

БЕЗОПАСНЫЙ КОСМОС: КАК ПОВЫСИТЬ ТОЧНОСТЬ ОБНАРУЖЕНИЯ АСТЕРОИДНОЙ ОПАСНОСТИ ЗА СЧЕТ УЧЕТА ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ?

Команда факультета космических исследований и военного учебного центра МГУ имени М.В.Ломоносова при исследованиях воздействия тепловых процессов в радиолокационных станциях мониторинга космического пространства (РЛС МКП) обнаружили возможность значительно повысить точность обнаружения астероидной опасности. Повышение точности достигнуто через снижение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) аппаратуры в теплонапряженном режиме.

В РЛС МКП важной проблемой является деструктивное воздействие тепловых процессов внутри приемо-передающих модулей, что повышает неравномерность АЧХ приемной системы и снижает возможности РЛС МКП для решения задач астероидной опасности. Предложено алгоритмически компенсировать тепловые воздействия путем формализации модели искажений АЧХ с помощью Фурье-анализа температурного распределения, отличающуюся от известных интеллектуальной калибровкой АЧХ при получении температурного распределения с датчиков, расположенных в приемо-передающей части РЛС МКП. В качестве подтверждения теории приведены модельные эксперименты, которые показали, что неравномерность АЧХ понижается до 4.5 раз, что приводит к увеличению точности обнаружения на 23%.

Исследования проводились в рамках Междисциплинарной научно-образовательной школы МГУ проект № 24-Ш01-04. Результаты работы представлены 2 июля на конференции «2024 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications» SYNCHROINFO» и опубликованы в сборнике IEEE Xplore.

01–03 июля 2024 г. в городе Выборг Ленинградской области прошла международная конференция «2024 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications» SYNCHROINFO», проводимая Институтом инженеров электротехники и электроники IEEE, на которой были представлены последние достижения науки в области электротехнических систем, радиосистем и систем синхронизации. В конференции приняли участие специалисты и ученые из ведущих научных организаций и институтов мира.

Соруководители гранта 24-Ш01-04 Междисциплинарных НОШ МГУ «Разработка интеллектуальных моделей и алгоритмов функционирования наземно-космической системы для эффективного мониторинга высокоскоростных маневрирующих объектов в условиях деструктивного воздействия факторов космического фона» д.ф.-м.н. М.Ф. Булатов (ФКИ) и д.т.н. А.В. Тимошенко (ВУЦ) приняли участие в работе конференции на секции «Synchronization Systems and Devices».

В докладе «Increasing the accuracy characteristics of the space monitoring system based on intelligent calibration of the АРАА radio information system» («Повышение точностных характеристик системы мониторинга космического пространства на основе интеллектуальной калибровки АФАР радиоинформационной системы мониторинга космического пространства») представлено решение проблемы тепловых процессов. Современные РЛС МКП выполняют задачи по контролю астероидной опасности. При работе в этом режиме выделяется большое количество энергии, что повышает температуру аппаратуры РЛС.

Повышение температуры аппаратуры приводит к изменению характеристик РЛС, таких как энергетический потенциал и равномерность АЧХ аппаратуры, от чего уменьшается точность обнаружения астероидной опасности. Повышение неравномерности АЧХ приводит к невозможности обработки сигналов на нужных частотах.

«Учет воздействия тепловых процессов на аппаратуру является ключевой задачей в современных РЛС МКП, однако в существующих системах автоматизированного проектирования (САПР) есть возможность рассчитывать только динамику тепловых процессов, не рассчитывая изменения функциональных характеристик, что ставит на первый план необходимость в формализации новых моделей» - подчеркнул автор и докладчик, лаборант ФКИ Захаров Александр Сергеевич [https://istina.msu.ru/profile/zakharov_aleksandr/]

По результатам исследований представлена модель тепловых искажений амплитудно-частотной характеристики РЛС. Показано, что предложенная модель повышает степень равномерности АЧХ и обеспечивает требуемые характеристики в широком диапазоне фаз и амплитуд за счет проведения калибровки приемо-передающих каналов. В дальнейших исследованиях предлагается использовать анализ Фурье для расчета интегрального показателя эффективности обнаружения и сопровождения космических аппаратов.

«Теоретические исследования тепловых процессов в приемно-передающих каналах привели к оригинальной формализации модели получения искажения АЧХ в зависимости от Фурье-образа температурного распределения в пространстве и времени – такая зависимость позволяет снизить неравномерность АЧХ в 4-5 раз в зависимости от точности расчета температурного распределения с датчиков контроля» - рассказал профессор, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник ФКИ Булатов М.Ф. [<https://istina.msu.ru/workers/636118053/>].

В результате работы проекта планируется разработать новый математический аппарат, позволяющий эффективно обосновать требования к алгоритмам калибровки РЛС МКП для поддержания их функциональных характеристик в различных режимах применения.



Рисунок 1 – Фотография выступления