

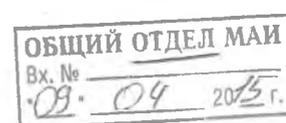
ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

д.т.н., профессора Пиганова Михаила Николаевича, профессора кафедры «Конструирование и технология электронных систем и устройств»(КТЭСиУ) ФГАОУ ВО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)»(СГАУ) на диссертационную работу Дембицкого Д.Н. на тему «Моделирование задачи автоматизированного управления проектированием РЛС на базе единой аппаратно-программной платформы», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (в электронике, радиотехнике и связи)»

Актуальность темы

Практика показывает, что несмотря на повсеместное внедрение САПР, автоматизация управления проектированием остается плохо формализованной областью принятия решений. Развитие средств управления проектами сильно отстаёт от темпов усложнения РЛС. На верхнем уровне руководства проектом область анализа принятия управленческих решений до сих пор остается полной прерогативой Главного конструктора и мало подвержена инновациям. Возникает необходимость применения методов автоматизированного управления проектированием на самом верхнем уровне создания РЛС.

Повышение эффективности радиолокационных станций (РЛС) для систем противоракетной обороны (ПРО) требует усложнения решаемых ими задач и разработки все более сложных функционально-алгоритмических систем, которые являются основой структурной организации станций. Наряду с этим современная политическая и экономическая обстановка выдвигает на первый план требования минимизации временных и ресурсных затрат, что входит в противоречие с увеличением трудоемкости создания РЛС ПРО.



Таким образом, представленная к защите диссертация, посвященная вопросам развития систем автоматизированного проектирования в области решения задач управления процессами создания РЛС на базе единой аппаратно-программной платформы, является актуальной и практически важной.

Представленная в диссертации концепция единой аппаратно-программной платформы (АПП) призвана выводить исследования и разработки в области сложных радиотехнических комплексов на новый методологический уровень с целью устранения противоречия между сжатыми сроками разработки и усложнением функциональных задач, решаемых РЛС. Платформа определяет совокупность основных компонентов, набор комплектующих, типовые конструктивные и технологические решения, применяемое оборудование в конструкции сложных систем, рассматриваемых на единой системной основе. С другой стороны платформа выступает в роли технологического базиса проектирования, который определяет методологию создания технической системы на основе ряда шагов ее эволюционного развития. Такое двойственное понимание структуры платформы потребовало проведения исследований и в области информационного обеспечения задач управления и в области исследования процедур по синтезу оптимальных решений (операционная часть). Поэтому материал диссертации можно также разделить на две взаимосвязанные части: модели и метод для принятия управляющих решений и программно-алгоритмическое обеспечение поддержки информации о структуре и параметрах компонентов РЛС.

Разработанные в диссертации модели и метод входят в процессорную часть платформы, которая выполняет функции модификации ее состояния в направлении улучшения характеристик РЛС следующего поколения.

Моделирование задачи управления проектированием базируется на информационном обеспечении разработанных программных комплексов, которое является информационной базой платформы. Разделение платформы

на две составляющие объясняет структуру построения работы: теоретическую часть и программную реализацию разработанных методов. Результатом проведенных исследований стала разработка системы управления проектированием РЛС.

Диссертация содержит введение, 5 глав, заключение и список литературы. Текст автореферата полностью отражает основные положения диссертации.

В **первой главе** показано, что в настоящее время существует сформировавшееся направление САПР, решающих задачи повышения эффективности процесса создания сложных технических объектов на всем жизненном цикле их разработки. Приведены примеры промышленных PDM-систем и PLM-систем, которые позволяют решать задачи управления проектированием. Можно согласиться со сделанным выводом о том, что общая тенденция развития систем автоматизированного управления проектами сложных радиотехнических комплексов, к которым относятся РЛС дальнего обнаружения, связана с созданием средств образования маршрутов проектирования, CALS-технологиями, управлением проектными данными на всех этапах жизненного цикла изделия, обеспечением интеграции специализированных САПР для стыковки информации об изделии.

Намеченные задачи диссертации достаточно полно обоснованы в первой главе. Предлагается на основе накопленного в АПП опыта прогнозировать параметры процесса проектирования РЛС, учитывая уровень технической, конструктивно-технологической и производственной готовности компонентов на всех стадиях жизненного цикла создания РЛС, минимизировать на каждом этапе проектирования риски невыполнения работ при жестких ограничениях на сроки создания РЛС. Затем предложенные модели должны быть включены в метод управления проектированием.

Разработанный в диссертации метод отличается от ранее применяемых тем, что позволяет расширить область автоматизации принятия

управляющих решений до уровня руководителя проекта. В существующих системах этот уровень управления поддерживается системами сопровождения жизненного цикла путем интеграции данных различных этапов в PDM-системах. Имея доступ к информации из интегрированных баз данных генеральный конструктор может анализировать состояние проекта на каждом этапе выполнения работ. При создании РЛС дальнего обнаружения такой подход быстро теряет свою эффективность из-за лавинного увеличения потока информации при переходе к каждому следующему этапу проектирования. Увеличивается сложность контроля за отдельными участками разработки.

Альтернативой существующей методологии может стать предлагаемый подход, основанный на предоставлении руководителю проекта средств моделирования процесса проектирования, которые позволят осуществлять контроль и оптимизацию управления этим процессом. В последующих главах диссертации рассматриваются модели, методы и алгоритмы решения поставленной задачи.

Вторая глава посвящена разработке математических моделей, которые используются в управлении процессом проектирования. Предлагаемые подходы имеют инновационный характер и отличаются оригинальностью. Известные в настоящее время модели управления проектированием не опираются на математически обоснованные процедуры формализованной оценки характеристик процесса проектирования с учетом ограничений по времени и ресурсам. В диссертации сделана попытка аналитически связать эти факторы с тактико-техническими характеристиками (ТТХ) компонентов РЛС на основе представления процесса проектирования в виде потока событий и обобщения информации, которая накапливается в АПП в результате разработки поколений РЛС.

Полученные значения вероятности нарушения графиков по отдельным компонентам далее пересчитываются в вероятности нарушения графиков конструктивно-технологических систем и всей станции. Разработанная

модель расчетов позволяет в дальнейшем перейти к разработке метода и алгоритмов управления. Таким образом, в диссертации предлагается решить поставленную задачу, связав факторы рисков нарушения графиков создания отдельных компонентов, с вероятностями нарушения графиков разработки всей станции. Математическая выкладка расчета вероятности стала основой метода для расчета влияния процессов создания отдельных компонентов на процесс создания РЛС.

В **третьей главе** рассмотрен метод управления параметрами процесса проектирования. Преимуществом метода являются: возможности контроля и оперативного управления факторами эффективности проектирования с точки зрения снижения рисков разработки и времени выполнения проектных работ. Разработанные на основе предложенного метода алгоритмы управления процессом проектирования используются при формировании технического задания, управлении проектом, выборе компонентов РЛС из АПП. Алгоритмы демонстрируют возможности предлагаемого метода решения задач моделирования управления проектом.

Главным преимуществом разработанного метода является возможность оперативного получения независимых от субъективных факторов оценок эффективности, принимаемых решений. Получение обобщенной оценки процесса проектирования и оперативного определения «узких» мест проекта несомненно отличает данный метод от предлагаемых существующими автоматизированными системами подходов, которые строятся на детальном информационном обмене пользователя с базами данных информацией о состоянии проектируемого объекта. В условиях лавинного роста информации на этапах жизненного цикла создания многофункциональных РЛС дальнейшего обнаружения предлагаемый подход является перспективной альтернативой детальному анализу состояния проекта, который применялся ранее. Несомненным **преимуществом предложенного** метода является возможность выполнять оперативный анализ вариантов выбора из аппаратной платформы готовых компонентов по уровню готовности их

параметров на этапе формирования структурной схемы и определение факторов управления процессом проектирования на этапах формирования технического задания и технического проектирования с применением стенда генерального конструктора.

В структуре диссертации проверка моделей и метода выполняется путем их реализации в виде программно-информационном обеспечении автоматизированной системы управления проектированием РЛС.

Четвертая глава посвящена переходу от теоретических разработок в область практической реализации и верификации предлагаемых решений в виде программных комплексов и их проверки на примерах. Такое построение работы выглядит логичным и придает ей завершенный вид с точки зрения практического применения разработок.

В **пятой главе** рассмотрены вопросы апробации и внедрения разработанного математического обеспечения. Приведен пример оптимального управления процессом создания перспективной РЛС дальнего обнаружения.

Положения, вынесенные на защиту, подтверждены приведенным в диссертации материалом, имеют **научную ценность** для развития автоматизированных методов управления созданием многофункциональных РЛС противоракетной обороны. Разработанные математические модели обладают теоретической ценностью, т.к. открывают **новые возможности** развития автоматизированных систем в направлении формализации выбора управляющих факторов для повышения эффективности проектирования РЛС. Подтверждением правильности предложенного подхода являются включение программного обеспечения на базе разработанных моделей и методов в технологическую цепочку создания РЛС ОАО РТИ и представленные примеры использования программных комплексов при оптимизации распределения ресурсов процесса проектирования.

Научной новизной обладают следующие результаты и положения диссертации:

1. Модель оценки параметрической готовности, отличающаяся тем, что она позволяет осуществлять оперативный контроль состояния образцов компонентов РЛС, формализуя обработку результатов проверки компонентов на стенде Генерального конструктора;
2. Количественная модель оценки готовности компонентов РЛС, отличающаяся тем, что она унифицирует контроль схмотехнической и конструкторско-технологической готовности компонента на различных этапах жизненного цикла создания РЛС;
3. Статистическая модель готовности компонентов РЛС, отличающаяся тем, что она устанавливает значение показателя готовности в зависимости от этапа проектирования на основе накопленных в аппаратно-программной платформе (АПП) данных о предшествующих разработках;
4. Стохастическая модель для расчета вероятности нарушения графика разработки (ВНГР) РЛС и ее компонентов, отличающаяся тем что, она устанавливает аналитическую зависимость ВНГР от времени проектирования, интенсивности работ и готовности компонентов РЛС, что позволяет на основе накопленного в АПП опыта проектных работ получать численные оценки процесса проектирования;
5. Метод управления процессом проектирования, отличающийся тем, что он позволяет оптимизировать ВНГР путем изменения параметров процесса создания РЛС с учетом накопленного в АПП опыта проектных работ.

Практическая значимость результатов состоит в следующем:

Разработанное на базе предложенных математических моделей и метода программно-информационное обеспечение позволяет повысить эффективность централизованного управления проектированием РЛС, получать объективные оценки возможностей выполнения проекта, оперативно определять «узкие» участки работы, осуществлять управление и оптимизацию процесса проектирования РЛС. Внедрение разработанной на основе предложенных в диссертации подходов системы автоматизированного управления проектированием:

- расширяет возможности существующего в организации заказчика аппаратно- программного комплекса создания РЛС в направлении оптимизации показателей процесса проектирования РЛС;
- дает возможность руководителю проекта осуществлять оперативный контроль процесса создания РЛС на разных этапах разработки и для компонентов различных уровней иерархической структуры станции;
- минимизирует риски нарушения графика разработки РЛС в условиях жестких ограничений на время их выполнения при обеспечении заданных тактико-технических характеристик РЛС.

Достоверность полученных результатов подтверждается реализацией разработанных математических моделей и метода управления в автоматизированной системе управления проектированием РЛС дальнего обнаружения и проверкой разработанного на основе предложенных метода и моделей программно-информационного обеспечения для управления проектированием РЛС в ходе передачи работы в опытную эксплуатацию в ОАО РТИ.

Замечания по диссертационной работе:

1. Во второй главе разработана модель управления. Однако она является идеализацией реального процесса, более точное описание которого базируется на законах математической статистики. В диссертации не рассмотрены статистические методы оценки рисков нарушения графика разработки. Применение статистических законов дало бы более точную модель и увеличило эффективность управления процессом. Если рассматривать процесс проектирования, как совокупность более мелких процессов, то согласно центральной предельной теореме теории вероятности распределение времени проектирования должно подчиняться нормальному закону распределения. Данный подход позволил бы получать более точные результаты.

К сожалению, он в диссертации не рассмотрен. Возможно, это связано с необходимостью упростить дальнейшие расчеты.

2. Автор предложил метод для расчета влияния процессов создания отдельных компонентов на процесс создания РЛС. В качестве замечания к предлагаемому методу можно отметить, что в расчете вероятности нарушения графика разработки используются показатели готовности компонентов РЛС. Формализация таких оценок должна быть привязана к конкретным видам аппаратных модулей. Использование предлагаемых обобщенных показателей готовности дает приблизительные оценки возможности использования опыта разработки компонентов РЛС. Возникает вопрос: на сколько точность показателей достаточна для решения задач управления, не является ли это существенным ограничением предложенного метода?
3. В тексте диссертации сделано предположение о применимости представленного метода решения задач моделирования управления проектом на всех этапах жизненного цикла создания РЛС. Это обобщение требует дополнительных исследований. Например, каким образом осуществить оперативный контроль готовности компонентов и управление рисками на этапе технологической подготовки производства?
4. Приведенные в четвертой главе данные о подключении разработанной АСУП к программно-аппаратному комплексу предприятия заказчика работы призваны показать практическую значимость результатов. Однако обилие материала по структуре САПР отвлекает внимание от рассмотрения главных задач (моделей и метода). Представляется более целесообразным углубление исследований вопросов эффективности предложенных математических моделей.

5. Пятая глава диссертации не несет новой информации о предмете диссертации. Приведенный в ней пример может быть вынесен в приложения. А сведения об апробации - в выводы по диссертации.

Отмеченные замечания не умаляют ценности предлагаемых моделей и метода, поскольку разработанный подход к решению задачи управления обладает признаками научной новизны. Оригинальность решения заключается в возможности формализации верхнего уровня управления проектом, что позволяет по новому организовать процессы создания РЛС для противоракетной обороны, добиваясь снижения рисков проектирования и сокращения сроков завершения разработки с учетом параметрической и конструктивно-технологической готовности блоков и модулей РЛС.

Диссертация имеет **практическую направленность**. Представленный материал по реализации предлагаемых подходов позволяет сделать вывод об их применимости при решении важнейшей задачи повышения обороноспособности страны, что подтверждается актом внедрения разработанного программно-информационного обеспечения в одной из ведущих организаций в области создания систем ПРО.

Диссертация написана хорошим научно-техническим языком в соответствии с требованиями оформления, предъявляемыми ВАК. Стиль изложения соответствует уровню работ данного направления.

Диссертация Дембицкого Д.Н. на тему «Моделирование задачи автоматизированного управления проектированием РЛС на базе единой аппаратно - программной платформы», представляет законченную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научном уровне, содержащую решение актуальной научной задачи – разработки аппарата математического моделирования процессом проектирования и автоматизированных процедур управления жизненным циклом создания РЛС.

Считаю, что диссертационная работа отвечает требованиям ВАК, её автор Дембицкий Дмитрий Николаевич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (в электронике, радиотехнике и связи)».

Профессор кафедры КТЭСиУ СГАУ,
д.т.н., профессор



Пиганов
Михаил
Николаевич

443086 Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)» (СГАУ)

Кафедра конструирования и технологии электронных систем и устройств

E-mail: kipres@ssau.ru

Телефоны: (846) 334-74-43 ; (846) 267-44-61

Подпись д.т.н., профессора Пиганова М.Н. удостоверяю:



Ученый секретарь СГАУ,
д.т.н., профессор



В.С. Кузьмичев