

Отзыв научного руководителя

о диссертанте Лелькове Константине Сергеевиче и его диссертации на тему «Измерительно-управляющая система носителей комплекса мониторинга дефектов наружной поверхности воздушного судна», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11. «Информационно-измерительные и управляющие системы» (технические науки).

Лельков К.С. окончил кафедру 305 «Пилотажно-навигационные и информационно-измерительные комплексы» факультета №3 «Системы управления, информатика и электроэнергетика» Московского авиационного института (национального исследовательского университета). В 2022 году он поступил на той же кафедре в аспирантуру, обучение в которой завершил в 2026 году.

За время обучения в аспирантуре Лельков К.С. существенно повысил свой образовательный и научный уровень, проявил творческий подход и настойчивость в решении поставленной научной проблемы. В годы обучения многократно выступал с докладами на научных конференциях, а в рамках педагогической практики проводил практические, лабораторные и лекционные занятия по курсам «Элементы навигационных приборов и систем», «Приборы и датчики навигационных систем».

С 2012 года Лельков К.С. успешно работает на кафедре 305 последовательно в должностях техника, младшего научного сотрудника, инженера, ведущего инженера, ассистента, старшего преподавателя. Он принимает активное участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах кафедры, проводимых, в частности, в рамках выполнения грантов РФФИ, РНФ, а также заказов промышленности. Следует отметить активную творческую работу Лелькова К.С. по руководству научно-исследовательской работой студентов кафедры в направлениях пилотажно-навигационного и информационного обеспечения разнообразных подвижных объектов.

Диссертационная работа, выполненная Лельковым К.С., посвящена решению одной из актуальных проблем автоматизированного мониторинга разнообразных стационарных объектов, в частности, решению этой проблемы

применительно к мониторингу дефектов наружных поверхностей воздушных судов на стоянках. Целью диссертации является повышение точности позиционирования и обеспечение синхронности перемещений механически связанных беспилотных наземного и летательного аппаратов как носителей аппаратуры комплекса автоматизированного мониторинга поверхностей стационарных объектов на основе разработки алгоритмов измерительно-управляющей системы движением носителей. При этом беспилотный летательный аппарат (БЛА) как носитель оптических средств обеспечивает мониторинг верхней части наружной поверхности ВС, а беспилотный наземный колёсный аппарат (БНКА) – нижней части наружной поверхности ВС.

В работе получены **новые научные результаты**. Предложена структура измерительно-управляющей системы носителей со взаимной коррекцией их подсистем измерения навигационных параметров и с синхронизацией подсистем траекторного управления. Разработана комплексная математическая модель динамики носителей, связанных тросовым механизмом, включающая совокупность характерных возмущающих факторов. При этом в части беспилотного летательного аппарата учитываются ветровая нагрузка, силовое воздействие через трос, гироскопические моменты, порождаемые собственным вращением винтов; в части беспилотного наземного колёсного аппарата учитываются проскальзывание его колёс относительно подстилающей поверхности и силовое воздействие через трос. Разработано программно-алгоритмическое обеспечение подсистем измерения навигационных параметров носителей с каналами взаимной коррекции подсистем по измерениям смещений одного носителя относительно другого в системе координат мониторинга. В основе алгоритма формирования навигационного решения для летательного аппарата лежит расширенный фильтр Калмана (МО ошибки определения координат местоположения – 0,13 м, МО ошибки определения линейной скорости – 0,02 м/с). В основе соответствующего алгоритма для наземного аппарата – сигма-поинт фильтр (МО ошибки определения координат местоположения – 0,14 м, МО ошибки определения линейной скорости – 0,02 м/с). Разработано программно-алгоритмическое обеспечение

подсистем траекторного управления движением носителей с использованием информации о положении каждого из носителей относительно текущей путевой точки траектории мониторинга для направленного формирования сигналов управления с целью обеспечения высокой точности и синхронизации перемещений носителей по траекториям (максимальное отклонение от заданной траектории не превышает 0,43 м, степень синхронизации моментов времени достижения путевых точек – порядка 0,97 с).

Осуществлено имитационное моделирование работы измерительно-управляющей системы. Результаты моделирования подтвердили выполнение требований, предъявляемых к измерительно-управляющей системе в процессе перемещений носителей по траекториям. При непосредственном участии автора разработан макет измерительно-управляющей системы и проведены его экспериментальные исследования, которые также подтвердили эффективность принятых технических решений.

Практическая значимость результатов, полученных в диссертации, заключается в том, что предложенная в работе структура измерительно-управляющей системы носителей аппаратуры мониторинга в составе КАМ, программно-алгоритмическое обеспечение взаимнокорректируемых подсистем измерения навигационных параметров носителей КАМ и синхронизируемых подсистем траекторного управления носителями могут быть использованы производителями для разработки эффективных комплексов безопасного автоматизированного мониторинга дефектов наружных поверхностей ВС с обеспечением высокой точности позиционирования носителей и синхронности их перемещений, а также в комплексах мониторинга поверхностей других стационарных объектов, расположенных на открытых пространствах.

Результаты диссертационной работы в полном объёме опубликованы в научных изданиях. По теме диссертации Лельковым Константином Сергеевичем опубликовано 28 рецензируемых работ, в том числе: 3 статьи в журналах, включённых в перечень рецензируемых научных изданий ВАК по специальности 2.2.11. «Информационно-измерительные и управляющие системы»; 2 статьи в

журналах, включённых в перечень рецензируемых научных изданий ВАК по другим специальностям; 4 статьи в изданиях, включённых в международные реферативные базы данных Scopus или Web of Science; 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ; 2 патента на изобретения. В других научных изданиях и материалах конференций опубликовано 15 работ.

Лельков К.С. является квалифицированным специалистом в области информационно-измерительных и управляющих комплексов. Считаю, что работа отвечает требованиям к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11. «Информационно-измерительные и управляющие системы». Результаты работы имеют теоретическую и практическую значимость, способствуют развитию технологий автоматизированного мониторинга авиационной техники, используются в учебном процессе. Лельков К.С. заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11. «Информационно-измерительные и управляющие системы» (технические науки).

«01» 07 2026 г.

Научный руководитель с.н.с. каф. 305,
к.т.н., доцент



Черноморский А.И.

Подпись Черноморского А.И.
удостоверяю,
Директор Дирекции Института № 3 МАИ



Следков Ю.Г.