

УДК 621.39

А.С. АФАНАСЬЕВ, кандидат
технических наук

Д.В. МАТЮХИН, кандидат
технических наук, доцент

РЕАЛИИ СОВРЕМЕННОГО ПУТИ РАЗВИТИЯ ВОЕННОЙ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

В статье показана роль военной радиоэлектроники в обеспечение технологической независимости и безопасности государства в современных условиях, рассматриваются основные направления и тенденции развития отечественной электроники для современных образцов вооружения, особенности планирования их разработки и повышения качества в условиях снижения зависимости от продукции иностранного производства.

Ключевые слова: вооружение и военная техника; радиоэлектронная аппаратура; радиоэлектроника военного назначения; военно-научное сопровождение; военно-техническое сопровождение; качество изделий военного назначения; продукция иностранного производства; комплектующие изделия

Радиоэлектроника – основа экономического благополучия и обороноспособности развитых стран. Следовательно, развитие радиоэлектронной отрасли промышленности – это важнейшая и актуальнейшая задача, от которой в значительной степени зависит не только современный уровень создаваемых образцов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), но и обеспечение технологической и военной безопасности России.

Телевидение, тепловидение, ночное видение, радиолокация, радиопеленгация, навигация, топопривязка, ориентирование, дальнометрирование и целеуказание, связь, автоматизированное управление войсками и оружием, обработка информации, высокоточное оружие, робототехника – вот далеко не полный перечень областей, развитие которых предполагает использование новейших достижений радиоэлектроники. Боевая эффективность образцов вооружения в значительной мере определяется техническим уровнем входящей в их состав радиоэлектронной

аппаратуры (РЭА), ее надежностью и стойкостью к внешним воздействующим факторам. Характеристики такой аппаратуры зависят от уровня разработок, состояния производства и функциональной полноты номенклатуры комплектующей ее электронной компонентной базы (ЭКБ).

Технический уровень изделий радиоэлектроники влияет на сроки и результаты создания новейших образцов ВВСТ, позволяющих реализовать современное представление об их применении по назначению. Высокий технический уровень РЭА и ЭКБ – основа современных и перспективных систем и комплексов вооружения, обладающих требуемой точностью, всесуточностью и всепогодностью боевого применения, высокой оперативностью, способностью решать широкий круг задач в реальном времени при существенном повышении разрешающей способности аппаратуры, а также возможностью адаптации к сложным условиям боевой обстановки [1].

Условия, которые сложились в 90-х годах для российской радиоэлектроники, оказались катастрофическими. В результате распада Советского Союза более 48% производственного потенциала электронной промышленности оказалась за пределами Российской Федерации. Это предприятия электронной промышленности, которые разрабатывали и выпускали 47% интегральных микросхем, 31% электронно-лучевых трубок, 26% коммутационных изделий, 24% пьезоэлектрических изделий, 20% соединителей, а также ведущие предприятия по разработке и изготовлению технологического оборудования, высокочистых материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий. Кроме этого, Российское государство утратило административные рычаги управления предприятиями российской электронной отрасли, научно-производственный потенциал и технологический парк которой серьезно пострадали. Объем государственного оборонного заказа для предприятий-изготовителей ЭКБ оказался на грани рентабельности и был значительно сокращен. Реальные объемы финансирования приборных и технологических научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию ЭКБ военного назначения были сокращены почти на 90%. В итоге, отечественный оборонно-промышленный комплекс «получил» существенное отставание в области ЭКБ военного назначения от зарубежного технического уровня таких изделий¹ (рисунок 1).

¹ ЗНТО о НИР «Оазис-6», 2019.

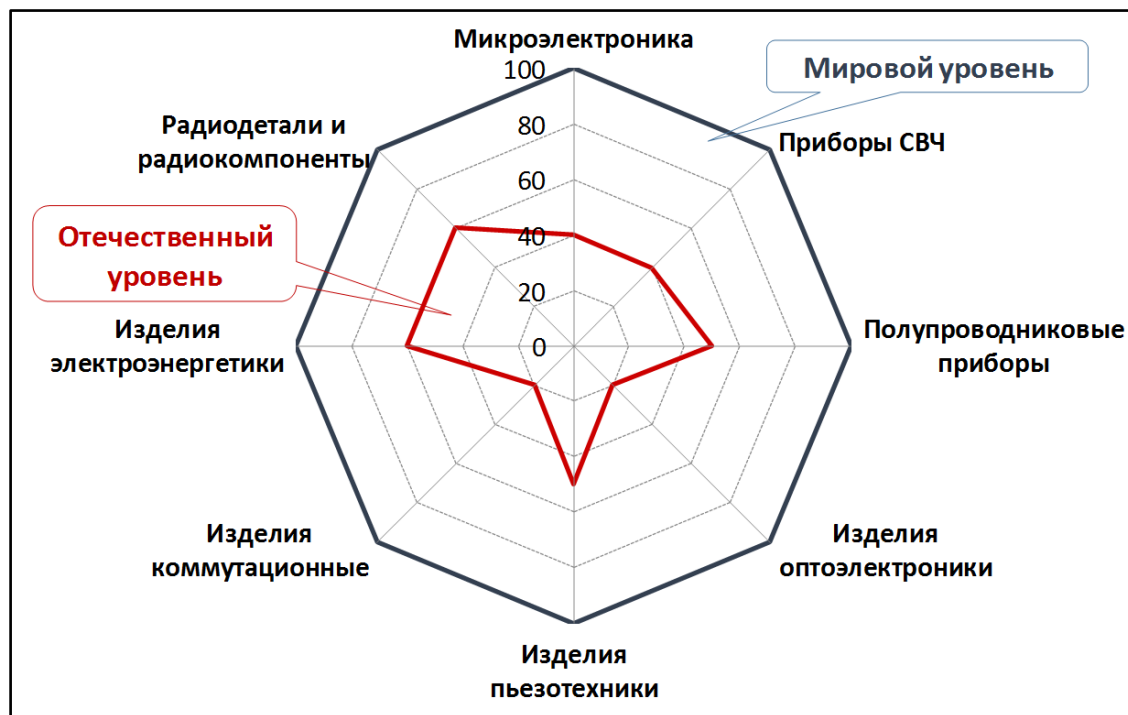


Рисунок 1 – Современное состояние технического уровня отечественной ЭКБ для РЭА ВВСТ

За прошедшее время благодаря государственным инструментам развития, главным образом, федеральным целевым программам, были осуществлены крупные государственные капиталовложения в реконструкцию и строительство передовых производств. Государство оказало существенную поддержку развитию радиоэлектронной промышленности в различной форме – от предоставления особых статусов до прямого субсидиарного финансирования. Более того, государство стало и основным потребителем создаваемой отраслью продукции. Связано это в том числе и с тем, что отечественная радиоэлектронная промышленность в основном ориентирована на производство продукции военного назначения [2].

Ситуация меняется. Снижается доля финансирования статей по государственному оборонному заказу, соответственно повышаются риски снижения существующих объемов сбыта радиоэлектронной продукции. Созданные, используемые и развиваемые технологии становятся доступны и применимы в области радиоэлектронной гражданской продукции. Следовательно, возникает задача перехода радиоэлектронной отрасли и предприятий оборонно-промышленного комплекса к выпуску высокотехнологической продукции гражданского применения, а

создаваемый при этом технологический и интеллектуальный потенциал своевременно ориентировать на перспективные разработки в области продукции военного назначения.

Как и прежде, в целях обеспечения государственной безопасности, неотъемлемой частью военно-технической политики, реализуемой органами государственной власти России, является опережающее развитие военной техники, которое выходит на новый уровень и характеризуется на сегодняшний день разработкой высокоинтеллектуальных образцов ВВСТ нового поколения.

Перспективные планы развития системы вооружения в настоящее время непосредственно ориентированы на создание качественно новых видов оружия, которые характеризуются:

- внедрением элементов интеллектуализации в образцы вооружения;
- развитием интегрированных систем разведки, целеуказания, связи, управления и радиоэлектронной борьбы;

- созданием малогабаритных и сверхмалых (миниатюризацией) образцов вооружения;

- снижением заметности вооружения, военных объектов и объектов инфраструктуры;

- повышением мобильности войск;

- освоением гиперзвуковых скоростей полета средств поражения;

- повышением точности и избирательности действия оружия;

- снижением расходов на эксплуатацию за счет создания систем и средств со встроенной диагностикой;

- повышением энерговооруженности и освоением новых видов энергоносителей и форм энергии с одновременным снижением энергопотребления.

Основными тенденциями в развитии РЭА образцов вооружения при этом являются:

- снижение массогабаритных характеристик;

- увеличение сроков службы до 15 лет при непрерывном функционировании в условиях воздействия факторов космического пространства;

- увеличение скорости и объемов обработки и передачи информации по каналам связи;

- повышение точностных характеристик навигационных систем наведения, независимо от погодных, суточных и сезонных изменений;

расширение спектрального диапазона функционирования средств; использование многоспектральных средств обнаружения для повышения дальности обнаружения в различных условиях применения, в том числе при противодействии со стороны противника;

увеличение импульсной мощности излучаемых сигналов в радиочастотном и в оптическом диапазонах;

внедрение систем искусственного интеллекта для повышения автономности действий как обитаемых, так и робототехнических комплексов.

Указанные тенденции во многом определяются применением перспективной ЭКБ, обеспечивающей улучшение таких характеристик вооружения, как надежность, живучесть, защищенность, долговечность, массогабаритные характеристики. При этом приоритетными направлениями в развитии отечественной ЭКБ являются:

изделия микроэлектроники (нейропроцессоры, сигнальные микропроцессоры, высокопроизводительные гибридные микропроцессоры, СБИС высокоскоростных оптических коммутируемых каналов, ОЗУ, ПЗУ, АЦП, ЦАП и т.п.);

изделия СВЧ с приоритетным развитием изделий твердотельной СВЧ электроники, мощных вакуумных СВЧ приборов миллиметрового и терагерцового диапазонов, а также нано-АФАР;

изделия силовой полупроводниковой электроники (в частности, силовые интегральные схемы в монолитном исполнении для управления и коммутации мощными устройствами преобразования энергии, электроприводами и другими исполнительными устройствами);

изделия оптоэлектроники для создания тепловизионных и инфракрасных приборов, а также многоспектральных приборов, в том числе, высокой телевизионной четкости;

изделия квантовой электроники для создания полупроводниковых лазеров, решеток полупроводниковых лазеров, твердотельных лазеров с диодной накачкой;

автономные источники тока (химические источники тока, топливные элементы и электрохимические генераторы на их основе, резервные гибридные источники питания, пиротехнические источники тока, аккумуляторы и т.п.), в том числе на основе новых (полимерных) материалов;

электропривода и их компоненты (высокоскоростные адаптивные электропривода малой мощности с повышенной точностью позициони-

рования, малогабаритные высокоскоростные фотоэлектрические цифровые преобразователи, преобразователи угол-параметр-код совмещенного исполнения и т.п.);

изделия микросистемной техники (микроакселерометры, микрогироскопы, магнитометры, инклинометры, датчики давления, микрофоны, оптические переключатели и т.п.).

Современные условия развития радиоэлектроники военного назначения можно охарактеризовать:

наличием сложившегося научно-технологического базиса радиоэлектронной отрасли, основанного на высокотехнологичных интеллектуальных решениях и высокой квалификации занятого персонала, способного в перспективе к опережающему развитию;

снижением зависимости от продукции иностранного производства (ИП) с необходимостью одновременного вынужденного использования комплектующих изделий (КИ) ИП при создании ряда перспективных образцов ВВСТ, базирующихся на прорывных радиоэлектронных технологиях;

существующей и достаточной системы задания требований к перспективной РЭА ВВСТ в современных условиях;

наличием согласованного механизма взаимодействия Министерства промышленности и торговли Российской Федерации и Министерства обороны Российской Федерации в процессе создания и применения ЭКБ военного назначения и в ходе осуществления их военно-технического сопровождения;

организацией и проведением периодического контроля качества создаваемой продукции военного назначения с проведением соответствующего мониторинга и своевременным реагированием в интересах решения возникающих проблем (до момента, когда качество изделий будет гарантированно закладываться на этапе создания техпроцессов).

В процессе реализации с 2008 года федеральных целевых программ в радиоэлектронной отрасли накоплен большой потенциал – получено более 6000 результатов интеллектуальной деятельности, в том числе более 560 базовых технологий, свыше 1700 ноу-хау и т.д.). Указанный массив интеллектуальной собственности частично внедрен, обеспечивается поддержка значительного количества базовых компетенций для организаций отрасли в интересах создания новейших образцов ВВСТ. Создано 43 базовых центра системного проектирования (дизайн-центров), модернизи-

ровано 140 производств радиоэлектронных изделий [2]. Активно используются и внедряются в работу отечественных предприятий системы автоматизированного проектирования разработок (САПР) для электроники и с использованием отечественных разработок в их составе, которые определяют качество всего жизненного цикла изделий: от языка описания логики кристалла до физической реализации чипа, его передачи в производство, от разработки схем до конструирования печатных плат, моделирования различных физических параметров устройств и интеграции электронных узлов в конечное изделие [3]. Есть множество и других достижений в радиоэлектронной отрасли, достойных внимания при создании перспективного отечественного вооружения [4-9]. Таким образом, в оборонно-промышленном комплексе России заложен фундамент будущих разработок, достижений и, в целом, развития на перспективу.

В исключительных случаях для обеспечения высоких требуемых тактико-технических требований разрабатываемых образцов вооружения их разработчики вынуждены использовать КИ ИП, правовой основой применения которых является Федеральный закон от 05 апреля 2013 г. № 44-ФЗ, постановление Правительства Российской Федерации от 14 января 2017 г. № 9 и соответствующие указания Заместителя Министра обороны Российской Федерации, регламентирующие порядок применения и рекомендации по формированию, рассмотрению, согласованию и утверждению Решений (дополнений к Решениям) о порядке применения КИ ИП в образцах ВВСТ.

Основную часть КИ ИП, применяемых в изделиях ВВСТ, составляют КИ немецкого, китайского и американского производства. При этом, зачастую штаб-квартиры предприятий-изготовителей находятся в одной стране, а производство находится в нескольких странах, и установить страну происхождения по документации производителя конкретного КИ ИП невозможно.

Проведенный анализ показал, что несмотря на принятые меры и проделанную работу, до сих пор сохраняется достаточно высокая зависимость предприятий оборонно-промышленного комплекса от продукции зарубежных изготовителей². Однако задача снижения зависимости от продукции ИП планомерно решается.

² ЗНТО о НИР «Империя-8», 2020.

Существующая система задания требований к ВВСТ, РЭА и ЭКБ на сегодняшний момент времени активно развивается, она определена следующими нормативными документами нового поколения:

стандартами «Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника», устанавливающими положения, нормы, правила и требования, обеспечивающие организационное и техническое единство работ, выполняемых на стадиях жизненного цикла изделий военной техники и их составных частей;

видовыми и межвидовыми нормативно-техническими документами системы общих технических требований к видам вооружения и военной техники, устанавливающими требования назначения и состава к образцам ВВСТ и их составным частям;

комплексом государственных военных стандартов «Мороз», устанавливающим требования к надежности и стойкости аппаратуры, приборов, устройств и оборудования военного назначения (требования к эксплуатационным характеристикам);

комплексом государственных военных стандартов «Климат», устанавливающим требования к ЭКБ военного назначения.

Однако, следует отметить, что общие положения и подходы указанной системы задания требований на сегодняшний день достаточны и корректировки не требуют.

Надёжность и стойкость образцов ВВСТ напрямую зависит от надёжности и стойкости входящей в них РЭА. Минобороны России в связи с появившимися новыми и перспективными образцами ВВСТ (беспилотные летательные аппараты и наземные робототехнические комплексы), в том числе и зарубежными, изменениями в моделях и тактике их применения, провело актуализацию нормативно-технических регламентов по порядку задания таких требований и методам их подтверждения, подвергнув глубокой переработке комплекс государственных военных стандартов «Мороз». Продолжается работа совместно с Минпромторгом России по переработке положений комплекса государственных военных стандартов «Климат» (по ЭКБ) и его гармонизации с требованиями военных стандартов по РЭА.

Взаимодействие между Минобороны России и Минпромторгом России в вопросах разработки, производства и применения ЭКБ для РЭА ВВСТ регламентируется их совместным приказом, определяющим

комплекс мероприятий военно-технического сопровождения создания ЭКБ военного назначения.

Следует отметить, что Минобороны России на протяжении более 40 лет проводит исследования по оценке динамики качества изготовления ЭКБ военного назначения, анализ причин отказов ЭКБ пониженного уровня качества изготовления и разработку предложений по предотвращению аналогичных отказов. Оценка состояния с качеством ЭКБ осуществляется на основе результатов ее испытаний, проведенных под контролем военных представительств Министерства обороны Российской Федерации на предприятиях-изготовителях ЭКБ, а также информации от предприятий-потребителей по результатам входного контроля, применения и эксплуатации РЭА ВВСТ.

Анализ обобщенных данных о качестве ЭКБ военного назначения, выпускаемых предприятиями Российской Федерации за последние годы, показал планомерный рост их качества с одновременной оптимизацией выпускаемой номенклатуры³.

Таким образом, показатели, характеризующие сложившиеся на сегодняшний день условия развития радиоэлектроники военного назначения, в целом, свидетельствуют о наличии научного, технологического и интеллектуального потенциала Российской Федерации в развитии радиоэлектронной отрасли, а также возможностей осуществления единой военно-технической политики создания перспективного ВВСТ в интересах обеспечения государственной безопасности и технологической независимости.

Список использованных источников

1. Заярнюк В.В., Матюхин Д.В., Соломенин Е.А. Проблемные научно-технические вопросы информационно-аналитического обеспечения разработки, производства и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники электронной компонентной базой в современных условиях // Научно-технический сборник «Военная электроника и электротехника». 2015. Вып. 67.
2. Хохлов С.В. Развитие радиоэлектроники – основа цифровой экономики России // Электроника: наука, технология, бизнес. 2017. Вып. 10 (171).
3. Лобзов Д.А. Возможности САПР для электроники определяют качество всего жизненного цикла современных изделий // Электроника: наука, технология, бизнес. 2019. Вып. 3 (184).

³ ЗНТО о НИР «Принцесса-6», 2020.

4. Макушин М.В., Орлов О.А. Динамика развития технологий и рынка схем памяти // Электроника: наука, технология, бизнес. 2017. Вып. 10 (171).
5. Нагаев Н.Н. Перспективные типы металлокерамических корпусов для электронных компонентов // Электроника: наука, технология, бизнес. 2017. Вып. 10 (171).
6. Громов В.А., Брюшно Н.В., Стрекалова В.К., Паньков Т.А., Алехин С.С. Новая серия биполярных транзисторов производства ЗАО «ГРУППА КРЕМНИЙ ЭЛ» // Электроника: наука, технология, бизнес. 2019. Вып. 3 (184).
7. Макушин М.В., Мартынов В.А. Освоение EUV-литографии в серийном производстве: перспективы и проблемы // Электроника: наука, технология, бизнес. 2019. Вып. 9 (190).
8. Григорьев М.А., Михайлова Т.В., Мясоедова Т.В. Разработка электродов электрохимических конденсаторов на основе кремний-углеродных структур // Электроника: наука, технология, бизнес. 2019. Вып. 9 (190).
9. Пастухов П.В. Синхронное статическое ОЗУ конвейерного типа // Электроника: наука, технология, бизнес. 2019. Вып. 3 (184).