

УДК 621.3

А.С. АФАНАСЬЕВ, кандидат
технических наук

В.А. СОБОЛЕВ, кандидат
технических наук

М.А. БОЛДЫРЕВ,

В.Ч. ДОЛИДЗЕ

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ВОЕННОЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

В статье приведен исторический очерк развития электротехнических изделий военного назначения и проведен анализ текущего состояния военной электротехники. Показаны место и роль электротехнических изделий военного назначения в развитии унификации, разработки и создания систем электроснабжения образцов вооружения военной и специальной техники.

Ключевые слова: электротехника; электротехнические изделия; система электроснабжения; научно-техническая основа; межведомственная комплексная целевая программа.

Военная электротехника является основой развития и модернизации вооружения, военной и специальной техники и определяет тактико-технические характеристики практически всех объектов, начиная от индивидуальной экипировки военнослужащего до боевого оснащения подразделений, частей и соединений в целом, от легкого стрелкового вооружения до ракетных комплексов, подводных и надводных кораблей, космических аппаратов, пунктов боевого управления и других объектов.

Развитие, совершенствование и создание новых перспективных образцов, комплексов и систем вооружения, постоянный рост их тактико-технических характеристик, включая повышение энерговооруженности, точности, быстродействия, маневренности, надежности, эффективности функционирования, энергоэкономичности, стойкости к эксплуатационным факторам, снижение заметности, улучшение массогабаритных характеристик, напрямую зависят от технического уровня и функциональной полноты номенклатуры электротехнических изделий военного назначения (ЭТИ ВН), облик которых в свою очередь определяется указанными требованиями к образцам вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ). В настоящее время на долю ЭТИ ВН в отечественных образцах ВВСТ приходится до 30-40% их массы и объема. При этом требования по энерговооруженности современных образцов техники продолжают неуклонно возрастать.

Первое и наиболее широкое применение ЭТИ ВН нашли в объектах Военно-морского флота. Электрические генераторы мощностью в несколько киловатт на напряжение 30-50 В постоянного тока для питания прожекторов и систем освещения кораблей, приводимые во вращение с помощью паровых машин, появились еще во второй половине XIX века. В 1890-х гг. в связи с активным внедрением корабельных электроприводов мощность корабельных систем электроснабжения (СЭС) существенно увеличивается и достигает сотен киловатт при напряжении 110 В постоянного тока. Для повышения живучести СЭС на кораблях начинают использовать несколько генераторных агрегатов, а на крупных кораблях – две взаимно резервирующие электростанции, а в качестве резервных источников электроэнергии – свинцово-кислотные аккумуляторы. Рост электрификации кораблей и мощности их электростанций происходит и в последующие годы. В качестве основных источников электроэнергии стали применяться турбо- и дизель-генераторы. К 1914 году в значительной степени были электрифицированы корабли всех классов. В 1911-1915 гг. на линейных кораблях стали сначала частично, а затем и полностью выполнять СЭС на трехфазном переменном токе с частотой 50 Гц, напряжением 220 В. Для питания электроприводов башенной артиллерии, зарядки аккумуляторных батарей и других потребителей электрической энергии использовались электромашинные преобразователи переменного тока в постоянный [1, С. 89-92].

Появление подводных лодок и их развитие потребовало решения сложной задачи по их электрификации. Уже в начале XX века как основной выявился дизель-аккумуляторный тип лодок, использующий для надводного хода дизельный двигатель, а для подводного – аккумуляторную батарею. Это потребовало создания особо мощных лодочных аккумуляторов, многократно превышающих по емкости аккумуляторы, широко применяемые в различных видах техники, в том числе и для военных объектов.

Активная электрификация кораблей привела к изменению требований к их энергообеспечению в зависимости от места дислокации. Выявилась задача береговой энергетики флота, связанная с организацией электроснабжения кораблей с берега при их стоянке у причалов. Обусловлена она целесообразностью максимального сохранения ресурса автономных источников электроэнергии кораблей для боевой службы в море. Стали создаваться специализированные системы электроснаб-

жения причальных сооружений, а сами причалы оборудоваться специальными колонками для подключения кораблей к береговым источникам энергии постоянного и переменного тока. Обязательным элементом пунктов постоянного базирования подводных лодок в 1930-х гг. становятся зарядно-питательные станции, оборудованные мощными преобразователями переменного тока в постоянный и предназначенные не только для питания электроэнергией подводных лодок во время стоянки у причала, но и для зарядки лодочных аккумуляторных батарей. К началу Великой Отечественной войны многие военно-морские базы имели весьма развитые СЭС с собственными постоянно действующими резервными и автономными электростанциями, развитыми сетями для разнообразных потребителей.

Аналогичный путь прошли СЭС сухопутных сил и особенно приморских крепостей (фортов). Сначала электрическое освещение и «электрические» средства связи (телеграф, радио), затем электрификация механизмов жизнеобеспечения и артиллерии. В качестве источников энергии на первых этапах использовались локомобили и паровые машины, затем, как правило, только дизель-генераторы мощностью от десятков до сотен киловатт. Крепостные электроэнергетические системы были первыми стационарными системами военного назначения. Наиболее развитыми в электроэнергетическом отношении были береговые башенные артиллерийские батареи, строительство которых началось в 1909 году – форты Александровский (Красная Горка), Николаевский (Ино) на Финском заливе), и активно продолжалось в годы первой мировой войны, а наибольший размах получило в тридцатых годах на всех флотах нашей страны.

Развитие электроэнергетики в полевых частях сухопутных войск в значительной мере определялось основополагающим требованием мобильности. Первая русская передвижная электростанция была создана в 1913 году для электрического освещения минных галерей и зарядки аккумуляторных батарей. Генератор постоянного тока мощностью 2,4 кВт и напряжением 110 В приводился во вращение карбюраторным двигателем с водяным охлаждением. Агрегат был съемным и транспортировался гужевым транспортом. Станции придавался специальный двужильный кабель.

В годы первой мировой войны в армии передвижные электростанции использовались также для радиотелеграфных и прожекторных установок, для освещения штабов, зарядки телеграфных, железнодоро-

рожных, различных переносных аккумуляторов. К концу войны на вооружении было пять типов зарядно-осветительных станций постоянного тока мощностью от 0,4 до 12 кВт и напряжением от 80 до 210 В.

С начала 1920-х гг. передвижные электростанции для армии пришлось создавать заново. В 1925 году была разработана первая комплектная передвижная зарядно-осветительная станция для полевых войск мощностью 2,75 кВт напряжением 120 В с бензиновым двигателем. Станция имела в комплекте 80 электроламп и транспортировалась гужевым способом. В 1930 году станцию стали транспортировать автомобилем и снабдили новым двигателем мощностью 3 кВт. Она получила наименование АЭС-1 (автомобильная электрическая станция первого типа).

В 1931 году промышленность выпустила силовую передвижную станцию постоянного тока мощностью 10 кВт и напряжением 120 В (АЭС-2) для питания электрифицированных инструментов при производстве военно-инженерных работ, а в 1935 году – аналогичную станцию мощностью 12 кВт переменного тока напряжением 230/133 В (АЭС-3). В обоих случаях привод генератора осуществлялся от автомобильного привода через специальный редуктор. В том же году была создана силовая станция переменного трехфазного тока мощностью 24 кВт для тех же целей, транспортируемая вместе с инструментом, осветительными средствами и сетями на двух тракторных прицепах (ТЭС-1). В качестве первичного двигателя в них использовался автомобильный двигатель типа ЗИС-5. В 1936 году была выпущена такая же станция на трехосных автомобилях ЗИС-6 (АЭС-4). Эти типы передвижных электростанций были основными в сухопутных войсках в предвоенные годы и в годы Великой Отечественной войны. Они широко использовались инженерными войсками, войсками связи и другими родами сухопутных войск.

Наряду с разработкой и совершенствованием передвижных электростанций средней мощности (12 и 24 кВт) создавались и специализированные электростанции малой мощности. Так, в 1937 году на вооружение армии поступила вьючная электростанция с трехфазными генераторами мощностью 1,5 кВт, напряжением 230/133 В для горных частей, а в 1939 году – переносная электростанция типа ДРП-1 с ручным приводом для освещения полевых медицинских пунктов. Одновременно решался вопрос и о временном электроснабжении крупных групп военных потребителей. В 1934 году был построен первый в мире энергопоезд мощностью 700 кВт

на базе тепловоза, состоящий из нескольких вагонов, в которых располагалось машинное оборудование и распределительные устройства высокого и низкого напряжения. Два таких энергопоезда поступили на вооружение по заказу инженерного управления Красной Армии в 1937 году. Это были первые передвижные станции на высокое напряжение (6 кВ). Распределительная сеть выполнялась воздушными линиями, у потребителей использовались стационарные и передвижные трансформаторные подстанции. В годы Великой Отечественной войны передвижные электростанции активно использовались всеми родами войск и службами, обеспечивающими боевые действия войск. Для обеспечения заряда аккумуляторных батарей в полевых условиях широко применялся ручной генератор ПЗУ-5М. Опыт Великой Отечественной войны доказал острую потребность войск в передвижных электростанциях и послужил базой для их существенного развития в послевоенные годы [1, С. 89-92].

В целом, на начальных этапах развитие ЭТИ ВН происходило в условиях, когда промышленность была разделена по министерским направлениям – авиационная, морская, радиотехническая, электронная, электротехническая, средств связи, среднего машиностроения и др. Практиковались разработки ЭТИ ВН по частным техническим требованиям отдельных потребителей, предназначенных для применения в конкретных образцах ВВСТ. Эти разработки, как правило, выполнялись отдельным конструкторскими бюро, созданными в это время на заводах изготовителях ЭТИ ВН. Разработанные в этот период изделия не были унифицированными как по функциональным и конструктивным параметрам, так и по условиям применения, имели низкий уровень стойкости к внешним воздействующим факторам, неоправданное разнообразие конструкций, установочно-присоединительных размеров, несовершенство нормативной документации, отсутствие унифицированных требований к техническим характеристикам, а также единых правил приемки и методов контроля.

Нормативная база создавалась в соответствии с интересами ведомств. В связи с этим вопросы унификации ЭТИ ВН практически не рассматривались. Отсутствовала нормативная база, обеспечивающая необходимые условия для создания стандартизованных изделий военной электротехники и комплектующей элементной базы, не были сформулированы общие технические требования к ЭТИ ВН, которые должны определять уровень унификации и, соответственно, универсальность применения.

В связи с отсутствием системности и унификации при задании требований к конструктивам, техническим характеристикам, эксплуатационным параметрам и показателям надежности разрабатываемых ЭТИ ВН по таким основным параметрам, как массогабаритные характеристики, выходная мощность, напряжение, наработка, срок сохраняемости и др., и их комплектующих выявилась необходимость планирования работ по созданию функционально полной номенклатуры ЭТИ ВН и централизованного управления ее развитием.

Исследования военных ученых и специалистов в области программно-целевого планирования развития ВВСТ, в том числе СЭС, сыграли значительную роль в создании и внедрении отечественной военной электротехники, в ее поэтапном выходе на современный уровень. При этом основной целью исследований явилось обоснование требований к ЭТИ ВН, исходя из тенденций развития и потребностей образцов ВВСТ, разработка методов обеспечения и оценки соответствия электротехнической продукции требованиям в условиях ее применения в войсках.

По инициативе и при непосредственном участии 22 Центрального научно-исследовательского испытательного института (22 ЦНИИИ) было разработано и введено в действие в 1980 году Положение, определяющее организацию единой технической политики в области военной электроэнергетики.

Сфера деятельности института охватывала все этапы жизненного цикла ЭТИ ВН: прогноз развития, отработка требований Минобороны к конкретным типам изделий, проведение государственных испытаний и формирование ограничительных перечней изделий, разрешенных к применению, контрольно-выборочные испытания, выявление и анализ ненадежных элементов, отработка предложений по повышению их качества, выработка предложений по продлению ресурса изделий и другие мероприятия, включая снятие изделий с производства и их утилизацию. В результате был создан в качестве научно-методической основы решаемых функциональных задач научно-обоснованный алгоритм и система управления развитием номенклатуры ЭТИ ВН в интересах обеспечения создаваемых образцов ВВСТ требуемыми и качественными ЭТИ ВН (рисунок 1) [2]. Алгоритм управления развитием номенклатуры ЭТИ ВН направлен на решение следующих задач:

поддержание боевой готовности существующей системы вооружения в части ЭТИ ВН;

обеспечение создания и серийного производства функционально-замкнутых систем вооружения путем разработки, производства и закупки необходимой номенклатуры ЭТИ ВН;

развитие научно-технологического задела по созданию ЭТИ ВН для перспективных образцов ВВСТ.

Учитывая особую важность проблемы развития номенклатуры ЭТИ ВН, в 1995 году военная электротехника выделена в самостоятельное направление развития и производства ВВСТ (рисунок 2) и вошла в перечень основных базовых военных технологий. Организационно-правовой базой проведения единой технической политики в области развития ЭТИ ВН являлась Инструкция по научно-техническому руководству работой по развитию, унификации и стандартизации систем электроснабжения образцов ВВСТ, их составных частей и электротехнических изделий, введенная в действие в 1999 году (далее – Инструкция) (рисунок 3) взамен ранее действующего Положения.

Проведение единой технической политики, в том числе общее научно-техническое руководство работой по развитию, унификации и стандартизации систем электроснабжения, их составных частей и электротехнических изделий, в Минобороны России осуществлялось начальником вооружения Вооруженных Сил (ВС) РФ.

Решение задач по методологическому и нормативному обеспечению работ в области развития, унификации и стандартизации СЭС, их составных частей и электротехнических изделий было возложено на 22 ЦНИИИ [3].

Все возрастающие объемы требований к техническим характеристикам ЭТИ ВН, составу их номенклатуры, обусловленные спецификой и многообразием способов и условий их применения в различных областях, вызвало необходимость проведения работ по управлению развитием номенклатуры ЭТИ ВН. Эффективное решение этой проблемы потребовало усовершенствования методологии разработки ЭТИ ВН, которая базировалась, прежде всего, на размерно-параметрических рядах, устанавливающих рациональную увязку выходных параметров ЭТИ ВН с их установочно-присоединительными размерами. Требовалась разработка научно-технической основы развития номенклатуры ЭТИ ВН.

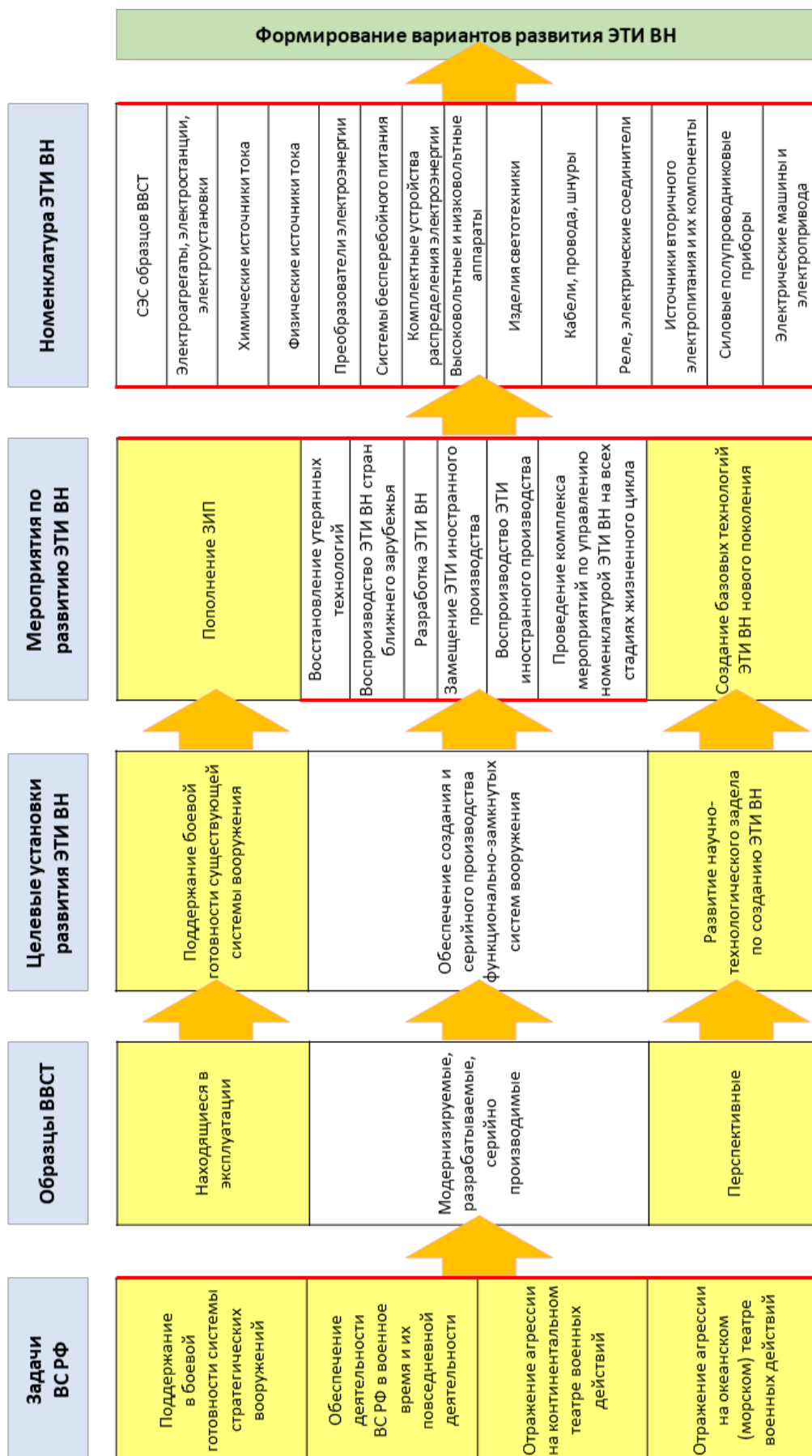


Рисунок 1 – Алгоритм управления развитием ЭТИ ВН в обеспечении образцов ВВСТ

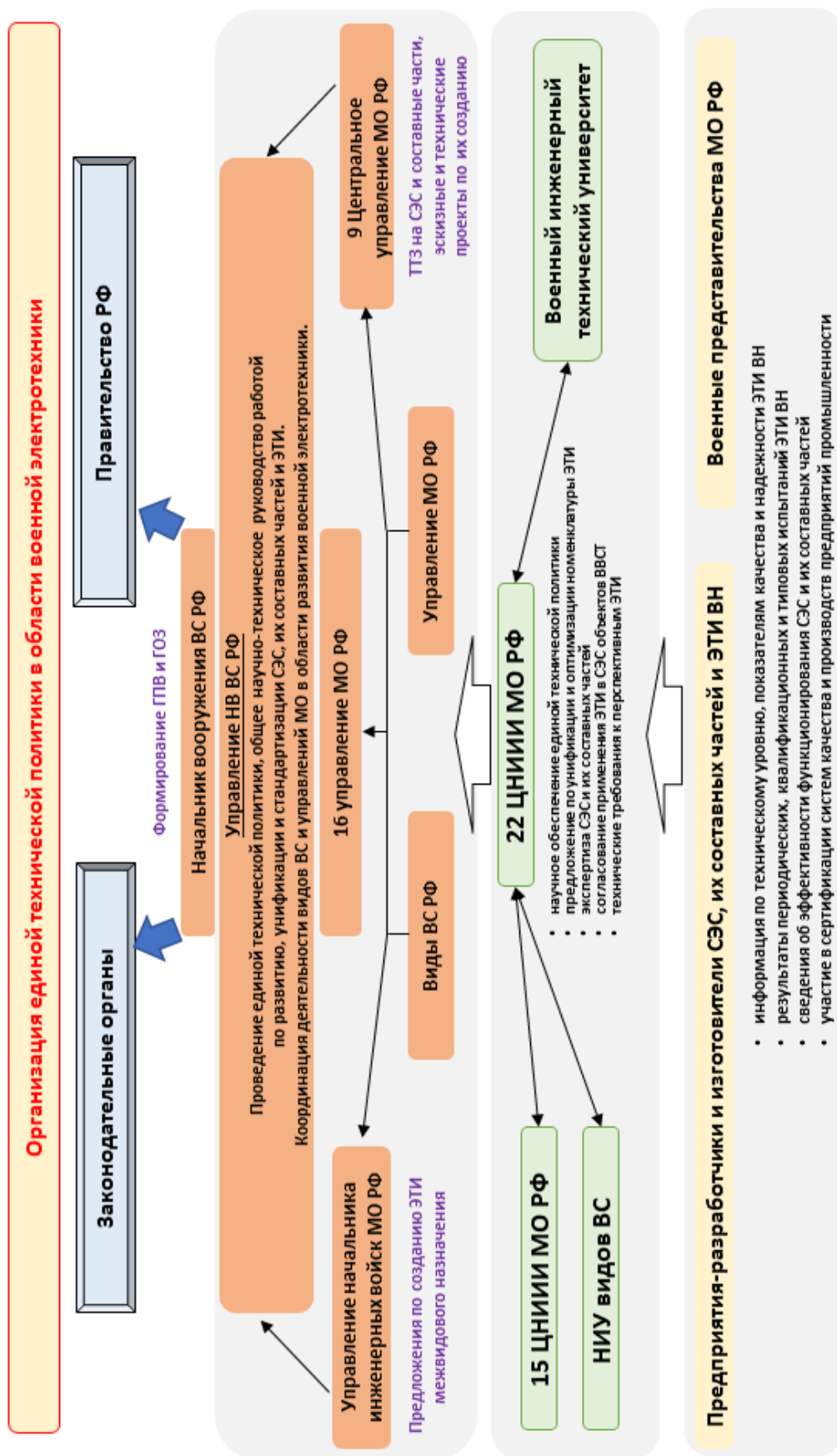


Рисунок 2 – Схема организации в Минобороны России единой технической политики развития номенклатуры ЭТИ ВН

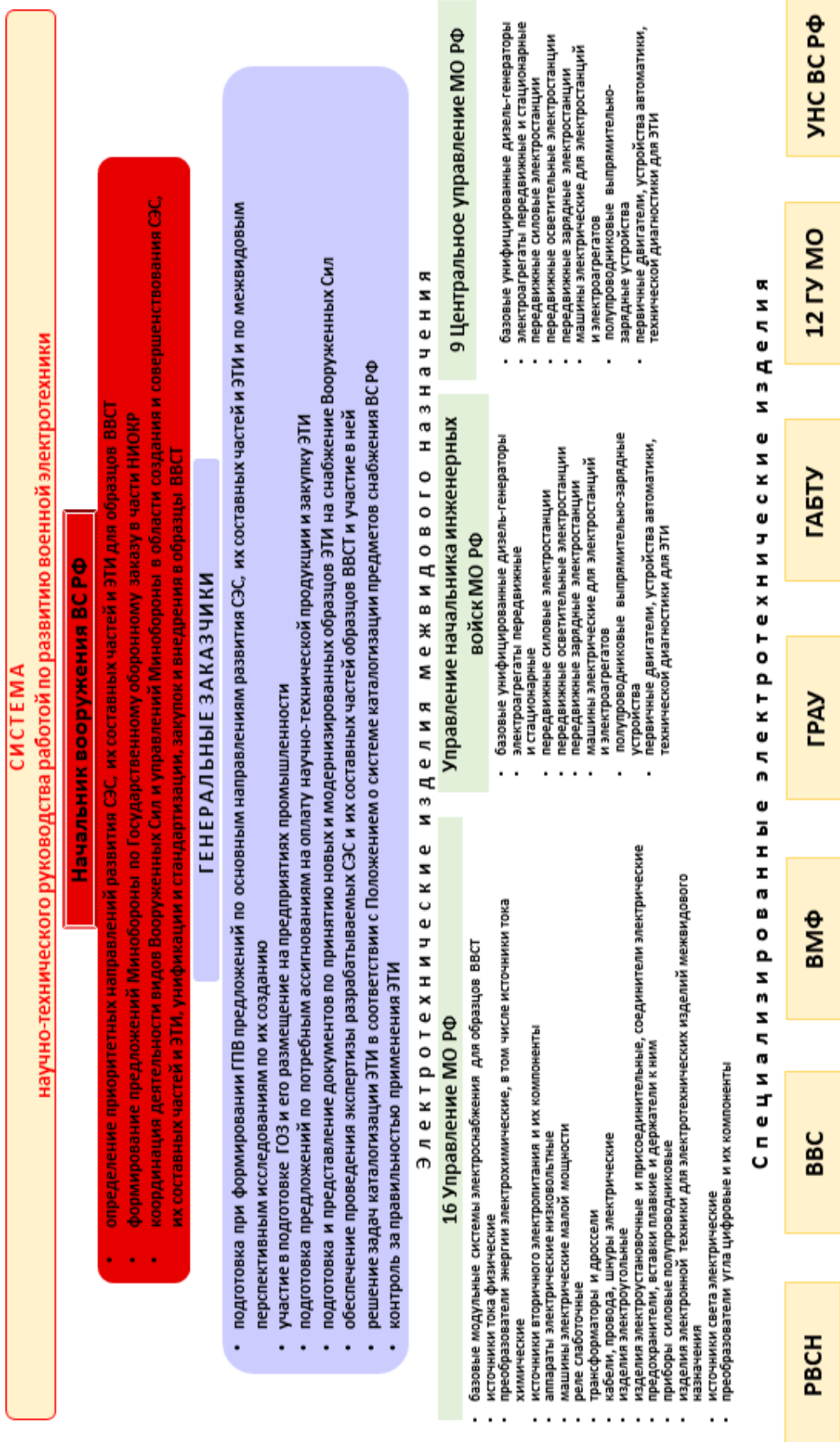


Рисунок 3 – Структура системы научно-технического руководства развитием номенклатуры ЭТИ ВН

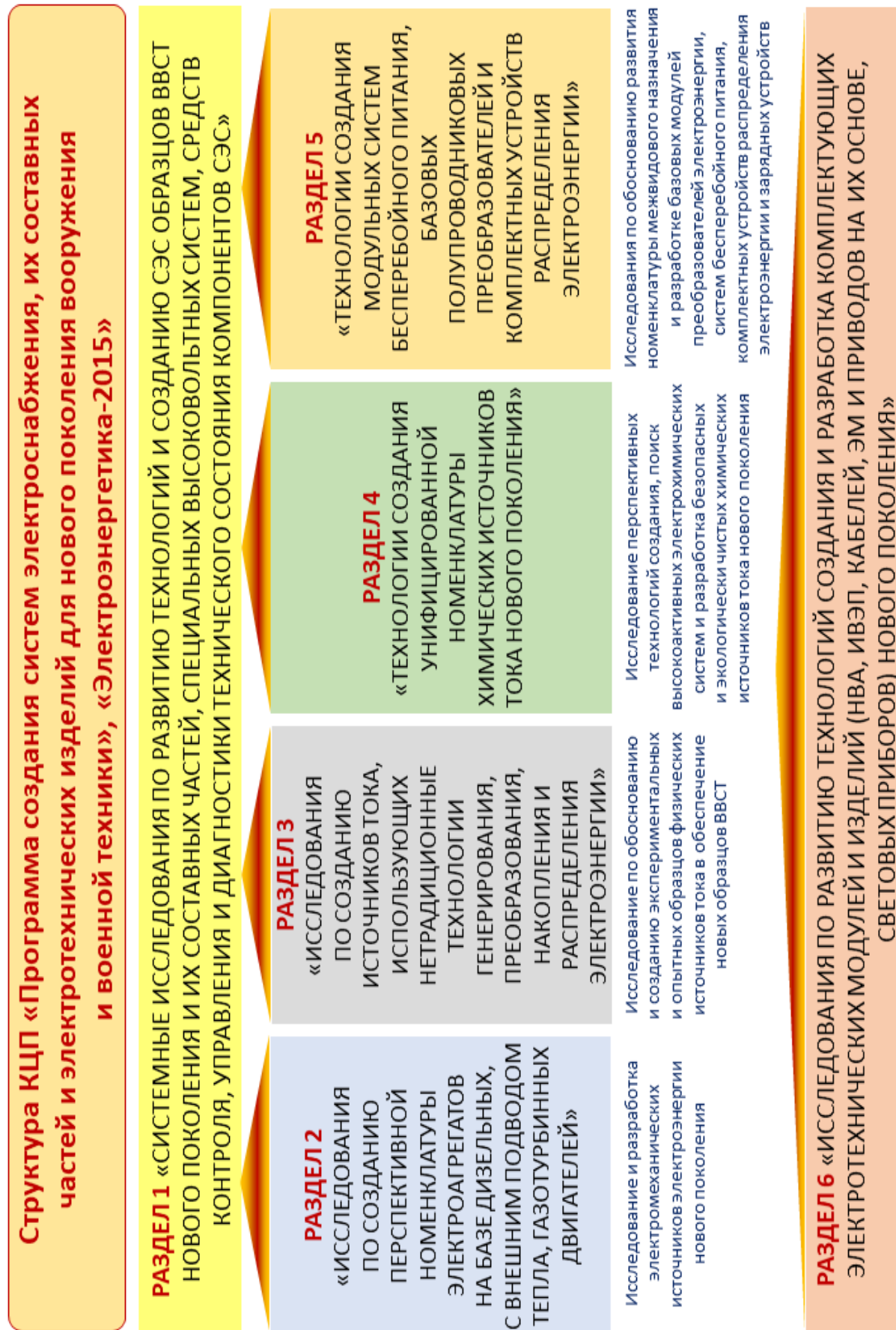


Рисунок 4 – Структура КЦП «Электроэнергетика-2015»

В период с 2005 по 2009 гг. научно-технической основой комплексного развития военной электротехники служила разработанная и утвержденная в 2005 году «Программа создания систем электроснабжения, их составных частей и электротехнических изделий для нового поколения вооружения и военной техники на период 2006-2015 годы» КЦП «Электроэнергетика-2015» (рисунок 4).

Цель программы «Электроэнергетика-2015» – создание полной унифицированной номенклатуры универсальных составных частей и базовых модулей систем электроснабжения межвидового и видового назначения, электротехнических изделий и их компонентов в обеспечение комплектования систем электроснабжения средств военной техники, электрооборудования и аппаратуры военного назначения нового поколения.

Проведенные анализ и экспертная оценка выполнения и степени реализации КЦП «Электроэнергетика-2015» показали, что процент реализации запланированных мероприятий не превысил 30% вследствие недофинансирования большинства работ (объем финансирования работ из программы не превысил 10-15%, а ряд направлений не финансировалось). Кроме того, предусмотренное предложение об образовании в Управлении начальника вооружения ВС РФ отдела по военной электроэнергетике не было реализовано.

В условиях начавшегося в 2010 году реформирования ВС РФ действующая на тот момент Инструкция перестала соответствовать новой организационной структуре ВС РФ, в том числе изменениям в структуре органов военного управления с учетом возложенных на них задач и реализации функций государственного заказчика ГОЗ в части ЭТИ ВН, а также результатам реформирования НИО Минобороны России.

Возникла необходимость переработки действующей Инструкции в соответствии с новой организационной структурой ВС РФ. В рамках организованной работы в Минобороны России были проведены сбор, анализ и обобщение поступивших от органов военного управления предложений по порядку развития, унификации, стандартизации, разработки, модернизации и заказа электротехнических изделий, а также корректировке Перечня довольствующих и заказывающих органов военного управления, научно-исследовательских организаций, военно-учебных научных центров и высших военных учебных заведений Минобороны России и закрепленной за ними номенклатуры ЭТИ ВН и выполняемых работ.

В результате в 2017 году в целях упорядочения закрепления номенклатуры ЭТИ ВН за довольствующими органами военного управления была утверждена Номенклатура изделий военной электротехники, закрепленной за довольствующими органами военного управления.

Начиная с 2011 года разработка и организация серийного производства электротехнических изделий межвидового назначения, входящих в Перечень электронной компонентной базы (что составляет не более 30% от всей номенклатуры электротехнических изделий), осуществляется в рамках следующих программ:

подпрограммы «Развитие ЭКБ для ВВСТ» ФЦП «Развитие ОПК РФ»;

подпрограммы «Ускоренное развитие оборонно-промышленного комплекса» Государственной программы «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности».

Несмотря на предпринимаемые усилия, технический уровень отечественных ЭТИ ВН по значительному ряду показателей уступает уровню лучших зарубежных аналогов:

по удельным характеристикам электромеханических источников питания – в 1,5-2 раза;

по удельной энергии химических источников тока – в 1,5 раза;

по массогабаритным характеристикам электрических машин и приводов средней и большей мощности – в 1,2-1,5 раза;

по удельной выходной мощности источников вторичного электропитания – в 2 раза;

по количеству срабатываний низковольтной коммутационной аппаратуры – более, чем в 5 раз.

Одной из серьезных проблем в развитии ЭТИ ВН являлось наличие большого количества слабо увязанных между собой нормативных документов, регламентирующих их разработку. При создании СЭС для различных образцов ВВСТ продолжают учитываться, прежде всего, специфические узкоцелевые требования, традиции аппаратостроения отдельных отраслей и предприятий промышленности, что затрудняет процесс оптимизации типовых структур построения СЭС и их составных частей.

В этих условиях для межведомственной координации в области разработки и производства ЭТИ ВН в соответствии с решением коллегии Военно-промышленной комиссии РФ образован Совет коллегии Военно-промышленной комиссии РФ по электротехническим изделиям для ВВСТ, основными задачами которого являются:

подготовка предложений по межведомственной координации в области разработки и производства электротехнических изделий для ВВСТ во взаимодействии с научно-техническим советом Военно-промышленной комиссии РФ;

подготовка предложений по формированию важнейших направлений разработки, производства и использования электротехнических изделий для ВВСТ на основе государственной научно-технической и военно-технической политики, включая трансферт технологий между оборонно-промышленным комплексом и гражданскими секторами экономики;

подготовка предложений по развитию государственно-частного партнерства в интересах проведения работ в области обеспечения ВВСТ электротехническими изделиями;

разработка рекомендаций по уточнению предложений по номенклатуре и объемам финансирования мероприятий государственной программы вооружения (ГПВ), государственного оборонного заказа, государственных программ в области развития электротехнических изделий для ВВСТ;

подготовка рекомендаций по повышению эффективности подготовки кадров в области обеспечения разработки, производства и эксплуатации электротехнических изделий для ВВСТ.

Механизмом межведомственной координации, способным обеспечить сбалансированное формирование всех программ, является межведомственная комплексная целевая программа (МКЦП), призванная согласовать параметры государственных программ таким образом, чтобы при минимальных затратах ресурсов, выделяемых на реализацию каждой из них, обеспечить достижение целей МКЦП за счет рационального выполнения мероприятий государственной программы развития оборонно-промышленного комплекса и ГПВ [4, С. 19-26; 5].

В настоящее время по поручению коллегии Военно-промышленной комиссии РФ Минпромторгом России совместно с Минобороны России с учетом предложений Федеральной службы безопасности, Федеральной службы войск национальной гвардии РФ и государственных корпораций разработана МКЦП «Развитие электротехнических изделий в обеспечение создания образцов вооружения, военной и специальной техники нового поколения на период до 2027 года». Целью взаимоувязанного комплекса работ является создание электротехнических изделий для вооружения, военной и специальной техники и стратегически значимых

объектов на основе внедрения передовых технологий в области электротехники и технического перевооружения предприятий оборонно-промышленного комплекса, а также применения новых материалов и комплектующих. Координатором разработки программы является Совет коллегии Военно-промышленной комиссии РФ по электротехническим изделиям для вооружения, военной и специальной техники.

С учетом текущего состояния номенклатуры ЭТИ ВН представляется необходимым при формировании МКЦП, разделов ГПВ в части ЭТИ ВН, разработке технических заданий на их создание ориентировать отечественную промышленность на обеспечение развития прорывных инновационных проектов и технологий для достижения технических показателей изделий, не уступающих зарубежным, и обеспечение создания ВВСТ с требуемыми тактико-техническими характеристиками.

В этой связи важное значение для развития номенклатуры ЭТИ ВН имеют исследования, проводимые 46 ЦНИИ Минобороны России (после преобразования 22 ЦНИИИ). Так, в настоящее время осуществляются исследования развития и испытаний в части следующей номенклатуры ЭТИ ВН автономных источников тока, включая суперконденсаторы системы электроснабжения, электроприводов и их компонентов, информационных электрических машин и цифровых преобразователей угла, светотехнических изделий, кабелей, проводов и шнуров электрических, низковольтных аппаратов (автоматов защиты, переключателей пакетных, реле контроля и защиты и т.д.), изделий из ферритов и магнитодиэлектриков посредством:

разработки и совершенствования методологии установления и оценки соответствия изделий военной электротехники требованиям надежности и стойкости к воздействию внешних, включая специальные, факторов на этапах разработки, производства и эксплуатации, в том числе проведение экспериментальных исследований и испытаний изделий на воздействие механических и климатических факторов;

научно-методического обеспечения работ по военнотехническому сопровождению разработки, производства, применения и снятия с производства;

проведения научных исследований, направленных на обоснование мероприятий ГПВ в части создания базовых модулей, систем энергообеспечения, их составных частей и других компонентов образцов ВВСТ;

военно-научного сопровождения фундаментальных, прогнозных, поисковых и прикладных исследований в части создания базовых модулей, систем энергообеспечения, их составных частей и других компонентов образцов ВВСТ;

военно-научного сопровождения работ, программ и планов в области стандартизации и каталогизации военной продукции в части изделий военной электротехники;

комплексных исследований по обеспечению показателей качества изделий военной электротехники на всех стадиях жизненного цикла, а также разработки предложений и рекомендаций, направленных на повышение их качества.

Таким образом, в настоящее время приоритетом в повышении технического уровня и надежности ВВСТ является создание перспективных комплектных базовых СЭС для ВВСТ, их универсальных составных частей, унифицированных модулей и электротехнических изделий межвидового назначения, своевременное обеспечение ими вновь разрабатываемых и модернизируемых образцов ВВСТ, а также разработка опережающего научно-технологического задела в области военной электроэнергетики нового поколения.

Реализация запланированных мероприятий в МКЦП позволит создать перспективную номенклатуру комплектных ЭТИ ВН как межвидового применения, так и аппаратурно-ориентированной направленности, обеспечивающую выполнение требований к тактико-техническим характеристикам образцов ВВСТ, планируемых к разработке в рамках ГПВ.

Список использованных источников

1. Шнейберг Я.А., Веселовский О.Н., Демирчан К.С. История электротехники / Под общ. ред. И.А. Глебова. М.: МЭИ, 1999. – 523 с.
2. Заярнюк В.В., Матюхин Д.В., Николаев В.Н., Соломенин Е.А. Управление развитием электронной компонентной базы военного назначения // Вооружение и экономика. 2012. №4(20). – С. 56-71.
3. Афанасьев А.С., Заярнюк В.В., Матюхин Д.В., Полушкин В.М. От Центральной лаборатории электровакуумных приборов до Центрального научно-исследовательского института Минобороны №22. Современные реалии развития военной радиоэлектроники // Электрическое питание. 2020. №3. – С. 2-10.
4. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения. 2-е изд. М.: Граница, 2005. – 519 с.
5. Буренок В.М. Межведомственные комплексные целевые программы как механизм управления развитием системы вооружения // Вооружение и экономика. 2021. №3(57). – С. 5-11.