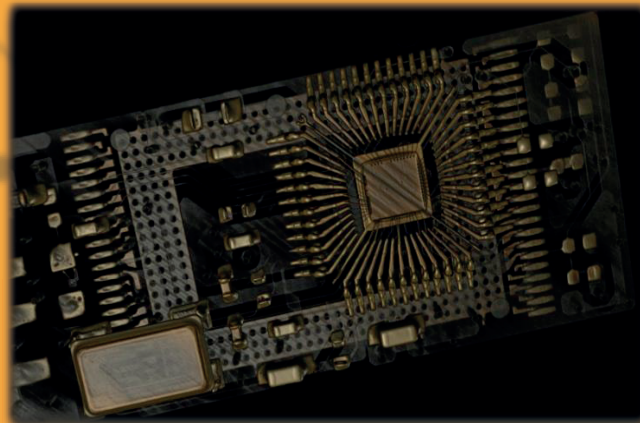


Широкий перечень работ и
высококласные специалисты

Создай 3D модель образца и исследуй его
внутреннюю структуру

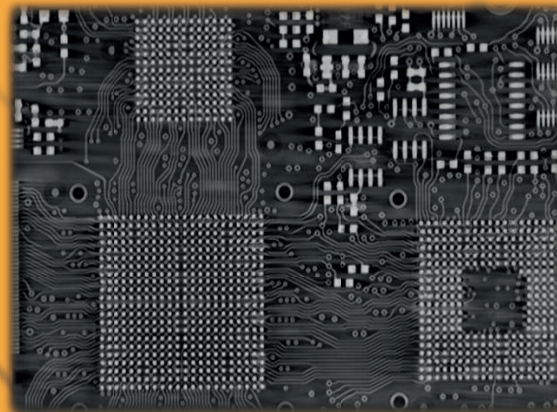
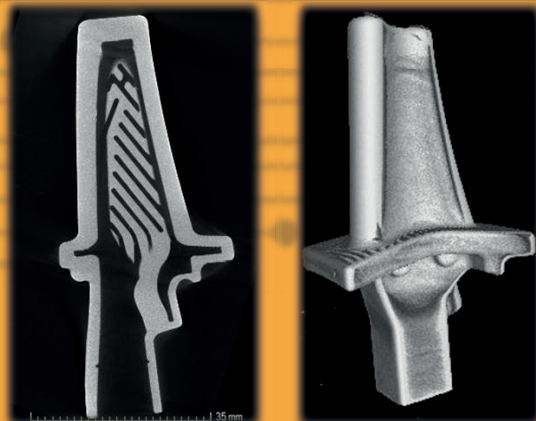
Рентгеновский томограф Phoenix|x-ray v/tome/x m 300

- различимость деталей до 1 мкм
- погрешность измерений 3 мкм
- автоматический поиск скрытых дефектов
- средство измерения утвержденного типа



Контроль качества форм отливок и
внутренняя структура образца

Контроль качества пайки и структуры плат



- создание 3D модели образца
- исследование внутренней структуры
- анализ скрытых дефектов
- контроль геометрических параметров изделий сложной формы

- контроль, осмотр и измерения слоев в многослойных печатных платах
- контроль межслойных переходов
- контроль качества пайки, BGA
- обратный инжиниринг печатных плат
- и другие различные задачи

