ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу

Лазаренко Сергея Валерьевича

«Методы синтеза транспортных интеллектуальных информационно-управляющих радиоэлектронных систем на основе поэтапной оптимизации с редукцией экстремальных задач Лагранжа», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» (технические науки)

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что в современных условиях наблюдается стремительное развитие и внедрение интеллектуальных транспортных информационно-управляющих систем (ИТИУРЭС), которые не всегда обеспечивают необходимое качество функционирования в условиях неопределенности из-за нелинейных свойств. Проблема решения обратных экстремальных задач для нелинейных систем в настоящее время в общем виде аналитически неразрешима и сопряжена с принципиальными вычислительными трудностями. Фундаментальный подход к синтезу алгоритмов оценки основывается на решениях стохастических дифференциальных уравнений.

Поэтому исследование направлено на решение **актуальной научной проблемы** – разработку новых методов синтеза интеллектуальных транспортных систем, способных обеспечить требуемый уровень безопасности и эффективности функционирования в условиях неопределенности. Это особенно важно в контексте развития беспилотной авиации, повышения требований к точности управления подвижными объектами, необходимости обеспечения безопасности транспортных систем.

Структура и содержание диссертации. Диссертация обладает внутренним единством, написана технически грамотным языком и оформлена в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011. Общий объём рукописи составляет 506 страниц текста, не считая приложения. Работа состоит из

введения, пяти глав, заключения, списка сокращений, , списка литературы (487 источников) и четырех приложений.

Автором предложено использовать:

а) асинхронное варьирование для синтеза управлений с использованием принципов аналитической механики, включая редукцию экстремальных задач Лагранжа к изопериметрическим задачам через уравнение Даламбера-Лагранжа, энергию ускорений Аппеля и интеграл действия;

б) поэтапную оптимизацию, позволяющую унифицировать процесс поиска квазиоптимальных решений для различных режимов функционирования сложных технических систем;

в) подход к построению баз знаний для интеллектуальных систем на основе новых решений оптимизационных задач, а не эвристических правил;

г) методы построения поверхности переключения на основе фазовых траекторий и гипотезы о стационарности Гамильтониана, позволяющие получать обратные связи в замкнутой форме без решения двухточечных краевых задач;

д) комплексный подход к синтезу алгоритмов оценки с использованием динамических математических моделей и поэтапной оптимизации, обеспечивающий адаптацию к наблюдаемой динамике;

е) метод структурной адаптации дискретных фильтров на основе динамических моделей, позволяющий эффективно работать в условиях регулярных возмущений;

ж) подход к интеллектуализации измерительных процедур через адаптивные математические модели и теорию регуляризации;

з) метод синтеза многорежимных регуляторов и систем синхронизации с использованием условия максимума функции обобщенной мощности.

Все это объединено общей методологической основой – применением принципов аналитической механики и вариационного исчисления для

решения задач управления, оценки и идентификации в условиях неопределенности.

Обоснованность научных положений, выводов, рекомендаций диссертационного исследования подтверждается комплексным подходом к решению поставленных проблем (общей и частных) и строгой методологической базой.

Научная новизна диссертационного исследования – новые постановки задач синтеза для ИТИУРЭС и впервые полученное условие для асинхронной вариации динамических систем, позволяющее формировать краевые задачи синтеза управлений с учетом принципов Гаусса и Гамильтона-Остроградского.

Соискателем разработаны новые методы:

– построения поверхностей переключения на основе анализа фазовых траекторий;

– синтеза управлений для лагранжевых и аппелевых систем с использованием энергии ускорений;

– оценки параметров в непрерывном и дискретном времени;

– структурной адаптации дискретных фильтров;

– идентификации параметров лагранжевых систем;

– интеллектуализации измерительных процедур.

Особую научную ценность представляет разработка алгоритмов синхронизации и управления, построенных на основе принципа Гамильтона-Остроградского, а также создание научно обоснованных рекомендаций по построению программно-алгоритмического обеспечения. Приоритет авторских разработок подтверждается положительными отзывами специалистов, которые были получены на опубликованные статьи и представленные на конференциях доклады. Существенным подтверждением новизны служат 21 патент на изобретения и 50 свидетельств на программы для ЭВМ, которые были получены на основе результатов исследований. Важно отметить, что эти разработки были опубликованы в 51 статье в

журналах из перечня ВАК по шифру специальности 2.3.1, что подтверждает их высокий научный уровень и значимость.

Достоверность научных результатов обеспечена строгой математической постановкой проблемы и всех задач исследования, проверкой полученных решений на известных тестовых примерах, сопоставлением результатов с классическими решениями, экспериментальной проверкой синтезированных алгоритмов.

Теоретическая значимость исследования заключается в существенном развитии фундаментальных основ теории оптимального управления, оценивания и обработки информации в условиях неопределенности. Существенный вклад в науку вносит разработка инновационных методов синтеза ИТИУРЭС, основанных на оригинальной концепции поэтапной оптимизации с редукцией экстремальных задач лагранжевых систем. Важным достижением является создание научно обоснованного алгоритмического базиса ИТИУРЭС, который реализован в структурах специализированных вычислителей. Разработанные решения обеспечивают эффективную интеллектуальную обработку данных в реальном времени, что существенно расширяет теоретические представления об управляющих и информационных процессах в контурах ИТИУРЭС. Полученные результаты существенно дополняют существующую теорию и формируют новую методологическую платформу для решения сложных задач управления в условиях неопределенности.

Практическая значимость исследования проявляется в создании эффективных инструментов для решения актуальных задач управления и обработки информации. Результаты исследования успешно применены в реальных проектах.

Работа не свободна от **замечаний и недостатков**:

1. Вероятно, в первой строке выражения (4.40) для синхронных и асинхронных вариаций обобщенных координат и параметров вместо

равенства должно быть неравенство, что подтверждается последующими формулами.

2. В нечеткой системе синхронизации (2.399) одно из правил определяется обратной связью, выбор параметров которой не раскрыт. Различные режимы нечеткой системы фазовой автоподстройки частоты обозначены одинаково и описаны, но лучше было бы различные режимы синхронизации обозначить в соответствии с (2.8) как «Q_1» и «Q_2».

3. В ряде примеров идентификации нет описания или недостаточно подробно описаны процедуры выбора параметров синтезируемых алгоритмов, в частности, в алгоритме идентификации на с. 360.

4. В четвертой главе отсутствуют интеллектуальные алгоритмы, синтезированные, например, как в предыдущих главах с использованием нечеткой логики или с применением нейронных сетей.

5. Для оценки эффективности синтезированных алгоритмов идентификации в 4-й главе не привлекаются интеллектуальные алгоритмы идентификации. Применяется только фильтр Калмана.

6. В уравнениях последовательной идентификации математических моделей динамических систем (4.74) и далее для единообразия синтезирующие функции следовало бы писать со знаком оценки – тильдой.

Указанные замечания носят частный характер, не являются существенными и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней: диссертация Лазаренко С.В. является научно-квалификационной работой, в которой решена научная проблема, имеющая существенное значение для целого ряда отраслей: авиационной промышленности, автомобильного транспорта, железнодорожного машиностроения, морского судоходства, приборостроения. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения,

выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку. Диссертация соответствует специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» (технические науки). Содержание автореферата отражает основные положения диссертации.

Таким образом, диссертация удовлетворяет критериям раздела II «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, и её автор заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.1.

Даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их обработку.

Официальный оппонент:
доктор технических наук, профессор
Затонский Андрей Владимирович,
заведующий кафедрой автоматизации технологических процессов
Березниковского филиала Пермского национального исследовательского политехнического университета



_____ «_8_» _октября_ 2026 г.

Докторская диссертация защищена по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)»

Адрес: 618404, Россия, Пермский край, г. Березники, ул. Тельмана, д. 7, Телефон: 8(3424)292600 #5231, E-mail: zxenon@narod.ru