

Ракетно-космическая Корпорация «Энергия»
имени С. П. Королёва

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

XXI НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ

30 октября — 3 ноября 2017 года

Том 2

г. Королёв
2017

В Ракетно-космической корпорации «Энергия» имени С.П. Королева с целью повышения творческой активности молодых работников и привлечения их к научно-исследовательской деятельности с 30 октября по 3 ноября 2017 г. проводится XXI научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов, посвящённая 60-летию со дня запуска первого искусственного спутника. Председатель оргкомитета конференции — генеральный конструктор — первый заместитель генерального директора РКК «Энергия», академик РАН Е.А. Микрин.

Проводимые РКК «Энергия» конференции по существу стали молодежными научно-техническими конференциями ракетно-космической отрасли. С каждым годом увеличивается число участников, расширяется представительство и география организаций.

В этом году на участие в XXI конференции подали заявки более 500 молодых ученых и специалистов из 86 российских предприятий ракетно-космической отрасли и высших учебных заведений. Представлены 386 тезисов докладов, в том числе 179 от РКК «Энергия» и ЗАО «ЗЭМ» РКК Энергия.

Всё это демонстрирует возрастающий интерес молодёжи к научно-исследовательской работе.

Работы большинства участников выполнены на актуальные темы и содержат оригинальные подходы и удачные решения научно-технических и производственных задач.

Работа XXI конференции молодых учёных и специалистов проходит в следующих тематических секциях:

№1 «Пилотируемые комплексы»

№2 «Конструкция, прочность и материаловедение»

№3 «Бортовые и наземные комплексы управления и системы»

№4 «Приборы и системы»

№5 «Бортовые и наземные радиотехнические комплексы»

№6 «Электромеханика и робототехника»

№7 «Космическая баллистика, аэрогазодинамика, теплообмен, динамика переходных процессов и нагружения»

№8 «Проектирование средств выведения»

№9 «Проектирование автоматических космических комплексов и систем»

№10 «Производство и технологии»

№11 «Двигатели, двигательные и энергетические установки»

№12 «Системы терморегулирования и жизнеобеспечения»

№13 «Лётные испытания и эксплуатация КА и средств выведения»

№14 «Целевое использование пилотируемых космических комплексов»

№15 «Информационные технологии»

№16 «Экономика и менеджмент космической деятельности, управление проектами и персоналом, международная деятельность»

Вошедшие в этот сборник тезисы докладов, представленные участниками, являются публикациями в виде печатных работ и могут быть учтены в диссертациях авторов, курсных документах и резюме как опубликованные работы автора. Тезисы публикуются в авторской редакции.

Сборник разделен на два тома. В первый том вошли тезисы докладов секций № 3, 8, 10, 11, 12, 15, 16, во второй — № 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 14.

Оглавление

Секция 1. Пилотируемые комплексы	5
Секция 2. Конструкция, прочность и материаловедение	25
Секция 4. Приборы и системы	121
Секция 5. Бортовые и наземные радиотехнические комплексы	169
Секция 6. Электромеханика и робототехника	207
Секция 7. Космическая баллистика, аэрогазодинамика, теплообмен, динамика переходных процессов и нагружения	249
Секция 9. Проектирование автоматических космических комплексов и систем	305
Секция 13. Лётные испытания и эксплуатация КА и средств выведения	337
Секция 14. Целевое использование пилотируемых космических комплексов	371

Секция 14

**ЦЕЛЕВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИЛОТИРУЕМЫХ
КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

*Председатель Марков А. В.,
руководитель научно-технического центра*

Секретарь секции Фролова Т. Ю.

МНОГОРАКУРСНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ СТРУКТУРИРОВАННЫМ ЛАЗЕРНЫМ ПУЧКОМ — «ЛАЗЕРНЫЙ ЗОНД»

Бланк А. В.^{1,2}

¹ПАО «РКК «Энергия» им. С. П. Королёва», г. Королёв, Россия

²МГУ имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Традиционные методы вертикального зондирования атмосферы в радио- и оптическом диапазонах ориентированы на применение когерентных и некогерентных источников излучения, формирующих в плоскости регистрации пятно диаметром более 100 метров. Как правило, используемые для зондирования волновые пучки имеют простейший гауссов или супергауссов профиль, не содержащий первичной структуры, изменение которой могло бы детектировать различные процессы на трассе пучка. Предлагаемый космический эксперимент принципиально иной. Зондирующий волновой пучок имеет специально подготовленную продольную и поперечную структуру. В продольном направлении выполняется перемещение перетяжки пучка в зону регистрации сигнала. В поперечном направлении накладывается пространственная модуляция и создается структурно-устойчивое пространственное сигнальное созвездие. Речь идет не о привычной временной модуляции характеристик пучка (амплитуды, поляризации, фазы, частоты), а о структурно устойчивых пространственных характеристиках (поперечном модовом составе, неоднородном состоянии поляризации, орбитальном угловом моменте), изменение или сохранение которых будет детектором происходящих в атмосфере процессов. Многоракурсное зондирование при размещении передающего узла комплекса на МКС предполагает программно-аппаратную реализацию первичного захвата координат зоны приема, реализацию динамического сопровождения ориентации зондирующего пучка на принимающую станцию. Расположение принимающей станции или группы станций необходимо выбрать вблизи одной из обсерваторий на территории Российской Федерации. Оптимально использование площадки Крымской астрофизической обсерватории РАН. Помимо относительно большого окна наблюдения в течение календарного года ландшафт полуострова позволяет разместить группу принимающих датчиков как на суше, так и в акватории моря.

Коллектив имеет большой научно-практический задел в предлагаемом направлении работ. В процессе предшествующих исследований и разработок создана уникальная экспериментальная система, протестированная и отлаженная на приземной трассе длиной 1350 метров в области индустриальной застройки. Имеется комплекс лазерных источников непрерывного действия в диапазоне длин волн от 532 нм до 1082 нм, позволяющий работать в различных областях спектра. Мощность излучателей варьируется от нескольких Ватт до 120 Вт в непрерывном режиме. Регистрирующее оборудование в режиме отладки методики было размещено как на передающей стороне, так и на принимающей, что позволяет в синхронном режиме до частоты 4 кГц и выше регистрировать динамику каустической структуры или полноапертурные профили распределения интенсивности, выполнять работы в локационном или однопроходном режима. Управление исходным волновым фронтом пучка осуществляется уникальной системой позиционирования на базе подвижной линзовой группы и параболического интерференционного зеркала. Перенастройка геометрии линзовой группы выполняется с шагом в 1 мкм, фактически в масштабе длины волны. Высокий и гибкий уровень программно-аппаратной автоматизации экспериментальной системы позволяет осуществлять работу как по сценариям длительного мониторинга состояния трассы по группе анализируемых параметров, так и по комбинационным сценариям контроля пространственно-временных параметров пучка с управляемой стартовой геометрией. Исходно создаваемой системой позиционирования и наведения эллиптический гауссов пучок управляется по всем трем пространственным параметрам — ориентации главной оси и соотношением осей. Техническая реализация оптической системы позволяет даже в условиях сильных искажений контролировать положение области перетяжек и управлять пространственным положением предфокальной,

фокальной и зафокальной областей. Дальность и устойчивость позиционирования перетяжки волнового пучка определяется его рэлеевской длиной. Этот параметр также подстраивается в разработанных оптических схемах. Приобретенный при работе на модельной трассе опыт нелинейно-динамического анализа различных параметров исследуемого процесса на основе фазовых траекторий, контроля размерности пространства вложений позволяет исследовать и классифицировать многокомпонентные режимы рефракционных процессов. Разработанный ранее членами коллектива подход к анализу оптической трассы как статистического модового конвертера чрезвычайно продуктивен при работе с мощными одномодовыми зондирующими пучками с высоким пространственным качеством. Описание и анализ пространственно-временного профиля регистрируемого распределения интенсивности, используемый в работах коллектива, основан на модели нестационарных пространственно-временных моментов высокого порядка, их статистических и динамических свойствах. Отработаны и апробированы методики многоапертурного контроля нулевого пространственного момента, позволяющего на основе дисперсионных свойств регистрируемого временного ряда восстанавливать многомодальные функции распределения регистрируемых энергетических потоков на трассах различной геометрии.

Можно прогнозировать приоритет планируемых исследований, высокую практическую значимость результатов, перспективность развиваемого комплексного подхода к описанию статистических топологических свойств пучков на выходе протяженных трасс с использованием аппарата суперстатистики и дифференциальными методами тензоров и матриц структуры. Ожидаемые результаты принципиальны для широкого круга фундаментальных направлений статистической радиофизики, статистической оптики, физики атмосферы и океана и прикладных задач. Использование высокоскоростного временного разрешения при контроле рефракционных искажений в сочетании с пространственным разрешением на уровне аэродинамических микропотоков позволяет существенно уточнить классы метеорежимов и, фактически, ставить вопрос о создании принципиально новых методов метеоптики для контроля нестационарных неравновесных процессов в используемых оптических каналах. Предлагаемые методы абсолютно новы для поставленного класса задач статистической радиофизики и оптики, адекватны сложности исследуемой физической системы и перспективны для широкого спектра приложений. Главным результатом проекта должен стать качественно новое понимание общих механизмов пространственной эволюции когерентного коллимированного пучка при распространении в нестационарных и пространственно неоднородных оптически прозрачных средах.

Список литературы

1. Blank A.V., Kapranov V.V., Mikhailov R.V., Suhareva N.A., Tugaenko V.Y. «Non-linear Dynamics of Positional Parameters of the Collimated Coherent Beam at the End of the Long Atmospheric Path». Proceedings PIERS 2017 St Petersburg Progress In Electromagnetics Research Symposium, Concord Avenue, Suite 207 Cambridge.
2. Blank Arkadiy V., Kapranov Vitaliy V., Mikhailov Ruslan V., Suhareva Natalia A., Tugaenko V.Yu «Experimental study of stochastic processes for adaptive tilt correction of the signal beam at a long atmospheric path», Proceedings of the XLV International Conference «Advanced Problems in Mechanics» (APM 2017), St. Petersburg, Russia, pp. 90–100
3. Kapranov V.V., Matsak I.S., Tugaenko V.Yu, Blank A.V., Suhareva N.A. «Atmospheric turbulence effects on the performance of the laser wireless power transfer system», Proc. SPIE 10096 Free-Space Laser Communication and Atmospheric Propagation XXIX
4. Eu. A. Babanin, O. M. Vohnik, V. V. Kapranov, N. A. Suhareva, V. Yu. Tuganeko «Spatial profiles of statistical moments for collimated laser beams at the end of long atmospheric path», Proc. SPIE 10035, 22nd International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 1003528 (November 29, 2016); doi: 10.1117/12.2249344