

В.А. Орлов, кандидат технических наук,
доцент

Д.М. Бывших, кандидат технических
наук, старший научный сотрудник,

Ю.Н. Ярыгин, кандидат технических
наук, старший научный сотрудник

Автоматизация процессов планирования развития техники радиоэлектронной борьбы

Излагаются результаты решения актуальной задачи автоматизации процессов планирования развития техники радиоэлектронной борьбы. Представлены основные расчетные и информационные задачи, решаемые в автоматизированном режиме при обосновании программных документов, а также структура базы данных.

В настоящее время управление развитием техники радиоэлектронной борьбы (РЭБ) осуществляется на плановой основе посредством разработки и реализации предложений в Государственную программу вооружения (ГПВ) [1, 2]. Основными этапами формирования предложений в ГПВ являются (рисунок 1): разработка исходных данных по целям, ресурсам и возможностям по реализации планов развития техники РЭБ; оценка состояния системы вооружения РЭБ на начало программного периода; определение требований к системе вооружения РЭБ на конец программного периода; определение целей разработки ГПВ и решаемых за счет ее реализации задач; разработка исходного перечня работ по созданию техники РЭБ; определение вариантов финансирования (прогноз) развития системы вооружения РЭБ; выбор (формирование) рациональных вариантов развития системы вооружения РЭБ; формирование проекта ГПВ под выделенный объем ассигнований. Эффективность планирования развития техники РЭБ в значительной степени определяется тем, насколько разработанная программа (план) близка к оптимальному варианту с точки зрения достижения целей создания техники РЭБ и оснащения войск РЭБ,

использования выделяемых ассигнований и других ресурсов, обеспечения минимального риска при реализации. Причем программа должна составляться с тем расчетом, чтобы на любом ее этапе при возникновении проблемной ситуации была обеспечена возможность корректировки выполнения ГПВ для достижения поставленных в плановом периоде целей. В современных условиях с ростом объемов обрабатываемой информации, динамичным изменением номенклатуры образцов и необходимостью корректировки в связи с этим проектов планов, с повышением требований к точности применяемых моделей и методик многократно возрастает трудоемкость процедур обоснования.

При выполнении работ взаимодействующие организации (органы военного управления, НИО МО, организации промышленности и др.) производят многократные расчеты и осуществляют информационный обмен большим количеством данных (исходными данными, нормативными и плановыми документами, результатами анализа, моделирования, технико-экономического обоснования и т. д.). Вместе с тем, в последние годы расширились и ужесточились требования к достоверности расчетов и объему информации,

необходимых для принятия решений в области развития техники РЭБ. Это обусловлено:

- высокой динамикой изменения военно-политической обстановки, требующей адекватного реагирования;
- активизацией процессов реформирования ВС РФ и созданием войск РЭБ;
- возрастанием масштабов использования радиоэлектронных систем и средств в системах управления войсками, силами и оружием вероятного противника;
- изменением форм и способов боевого применения частей и подразделений РЭБ.

Поэтому выполнение требований, предъявляемых к расчетам и исходным данным, предопределяет необходимость комплексной

автоматизации процессов управления развитием техники РЭБ и разработки их математического и информационного обеспечения на основе внедрения в практику современных методов моделирования и информационных технологий.

Под математическим обеспечением понимается совокупность математических моделей (методов) и алгоритмов, применяемых в автоматизированной системе. Под информационным обеспечением – совокупность форм документов, классификаторов, нормативной базы и реализованных решений по объектам, размещению и формам существования информации, применяемой в автоматизированной системе при ее функционировании [3, 4].

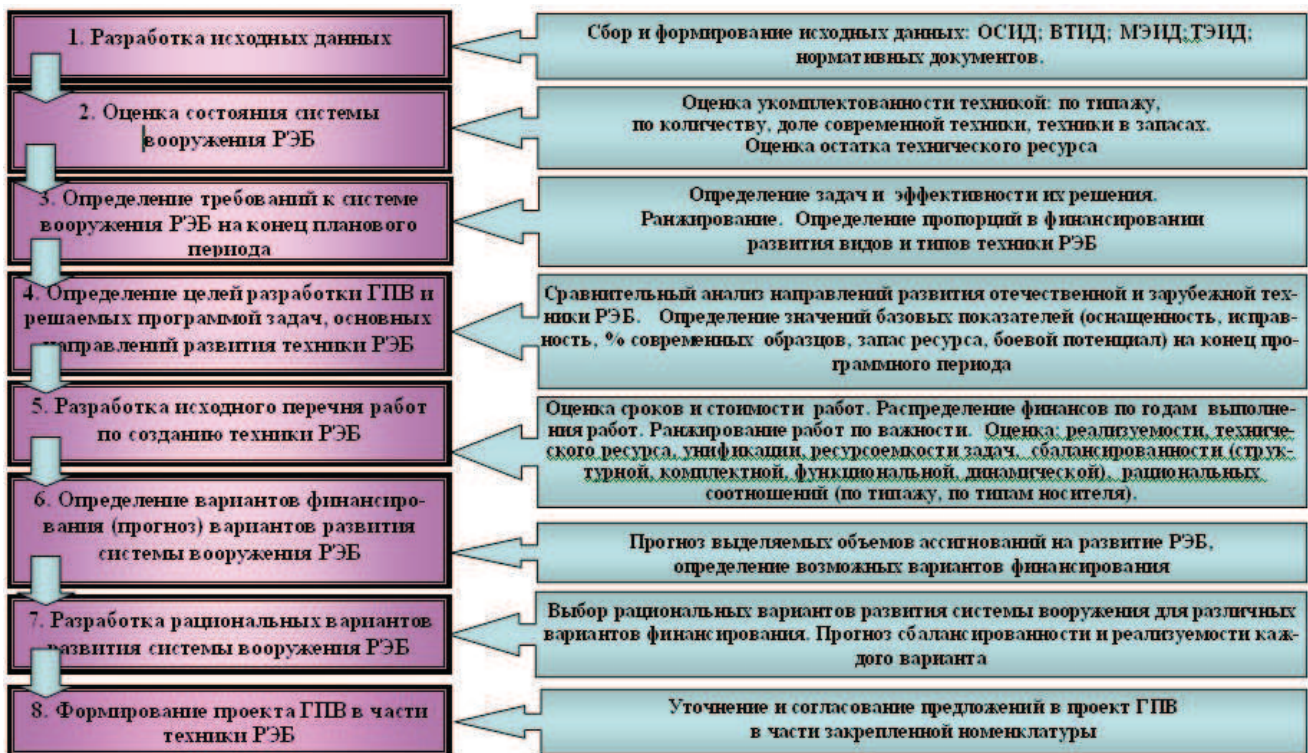


Рисунок 1 – Этапы обоснования проектов ГПВ

Содержание этапов обоснования предложений в программные документы определяет состав и структуру математического и информационного обеспечения планирования развития техники РЭБ. На рисунке 2 процесс обоснования предложений детализирован до отдельных блоков математического (расчетные задачи) и информационного (информационные задачи) обеспечения и отражены

взаимосвязи между блоками. Все задачи привязаны к соответствующим этапам формирования предложений в ГПВ [1, 2].

На первом этапе проводится сбор, первичная обработка, структуризация и внесение невычисляемых (исходных) данных в базу данных. Основными информационными массивами, необходимыми для обоснования и формирования ГПВ, являются следующие.

Оперативно-стратегические исходные данные (ОСИД) – угрозы военной безопасности РФ, выводы из оценки состояния и перспектив строительства вооруженных сил ведущих зарубежных государств, прогнозируемые сценарии развязывания военных конфликтов и ведения военных действий против РФ и ее союзников, система форм применения ВС РФ для парирования угроз безопасности РФ военными методами, состав и структура ВС РФ и выполняемые ими задачи, сценарии применения ВС РФ по отражению и разгрому агрессора, типовые боевые эпизоды (ТБЭ) в ходе боевых действий, сценарии ведения РЭБ в различных формах применения ВС РФ, способы и формы применения сил и средств войск РЭБ ВС РФ в предстоящий плановый период [1] (на рисунке 2 представлены блоком «ТБЭ, модели ТБЭ, сценарии»). Эти данные используются при проведении моде-

лирования РЭБ в ТБЭ с целью определения эффективности вариантов системы вооружения РЭБ.

Военно-технические исходные данные (ВТИД) – тенденции развития информационно-управляющих систем ведущих зарубежных государств, технический облик их радиоэлектронных объектов и отдельных РЭС – объектов РЭБ в прогнозируемом периоде, новые автоматизированные системы управления войсками и оружием (облик, ТТХ) [1], данные о наличии, техническом состоянии образцов техники РЭБ в войсках РЭБ ВС РФ (на рисунке 2 представлены блоками «Прогноз перспектив развития РЭС противника», «Образцы, стоящие на вооружении, сроки эксплуатации»). Эти данные используются при формировании перечня задач РЭБ, формировании требований к системе вооружения РЭБ, оценке ее состояния и эффективности.

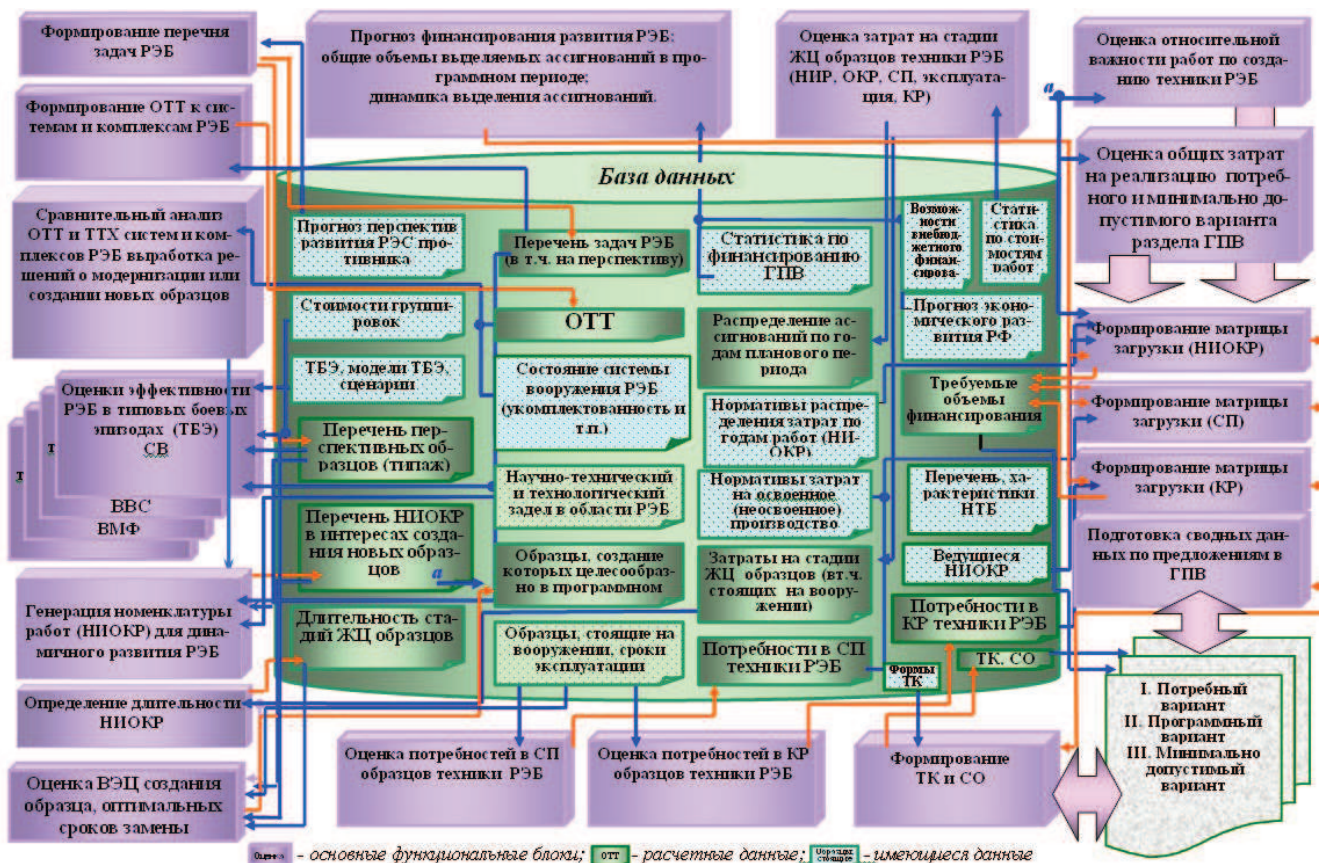


Рисунок 2 – Укрупненная блок-схема процесса обоснования ГПВ

Макроэкономические исходные данные (МЭИД) – прогноз экономического развития РФ, статистические данные по финанси-

рованию ГПВ в части техники РЭБ и технологий РЭБ (на рисунке 2 представлены блоками «Прогноз экономического развития РФ»,

«Статистика по финансированию ГПВ»). Эти данные используются при прогнозировании объемов выделяемых ассигнований на разделы ГПВ в части техники РЭБ.

Технико-экономические исходные данные (ТЭИД) – статистика по затратам на проведенные и ведущиеся работы на стадиях жизненного цикла (ЖЦ) образцов техники РЭБ, нормативы для расчетов стоимостей работ (минимальный размер оплаты труда, цены на расходные материалы, ЗИП, электроэнергию, ГСМ и т. п.), стоимости техники РЭБ (на рисунке 2 представлены блоками «Статистика по стоимостям работ», «Нормативы распределения затрат по годам работ (НИОКР)», «Нормативы затрат на освоенное (неосвоенное) производство»). Эти данные используются при прогнозировании стоимости и длительности работ по созданию и эксплуатации техники РЭБ.

Научно-технические исходные данные (НТИД) – накопленный научно-технический и технологический задел в области РЭБ, сведения о научно-технических достижениях за рубежом (на рисунке 2 представлены блоком «Научно-технический и технологический задел в области РЭБ»). Эти данные используются при формировании исходного поля НИОКР в интересах динамического развития технологий и техники РЭБ.

Исходные данные о ресурсах ОПК – перечень научно-технических баз (НТБ), производственных и ремонтных баз, их специализация, научно-технический и технологический уровень, возможности в стоимостном выражении (на рисунке 2 представлены блоком «Перечень, характеристики НТБ»). Эти данные используются при оценке реализуемости предложений по проведению работ в интересах создания и эксплуатации техники РЭБ.

Справочные данные – содержание и формы выходных документов по обоснованию предложений в проект ГПВ, нормативно-правовая база, директивные документы МО РФ и т. п. (на рисунке 2 представлены блоком «Формы ТК и СО»).

На втором этапе проводится оценка состояния системы вооружения РЭБ на начало программного периода (количество и техническое состояние техники РЭБ, потребность в ремонте, эффективность системы вооружения РЭБ, ее соответствие современным требованиям и т. п.) [1,2].

Оценка состояния техники РЭБ, находящейся в войсках, является важнейшим элементом исследований, так как является отправной точкой процесса изменения состояния системы вооружения РЭБ в плановом периоде. На основе полученных оценок в последующем определяются пропорции в объеме ассигнований, которые необходимо выделить на развитие того или иного вида (типа) техники РЭБ. В процессе оценки должна быть получена следующая информация: укомплектованность (по количеству и номенклатуре) организационно-штатных формирований ВС РФ техникой РЭБ; обеспеченность войск современными образцами; техническая готовность (исправность) находящихся в войсках и запасах изделий техники; остаток технического ресурса изделий, находящихся в войсках; потребность в поставках, проведении капитального ремонта, различных видов технического обслуживания, стоимости серийного производства (СП) и капитального ремонта (КР), эксплуатации.

На рисунке 2 этот этап представлен блоками: информационным – «Состояние системы вооружения РЭБ (укомплектованность и т. п.)», данные из этого блока используются функциональными блоками (расчетными задачами) – «Оценка потребностей в СП образцов техники РЭБ», «Оценка потребностей в КР образцов техники РЭБ». Результаты расчетов заносятся в базу данных (БД) (информационные блоки «Потребности в СП образцов техники РЭБ», «Потребности в КР образцов техники РЭБ» для последующего использования на этапе разработки рациональных вариантов развития системы вооружения РЭБ (этап 7).

На третьем этапе проводится определение требований к системе вооружения РЭБ на

конец планового периода: какие задачи РЭБ она должна будет выполнять, с какой эффективностью, каким должен быть уровень оснащенности организационно-штатных формирований и т. п. [1]. На рисунке 2 этот этап представлен функциональными блоками «Формирование перечня задач РЭБ», «Формирование требований к системам и комплексам РЭБ» и информационными блоками – результатами решения этих задач – «Перечень задач РЭБ», оперативно-тактические требования – «ОТТ».

При этом система задач РЭБ описывается на уровне задач организационно-технических систем РЭБ, что дает возможность оценить не только важность той или иной задачи в отдельности, но и во взаимосвязи с другими, обеспечивая тем самым функциональную замкнутость и сбалансированность задач системы вооружения РЭБ. После декомпозиции системы задач осуществляется их ранжирование по приоритетам с учетом важности для национальной обороны, вероятности их возникновения, взаимосвязи с другими задачами и факторами [1].

На четвертом этапе определяются принципы развития системы вооружения РЭБ в плановом периоде и на этой основе – цели разработки ГПВ и задачи, которые должны быть решены за счет ее реализации [1].

В частности, исходя из обоснованных на предыдущем этапе «Перечня задач РЭБ», «ОТТ», а также «Оценок эффективности РЭБ в ТБЭ» определяются требуемые уровни ТТХ перспективных образцов техники РЭБ, их типаж (информационный блок «Перечень перспективных образцов (типаж)»).

Пятый этап предусматривает формирование на основе разработанных принципов, целей и требований к системе вооружения РЭБ и образцам техники РЭБ исходного перечня работ по созданию техники РЭБ, которую предполагается включить в ГПВ (функциональный блок «Генерация номенклатуры работ (НИОКР) для динамического развития РЭБ»).

На основе сравнительного анализа состояния существующей системы вооружения РЭБ и требований к ней на конец планового периода (расчетная задача «Сравнительный анализ ОТТ и ТТХ систем и комплексов РЭБ, выработка решений о модернизации или создании новых образцов») выявляются «узкие» места в обеспечении решения задач РЭБ на конец планового периода. Необеспеченность задачи (задач) РЭБ соответствующим образцом (образцами) позволяет сделать вывод о необходимости модернизации или создании нового образца (образцов). Сопоставительный анализ с имеющимся научно-техническим заделом (используются данные из информационного блока «Научно-технический и технологический задел в области РЭБ») позволяет выработать решения о необходимости постановки ОКР или целевого комплекса работ по созданию образца, состав которого определяется уровнем научных разработок по этому направлению (расчетная задача «Генерация номенклатуры работ (НИОКР) для динамического развития РЭБ»), результаты заносятся в информационный блок «Перечень НИОКР в интересах создания новых образцов».

Затем определяются технико-экономические показатели работ: стоимость, длительность, распределение затрат по годам проведения работы, военно-экономическая целесообразность (ВЭЦ) создания образцов, рациональные сроки проведения и т. п. Для этого решаются расчетные задачи: «Определение длительности НИОКР», «Оценка ВЭЦ создания образца, оптимальных сроков замены», «Оценка затрат на этапах ЖЦ образца». Используются информационные блоки: «Перечень НИОКР в интересах создания новых образцов», «Длительность стадий ЖЦ образцов», «Затраты на стадии ЖЦ образцов», «Нормативы распределения затрат по годам работ (НИОКР)».

На основе показателей ВЭЦ отбираются «Образцы, создание которых целесообразно в плановом периоде».

Проводится ранжирование работ по важности (расчетная задача «Оценка относительной важности работ по созданию техники РЭБ»). Приоритетность работ заносится в БД (в таблицу информационного блока «Перечень НИОКР в интересах создания новых образцов»). При определении приоритетности работ фактически проводится сведение различных показателей работ (разного рода эффектов от реализации работ и реализуемости работ) к одному – приоритетности. В дальнейшем приоритеты используются при формировании оптимального плана НИОКР на стадии формирования оптимального плана НИОКР (на рисунке 2 – функциональный блок «Формирование матрицы загрузки (НИОКР)).

На **шестом этапе** предусматривается определение вариантов финансирования развития систем вооружения РЭБ [1, 5]. Рассматриваются, как правило, три основных варианта (рисунок 2): I. Потребный вариант; II. Программный вариант; III. Минимально допустимый вариант. Объемы финансирования на варианты I и III определяются, исходя из соответствующего уровня эффективности систем вооружения РЭБ – потребный вариант обеспечивает динамичное развитие систем и достижение ОТТ, минимально допустимый – поддержание эффективности на достигнутом уровне. На рисунке 2 соответствующее математическое обеспечение представлено функциональным блоком «Оценка общих затрат на реализацию потребного и минимально допустимого вариантов раздела ГПВ». Прогноз объема ассигнований на вариант II проводится исходя из сложившихся реалий финансирования ГПВ. На рисунке 2 представлен блоком «Прогноз финансирования развития техники РЭБ: общие объемы выделяемых ассигнований в плановом периоде; динамика выделяемых ассигнований», при разработке прогноза используются данные информационных блоков «Прогноз экономического развития РФ», «Статистика по финансированию ГПВ».

Многовариантность выступает, с одной стороны, как способ преодоления неопределенностей, объективно имеющихся на всех этапах исследований по обоснованию предложений в ГПВ, с другой – как метод обеспечения рационального использования выделяемых на развитие системы вооружения РЭБ ресурсов [5].

Седьмой этап. На этапе разрабатываются рациональные варианты развития системы вооружения РЭБ, выраженные в предложениях по составу работ ГПВ – НИОКР, СП, КР. На рисунке 2 этап представлен функциональными блоками «Формирование матрицы загрузки исследований и разработок (НИОКР)», «Формирование матрицы загрузки (СП)», «Формирование матрицы загрузки (КР)», «Подготовка сводных данных по предложениям в ГПВ». Используются данные информационных блоков «Требуемые объемы ассигнований», «Распределение ассигнований по годам планового периода», «Перечень, характеристики НТБ», «Ведущиеся НИОКР», «Перечень НИОКР в интересах создания новых образцов», «Потребности в СП образцов техники РЭБ», «Потребности в КР образцов техники РЭБ».

На заключительном **восьмом этапе** производится формирование предложений в проект ГПВ в части техники РЭБ. Проводится оформление предложений на основе результатов предыдущего этапа (на рисунке 2 – блок «I. Потребный вариант; II. Программный вариант; III. Минимально допустимый вариант»). Также оформляются приложения к проекту – тематические карточки (ТК) и справки-обоснования (СО) на работы, предлагаемые в ГПВ (на рисунке 2 – функциональный блок «Формирование ТК и СО», используются данные информационного блока «Формы ТК и СО»).

Как следует из сказанного, математическое обеспечение по обоснованию развития техники РЭБ построено по принципу вычленения из общего процесса принятия решений относительно самостоятельных блоков, соот-

ветствующих функциональным подзадачам общего процесса обоснования.

С точки зрения используемых моделей, алгоритмов, методов, выбираемых критериев и показателей выделяются следующие особенности.

На этапах определения требований к системе вооружения РЭБ, определения целей разработки ГПВ и решаемых программой задач, разработки исходного перечня работ (этапы 3-5) ситуация характеризуется наличием высокой степени неопределенности информации как о противнике, так и о своих возможностях различного вида (технических, производственных, экономических и т. д.). В этих условиях исследования целесообразно основывать на методах, адекватных по уровню точности располагаемым исходным данным. Именно такими являются методы имитационного моделирования, используемые для оценки эффективности РЭБ на моделях ТБЭ, и логико-формальные методы исследования, используемые при формировании номенклатуры работ по развитию систем вооружения РЭБ. Основу этих методов составляет понятие лингвистической переменной, значениями которой являются не числа, а «слова» или «словосочетания». В качестве инструмента построения алгоритмов используются языки искусственного интеллекта, такие как предикатные, реляционные, фреймовые и т. д., позволяющие формально записывать качественные результаты предшествующих исследований и получать новые выводы за счет использования операций порождения, характерных для этих языков. В частности, при проведении исследований по формированию исходного поля задач РЭБ могут использоваться языки типа RX-кодов, а при генерации вариантов систем вооружения РЭБ и соответствующих вариантов предложений по перспективным образцам техники РЭБ в их составе для включения в проект раздела ГПВ – языки конструктивной логики.

В общем случае оценка эффективности как систем вооружения, так и образцов техни-

ки осуществляется по группе показателей разного уровня: от информационных, информационно-боевых до боевых. Информационные показатели характеризуют эффективность функционирования, в основном, образцов техники РЭБ (качество решения задачи РЭБ) на уровне конфликта «РЭС противника – средство РЭБ» и определяются, как правило, вероятностными характеристиками (вероятность разведки, вероятность срыва наведения и т. п.). Информационно-боевые показатели характеризуют влияние систем вооружения РЭБ или многофункциональных комплексов РЭБ на вероятностно-временные характеристики функционирования радиоэлектронных средств боевого обеспечения или сложных радиоэлектронных объектов в системах управления войсками и оружием противника. Информационные и информационно-боевые показатели непосредственно связаны с боевыми показателями, позволяющими оценивать влияние систем вооружения РЭБ на боевые возможности войск противника в операции (бою): огневую мощь, ударную силу и маневренные возможности. Оценка эффективности перспективных технологий РЭБ проводится также на основе оценок возможных эффектов от реализации технологий в системах вооружения РЭБ.

Оценка затрат представляет собой в общем случае прогноз абсолютных значений показателя полных затрат как на работы по созданию образцов техники и технологий РЭБ, так и на систему вооружения РЭБ в целом. При этом прогноз показателей затрат для каждого предлагаемого образца техники из состава системы вооружения РЭБ проводится на все соответствующие для него стадии и этапы жизненного цикла, начиная от момента проведения исследований по обоснованию и заканчивая снятием с вооружения и утилизацией. При ограниченных объемах статистических данных по стоимостям используемые методы – это, преимущественно, методы аналогов.

На этапе определения вариантов финансирования (этап 6) при прогнозировании возможных объемов выделяемых ассигнований на развитие РЭБ, используются методы анализа трендов, статистические методы пролонгации рядов данных.

На этапе разработки рациональных вариантов (этап 7) основной проблемой является учет множественного эффекта реализации вариантов номенклатуры работ, а также учет реализуемости вариантов – в различных аспектах: научно-техническом, производственном, технологическом и т. д. Фактически многокритериальная задача сводится к однокритериальной методом анализа иерархий (функциональный блок «Оценка относительной важности работ по созданию техники РЭБ»). При этом формируется ряд предпочтительности. Образцы техники (варианты систем) с наибольшими значениями данных показателей считаются наиболее целесообразными с точки зрения их создания в программный период. Использование одного интегрального критерия – приоритета значи-

тельно упрощает решение оптимизационной задачи формирования рациональных планов работ НИОКР, СП и КР.

Используемые критерии и показатели органично сочетаются с общей методологией обоснования системы вооружения ВС РФ [1]. Однако детальный анализ методической базы показал, что ее возможности по проведению всего комплекса технико-экономических расчетов для подготовки научно-обоснованных предложений в программы и планы, направленные на развитие техники РЭБ, ограничены. Многие ранее разработанные модели и методики требовали доработки. В связи с этим были сформулированы задачи на программирование основных функциональных блоков процедуры обоснования предложений в ГПВ. С учетом специфики методологии программного планирования развития техники РЭБ наиболее важными и актуальными для разработки подсистемы математического обеспечения приняты расчетные задачи, перечень которых представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Первоочередные расчетные задачи

№ задачи	Тип задачи	Наименование задачи
P1	расчетная	Оценка потребностей ВС РФ в поставках и капитальном ремонте образцов техники РЭБ
P2	расчетная	Генерация номенклатуры НИОКР в интересах динамичного развития техники РЭБ
P3	расчетная	Прогноз макроэкономических показателей ГПВ (общих объемов выделяемых ассигнований и их распределения по годам планового периода)
P4	расчетная	Прогноз экономических показателей образцов техники РЭБ (оценка затрат на создание и эксплуатацию образцов) ¹⁾
P5	расчетная	Оценка приоритетности работ по созданию образцов техники РЭБ ²⁾
P6	расчетная	Формирование оптимального плана НИОКР, проводимых в рамках ГПВ в интересах развития техники РЭБ
P7	расчетная	Формирование оптимального плана СП и КР образцов техники РЭБ

¹⁾ Коробейников А.С., Аносов Р.С., Боев А.С., Бывших Д.М. и др. Программа определения контрактных цен на проведение научно-исследовательских работ по созданию радиоэлектронной техники специального назначения // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014616427; Орлов В.А., Аносов Р.С., Боев А.С., Бывших Д.М. и др. Программа расчета контрактных цен пуско-наладочных работ техники РЭБ // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014662383; Орлов В.А., Аносов Р.С., Боев А.С., Бывших Д.М. и др. Программа расчета затрат на эксплуатацию техники РЭБ // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014662187.

²⁾ Орлов В.А., Аносов Р.С., Боев А.С., Бывших Д.М. и др. Программа определения приоритетности технологий РЭБ // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014662384.

Информационное обеспечение, как уже отмечалось, направлено на получение (формирование) необходимой информации в требуемом виде. Оно обеспечивает системное единство классификации и кодирования технико-экономической информации, унифицированной системы документации и информационной базы. В состав информационного обеспечения входят два комплекса: компоненты немашинного информационного обеспечения (классификаторы технико-экономической информации и документы) и внутримашинного информационного обеспечения (экранные формы для ввода первичных данных в ЭВМ или вывода информации,

структура информационной базы: входных, выходных файлов, базы данных).

Центральным компонентом информационного обеспечения является база данных, через которую осуществляется обмен данными различных задач. База данных [6] обеспечивает интегрированное использование данных различных информационных блоков в функциональных блоках (рисунок 2).

С учетом специфики методологии программного планирования развития техники РЭБ наиболее важными и актуальными для разработки подсистемы информационного обеспечения приняты информационные задачи, перечень которых представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Первоочередные информационные задачи

№ задачи	Тип задачи	Наименование задачи
И1	информационная	Оценка состояния существующей системы вооружения РЭБ
И2	информационная	Оценка состояния научно-технического и технологического задела в области РЭБ в РФ и за рубежом
И3	информационная	Сравнительный анализ потенциала существующей системы вооружения РЭБ и оперативно-тактических требований к этой системе
И4	информационная	Формирование и корректировка приложений к проекту ГПВ (ТК и СО на НИОКР)
И5	информационная	Подготовка сводных данных по предложениям в ГПВ

Таким образом, усложнение процедур обоснования перспектив развития техники РЭБ, необходимость учета большого числа факторов и обработки большого объема информации при формировании оптимальных программ развития обусловили разработку новых методик и автоматизацию процессов планирования. Оценка

полученных результатов от разработки автоматизированной системы подтвердила целесообразность ее создания. Основными эффектами являются повышение оперативности расчетов и формирования выходных документов, повышение качества обоснования, возможность корректировки результатов в приемлемые сроки.

Список использованных источников

1. Буренок В.М., Мудров В.И., Ляпунов В.М. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения. – М.: Граница, 2005.
2. Викулов С.Ф. Военно-экономический анализ. – М.: Воениздат, 2001. – 350 с.
3. Норенков И.П., Маничев В.Б. Основы теории и проектирования САПР: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1990. – 335 с.
4. Влах И., Сингхал К. Машинные методы анализа и проектирования электронных схем / Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1988. – 560 с.
5. Лавринов Г.А. Состояние и тенденции развития методов военно-экономического обеспечения реализации планов развития вооружения и военной техники // Вооружение и экономика. – 2012. – № 4 (20). – С.72-85.
6. Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж., Уидом Дж. Системы баз данных. Полный курс. – М.: Вильямс, 2003. – 1088 с.