

В Диссертационный совет Д 505.001.126
Финансового университета при
Правительстве Российской Федерации по
защите диссертаций на соискание ученой
степени кандидата наук, на соискание
ученой степени доктора наук

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Трундаева Ивана Вячеславовича
на тему «Модель и методика управления созданием радиолокационной
станции на основе адаптивного финансирования работ в условиях
неопределенности», представленной на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности 1.2.2 - Математическое
моделирование, численные методы и комплексы программ (технические
науки)**

Актуальность темы исследования.

Современные радиолокационные станции дальнего обнаружения являются сложными высокотехнологичными комплексами, создание которых характеризуется длительными сроками и проходит этапы проектирования, изготовления и испытаний. Реализация любого этапа осуществляется в условиях неопределенности, классифицируемой соискателем как «фундаментальная», при которой могут возникать события, в момент начала проектирования не существовавшие. Вероятностное понимание риска не согласуется с данным типом неопределенности, что делает применение теоретико-вероятностных методов недостаточно обоснованным. Разработка РЛС в таких условиях становится нестабильной, а отсутствие поддержки проектов критического оборонно-технологического значения может вызвать каскадный эффект в связанных отраслях промышленности. Возмущающие факторы (инфляция, изменение ключевой ставки, нарушение логистических цепочек, внешнее экономическое давление) влияют на ключевые показатели разработки и требуют специальных методов оценки рисков.

Запоздалый мониторинг и запаздывающее управление могут привести к срыву сроков или нерациональному расходованию средств. Эффективность создания РЛС прямо связана с эффективностью использования финансовых ресурсов в условиях жестких тактико-технических требований и ограниченного бюджета. Обоснование условий и критериев дополнительного финансирования является стратегически важной научной задачей, особенно на начальных и средних этапах жизненного цикла, когда возмущающие факторы еще могут быть нейтрализованы. Анализ процесса разработки, выявление негативных факторов и определение условий финансирования повышают стабильность головного предприятия и эффективность использования

средств.

Указанные обстоятельства определили необходимость проведения исследований, направленных на разработку математического аппарата и методики управления созданием РЛС, обеспечивающих оценку рисков и обоснование управляющих воздействий в условиях фундаментальной неопределенности исходных данных.

Таким образом, **актуальной** является задача построения математической модели процесса разработки РЛС и методики адаптивного финансирования, позволяющих формализовать динамику технической готовности и бюджета, вычислять комплексный показатель риска и определять моменты и объемы дополнительного финансирования для успешного завершения проекта в рамках заданных ресурсных и временных ограничений.

Целью работы заключается в снижении рисков создания РЛС мониторинга космического пространства для успешного завершения разработки в соответствии с плановыми установками за счет внедрения адаптивной модели финансирования, основанной на оперативной оценке комплексного риска в условиях неопределенности.

Для достижения поставленной цели автором решены **научные задачи**, которые заключаются в: 1) определении особенностей создания РЛС ДО, выявлении недостатков существующих методов управления ходом разработки и направлений совершенствования управления; 2) разработке математической модели создания РЛС-БС, позволяющей строить траектории процесса для оценки динамики технической готовности и бюджета и обеспечивающей расчет комплексного показателя риска с учетом неопределенности исходных данных; 3) разработке методики управления созданием РЛС-БС на основе адаптивного финансирования, позволяющей формализовать оперативную корректировку денежных поступлений по результатам оценки комплексного риска; 4) сравнительном анализе разработанной методики и формировании практических рекомендаций по управлению разработкой комплекса РЛС-БС.

Объектом исследования является процесс создания радиолокационной станции в условиях неопределенности, а **предметом исследования** – математические модели, методы и алгоритмы оценки рисков и адаптивного финансирования, обеспечивающие управление процессом разработки РЛС для достижения требуемых показателей в установленные сроки.

Научная новизна результатов диссертационного исследования заключается в следующем.

1. Построена математическая модель разработки РЛС, описывающая процесс в виде динамических траекторий на основе дифференциальных уравнений. Модель отличается учетом неопределенности данных об изменении готовности компонентов, возможностью адаптивного финансирования, а также определением ключевых параметров (коэффициента адаптации, оптимальной скорости) для различных этапов жизненного цикла с опорой на технологические и ресурсные характеристики проекта. Это дает возможность описывать динамику технической готовности и бюджета во

времени, наглядно представлять их изменение через фазовые и кинетические портреты, а также учитывать влияние возмущающих факторов и смену параметров разработки в зависимости от текущего этапа.

2. Разработана методика управления созданием РЛС на основе адаптивного финансирования. Процесс разработки в ней представлен динамическими траекториями, формируемыми численным решением системы дифференциальных уравнений, где стохастические возмущения моделируются генерацией случайных процессов. Методика отличается построением области допустимого риска, границы которой определяются по проектной документации и директивно утвержденным допускам ключевых параметров с учетом динамики введенного комплексного показателя риска. Управляющие воздействия для удержания траектории в допустимой области определяются по текущей технической готовности с применением аппарата нечеткой логики. Это позволяет контролировать ход разработки, снижая риски создания РЛС для успешного завершения проекта в рамках плановых установок и ресурсных ограничений.

На защиту выносятся:

1. Математическая модель создания РЛС, описывающая динамику ключевых показателей проекта во времени и отображающая их изменение посредством фазовых и кинетических портретов. Модель учитывает влияние возмущающих факторов, управляющих воздействий, а также изменение параметров разработки в зависимости от текущего этапа жизненного цикла.

2. Методика управления созданием РЛС на основе адаптивного финансирования, позволяющая строить директивную (плановую) и фактическую траектории разработки, вычислять комплексный показатель риска, оценивающий состояние разработки в условиях фундаментальной неопределенности, и определять необходимость, целесообразность и объем соответствующих управляющих воздействий.

Теоретическая значимость работы и результатов исследования заключается в том, что модель разработки позволяет строить фазовые и кинетические портреты состояния проекта РЛС-БС с учетом возмущающих факторов и управляющих воздействий. Методика адаптивного финансирования обеспечивает расчет комплексной оценки риска в условиях дефицита данных и фундаментальной неопределенности. (пункты 4, 8 области исследования паспорта специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)).

Практическая значимость работы подтверждается готовностью модели разработки РЛС и методики адаптивного финансирования к внедрению в процессы управления проектами на предприятиях оборонно-промышленного комплекса. Модель позволяет строить директивную траекторию разработки РЛС-БС на всех этапах жизненного цикла и задает основу для вычисления рисков. Методика обеспечивает оценку рисков при дефиците данных на основе мягкой оценки отклонений ключевых показателей от плановых значений, правил определения границ области допустимых рисков, критериев необходимости и целесообразности дополнительного

финансирования.

Степень достоверности результатов, представленных в диссертации, подтверждается корректным применением математического аппарата дифференциальных уравнений, численных методов и аппарата нечеткой логики. Обоснованность разработанных математической модели и методики адаптивного финансирования обеспечена результатами вычислительных экспериментов, продемонстрировавших устойчивость получаемых траекторий и оценок риска к вариациям исходных данных. Практическая состоятельность предложенных решений подтверждена положительными итогами внедрения, документально зафиксированными в соответствующих актах о реализации. Основные положения диссертации также прошли обсуждение на международных и всероссийских научно-технических конференциях, тематика которых соответствует направлению исследования.

Апробация работы. Основные результаты, полученные в диссертации, докладывались и обсуждались на различных научно-технических и военных конференциях, в том числе в Финансовом университете; Тверской государственном университете; ВА ГВСН; ЯВВУГВО; ВНИИРТ; НПОДАР.

Публикации. Основные научные результаты диссертации опубликованы в 6 научных работах, в том числе 3 работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК при Минобрнауки России, а также 2 работы опубликованы в изданиях, входящих в цитатно-аналитическую базу RSCI.

Результаты диссертации были реализованы:

1. В Московском филиале ООО «НРТК КАПС» в ходе разработки перспективных наземных робототехнических комплексов. Внедрение позволило формализовать процессы управления рисками при разработке, применить методику адаптивного финансирования и снизить неопределенность при прогнозировании сроков выполнения ОКР.

2. В АО «НПОДАР имени академика А.Л. Минца» в ходе выполнения составной части ОКР «Автоматизированная система предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве» в рамках аванпроекта "Млечный путь" – НИИДАР РЛС-БС». Модель разработки РЛС и методика управления созданием РЛС позволили на начальном этапе проектирования, сопряженного с высокой степенью неопределенности исходных данных, получить числовые оценки риска разработки различных вариантов технического облика РЛС-БС.

3. На кафедре математики и анализа данных Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета в преподавании учебных дисциплин «Цифровая математика на языке R и Excel» и «Математика» для студентов направления подготовки 38.03.01 «Экономика».

Общие замечания по автореферату следующие:

1. Не ясно, действительно ли модель, настроенная на барьерно-сопровождающую РЛС, годится для любой другой без адаптации?

2. В теоретической части заявлено, что модель учитывает фундаментальную неопределенность, однако из текста автореферата неясно, как именно данный тип неопределенности (при котором события в момент начала проектирования не существуют) формализован математически в дифференциальных уравнениях модели. Требуется пояснение связи между выбранным математическим аппаратом и заявленным типом неопределенности.

3. В работе неоднократно упоминается, что методика наиболее эффективна на начальных и средних этапах жизненного цикла. Не обозначены границы применимости предложенного подхода: работает ли он на завершающих этапах (испытания, сдача заказчику) и в чем заключаются ограничения.

Указанные замечания не снижают научную и практическую ценность диссертации.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней».

Содержание автореферата позволяет считать, что диссертация Трундаева И.В. является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной лично автором. В ней содержится новое решение научной задачи, имеющей значение для развития теории и практики управления рисками при создании радиолокационных систем.

Работа удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» в редакции постановления Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (ред. от 16.10.2024 п. 9) предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Трундаев Иван Вячеславович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Отзыв составил:

Заведующий кафедрой информационных технологий
ФГБОУ ВО

«Тверской государственный университет».

д.ф.-м.н., профессор

Язенин Александр Васильевич

18.08.2026

170002, г. Тверь, Садовый переулок, д. 35,

телефон: +7(4822) 58-05-22, доб. 123

e-mail: Yazenin.AV@tversu.ru

Подпись д.ф.-м.н., профессора Язенина А.В. заверяю

Язенин Александр Васильевич

[у]

[Ф
В:
«

[ТЕТ
— л.
6 г.