

ОТЗЫВ

официального оппонента

кандидата технических наук, доцента Мосина Дмитрия Александровича на диссертационную работу Охтилева Павла Алексеевича «Алгоритмы и онтологические модели информационно-аналитической поддержки процессов создания и применения космических средств», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы)»

На отзыв представлена диссертационная работа объемом 408 машинописных страниц, состоящая из введения, 4 разделов, списка литературы из 274 наименований, списка сокращений и условных обозначений, списка из 85 иллюстраций и 32 таблиц, 4 приложений и предметного указателя. Также представлен автореферат диссертации объемом в 20 страниц.

Актуальность темы диссертационного исследования. В современных сложных условиях, связанных с проблемами необходимости обеспечения стратегической стабильности и стратегического сдерживания, технологического опережения потенциального противника, конкурентоспособности критически важных отраслей государства, формируется комплекс задач, стратегий и требований к комплексной цифровизации деятельности предприятий и организаций (в том числе и ракетно-космической отрасли) как способа повышения показателей эффективности их функционирования, экономической отдачи, качества и надежности создаваемых и эксплуатируемых ими сложных организационно-технических объектов, комплексов и систем. Так, в рамках цифровой трансформации ракетно-космической отрасли одной из актуальных и своевременно поставленных государственной корпорацией «Роскосмос» задач является разработка технологий управления жизненным циклом изделий ракетно-космической техники. Решение этой задачи невозможно без *формирования единого информационного пространства организаций*, связанных с проектированием, созданием и применением космических систем и комплексов, с целью обеспечения возможности *оперативного обмена актуальной и достоверной информацией о техническом состоянии космических систем и комплексов и входящих в их состав изделий на всех этапах их жизненного цикла.*

При этом текущее положение дел в целом ряде заинтересованных организаций характеризуется во многом отсутствием систематизации больших объемов гетерогенной информации, накоплением существенных объемов данных, продуцируемых разнородными специализированными автоматизированными системами, влиянием человеческого фактора, связанного с осуществляемой вручную невзаимосвязанной в рамках жизненного цикла изделий деятельностью по оцениванию их технического состояния. В результате текущая ситуация приводит к низкому уровню возможностей по оптимизации деятельности организаций, связанной с обеспечением прогнозируемых показателей качества и оптимального использования создаваемых и эксплуатируемых космических средств.

С учетом отмеченных факторов *несомненно актуальной является научно-техническая задача разработки модельно-алгоритмического комплекса информационно-аналитической поддержки жизненного цикла космических средств.* При этом, с одной стороны, эта задача предполагает необходимость разработки

унифицированных моделей и методов консолидации разнородных данных заинтересованных организаций, а с другой – обеспечение возможности сквозного моделирования решения совокупности частных задач оценивания технического состояния космических средств на всех этапах их жизненного цикла на основе экспертных знаний. Решению этой сложной и важной задачи и посвящена диссертационная работа Охтилева П.А.

Принятая трактовка научно-технической задачи обеспечивает целенаправленность оппонируемой работы, а анализ содержания материала диссертации позволяет заключить, что данная задача соискателем решена.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Отраженные в тексте диссертационной работы основные научные положения, выводы и рекомендации в высокой степени обоснованы и аргументированы корректным и последовательным применением системного подхода в процессе исследования. Порядок решения сформулированной соискателем в диссертации научно-технической задачи основан на предварительно проведенном всестороннем системном анализе текущего состояния совокупности частных задач и различных научных направлений, что и определяет синергетический эффект от применения предложенного автором оригинального модельно-алгоритмического комплекса.

В рамках исследования при синтезе моделей и алгоритмов Охтилевым П.А. были обоснованно рассмотрены и использованы преимущества целого ряда существующих методов и технологий информационной поддержки жизненного цикла сложных организационно-технических объектов, существующих и перспективных технологий программной инженерии информационных систем, интеллектуальных информационных технологий в ориентации на проектирование территориально распределенных информационно-аналитических систем на основе экспертных знаний, существующих парадигм и методов концептуального моделирования и программирования, известной методологии автоматизации анализа технического состояния динамических систем, фундаментальных основ комплексного моделирования.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе Охтилева П.А., также обеспечивается:

- обстоятельным многокритериальным сравнительным анализом существующих языков концептуального моделирования применительно к задаче спецификации информационных, поведенческих и функциональных требований к информационно-аналитической системе с учетом систем автоматизированного проектирования, их реализующих;
- корректным применением фундаментальных принципов, концепций и аппарата теории искусственного интеллекта, алгебры логики, программной инженерии и инженерии требований, исследования операций, теории принятия решения, схематологии, теории концептуального программирования, теории вычислительных систем;
- конструктивным и адекватным учетом ограничений, особенностей и факторов, влияющих на качество процессов информационно-аналитической поддержки жизненного цикла космических средств.

Достоверность результатов научного исследования подтверждается:

- положительными результатами внедрения разработанного модельно-алгоритмического комплекса в рамках выполнения составных частей опытно-конструкторских работ в профильных предприятиях АО «РКЦ «Прогресс», АО «НИО ЦИТ Петрокомета», а также в научных и образовательных учреждениях, что отмечено в полученных актах реализации результатов диссертационного исследования;
- положительными результатами апробации основных научных положений на различных международных, всероссийских и региональных конференциях;
- согласованностью результатов теоретического исследования и моделирования с данными, полученными в ходе их практического применения на основе программной реализации системы информационно-аналитической поддержки жизненного цикла космических средств.

Основные аспекты диссертационного исследования соискателя прошли апробацию на 13 конференциях.

Для ознакомления научной общественности с содержанием диссертации основные ее результаты были своевременно опубликованы в *29 печатных работах*, из которых: *4 статьи* – в журналах, рекомендованных *ВАК РФ*, *5 статей* – в журналах, индексируемых в системах цитирования *Scopus* и *Web of Science*, *20 статей* – в *трудах конференций*, где выступал соискатель. Указанные работы в **полном объеме охватывают положения, выносимые на защиту.**

При этом анализ списка работ соискателя по теме диссертации, позволяет заключить, что данные **работы опубликованы в научной печати в сроки, приемлемые для ознакомления с ними научной общественности до защиты диссертации.**

Значимость для науки и практики полученных соискателем результатов диссертационного исследования. Разработанные автором диссертационной работы модели, алгоритмы, методика и полученная программная реализация имеют высокую теоретическую и практическую значимость как в части разработки фундаментальных научных основ, необходимых для создания комплексных технологий информационной поддержки и управления жизненным циклом изделий ракетно-космической техники, так и для смежных предметных областей, предполагающих необходимость решения задач обеспечения информационно-аналитической поддержки жизненного цикла сложных организационно-технических объектов различного вида и целевого назначения.

Теоретическая значимость результатов диссертационного исследования Охтилева П.А. заключается в разработке модельно-алгоритмического комплекса автоматизированной информационно-аналитической поддержки процессов создания и применения космических средств, предполагающего процедуры формализации и согласования знаний экспертов об особенностях реализации этапов жизненного цикла сложных организационно-технических объектов в части сбора, обработки и анализа информации о них с последующим синтезом комплекса моделей интероперабельных программ на их основе.

Практическая значимость результатов, отмеченных в диссертационной работе, заключается в том, что разработанные модели и алгоритмы информационно-аналитической поддержки жизненного цикла космических средств нашли свою полную и всестороннюю реализацию в проектируемых и реально функционирующих системах в различных сферах их возможного применения и, в

особенности, в космической отрасли, что подтверждается приведенными данными о проведенных с участием соискателя научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах.

Научная новизна результатов диссертационного исследования не вызывает сомнений. Основные положения, результаты, выводы и рекомендации диссертационного исследования Охтилева П.А. характеризуются следующей научной новизной:

1) впервые разработана онтологическая система взаимосвязанных моделей представления знаний о процессах информационно-аналитической поддержки жизненного цикла космических средств, отличающаяся от существующих моделей реализацией принципа поэтапного уточнения и согласования спецификаций информационных, поведенческих и функциональных требований к программному обеспечению в виде семантических сетей специального вида, определяющих вид и возможность синтеза мультиагентного комплекса программ информационно-аналитической системы на их основе;

2) разработана онтологическая модель представления знаний о бизнес-процессах информационно-аналитической поддержки жизненного цикла космических средств с использованием нотации BPMN, отличающаяся от существующих моделей представления знаний реализацией возможности формального задания системы семантически взаимосвязанных в рамках жизненного цикла космических средств моделей информационно-аналитических процессов, определяющих событийно-ориентированный порядок оценивания технического состояния изделий;

3) разработана онтологическая модель представления знаний о согласовании вычислительных задач информационно-аналитической поддержки жизненного цикла космических средств, отличающаяся от существующих моделей представления знаний ориентацией на определение порядка интеграции и обмена данными при формировании единого информационного пространства заинтересованных организаций, решения частных взаимосвязанных аналитических задач на протяжении жизненного цикла космических средств и функциональных требований к ним;

4) разработан алгоритм структурно-параметрического синтеза вычислительных моделей по спецификациям функциональных требований, применение которого обеспечит возможность перехода от описания предметной области к формированию мультиагентного комплекса в виде системы семантически интероперабельных потоковых программ информационно-аналитической поддержки жизненного цикла космических средств;

5) разработан алгоритмический комплекс верификации моделей информационно-аналитической поддержки, позволяющий в отличие от известных алгоритмов осуществлять проверку полноты, непротиворечивости и согласованности экспертных знаний об особенностях реализации этапов жизненного цикла космических средств, формализованных в виде спецификаций требований к информационно-аналитической системе;

6) разработана методика оценивания функциональной эффективности информационно-аналитической поддержки жизненного цикла космических средств, отличающаяся от известных методик обоснованным использованием предложенной структуры её частных показателей, сформированной с учетом особенностей решаемой задачи и требований к информационно-аналитическим процессам.

Автореферат с необходимой полнотой отражает содержание диссертации и позволяет составить целостное представление о проделанной работе.

Работа написана доступным языком, применяемые автором термины и определения в целом соответствуют тезаурусу, используемому при описании вопросов рассматриваемой в диссертации предметной области, а также положениям энциклопедической литературы и нормативных документов. Содержание исследования сопровождается необходимым количеством иллюстрационного и табличного материала, а также соответствующим библиографическим аппаратом.

Диссертационная работа соответствует требуемому научному уровню, основные выводы логически обоснованы, что доказывается необходимыми расчетами и иллюстрационным материалом. По оформлению и объёму автореферат и диссертация соответствуют требованиям ГОСТ.

Замечания по диссертационной работе. Несмотря на строгость, полноту и последовательность проведенного соискателем диссертационного исследования, необходимо отметить, что по тексту диссертации имеется ряд замечаний:

1) в рамках диссертационной работы в качестве центрального показателя качества информационно-аналитической поддержки жизненного цикла сложных организационно-технических объектов соискателем обоснованно с позиции решаемой задачи выбран показатель «функциональной эффективности», однако при этом остается открытым вопрос адекватности использования понятия «эффективность» при выборе конкретных методов и метрик количественно-качественного оценивания рассматриваемого процесса;

2) при расчете показателей качества (частных и обобщенного) соискатель использует аддитивные свертки с назначением весовых коэффициентами важности на основе экспертного опроса. Необходимо было бы рассмотреть и другие подходы к оцениванию эффективности информационно-аналитической поддержки жизненного цикла сложных организационно-технических объектов, например, метод комбинаторного поиска на суженном множестве недоминируемых альтернатив (множестве Парето) с использованием системы аксиом, формирующих решающие правила бесприоритетной оптимизации;

3) из текста диссертационной работы не вполне ясно, как именно обосновывается необходимость перехода именно к вычислительным моделям от разработанных спецификаций требований, а не непосредственно к моделям программ информационно-аналитической поддержки жизненного цикла космических средств;

4) при моделировании решения задач оценивания технического состояния космических средств автор предлагает использовать так называемый электронный паспорт изделия для организации хранения результатов проводимого анализа, однако при этом остаются неясными отдельные конкретные аспекты моделирования и анализа технического состояния космических средств;

5) отдельные абзацы и предложения текста диссертации и автореферата характеризуются высокой сложностью и перегруженностью научной терминологией, затрудняющей адекватное восприятие излагаемых идей.

Перечисленные замечания не снижают научный уровень проведенного соискателем исследования, и, в целом, не влияют на общую положительную оценку качества представленной диссертационной работы.

Заключение. Диссертационная работа соискателя обладает внутренним единством, соответствует пунктам 7, 8, 10 и 13 паспорта специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы), является завершенной научно-квалификационной работой, характеризуется внутренним единством и наличием научной новизны, а также содержит решение актуальной для ракетно-космической отрасли РФ научно-технической задачи разработки модельно-алгоритмического комплекса автоматизированной информационно-аналитической поддержки процессов создания и применения космических средств. Автореферат диссертации соответствует основному содержанию диссертационной работы и отражает основные результаты диссертационного исследования.

Считаю, что диссертационная работа Охтилева Павла Алексеевича соответствует критериям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Охтилев Павел Алексеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы).

Официальный оппонент

докторант федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского»
кандидат технических наук, доцент

«29» ноября 2019 г.
(дата)

Мосин Дмитрий Александрович
(расшифровка подписи)

Адрес: 197198, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13
Тел.: 8 (812) 347-97-70
E-mail: vka@mil.ru

Подпись официального оппонента докторанта федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского», кандидата ~~технических наук~~, доцента Мосина Дмитрия Александровича заверяю.

льника академии по службе войск и безопасности
1 – начальник строевого отдела ВКА имени А.Ф. Можайского

Рахимов Рустам Рахмоналиевич