Резюме проекта, выполняемого в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» по этапу № 3

1. Цель проекта

Проблема астероидно-кометной опасности является глобальной проблемой для человечества. Главным препятствием на пути исследования проблемы АКО является дефицит данных об орбитальных свойствах опасных объектов, обусловленный нехваткой астрономических наблюдений. Существующие в мире системы мониторинга не обладают достаточной оперативностью для заблаговременного выявления опасных небесных тел.

Цель проекта - разработка комплекса научно-технических решений, направленных на создание автоматизированной системы мониторинга околоземного пространства для обнаружения опасных небесных тел на основе кластера широкоугольных оптических систем высокой производительности. Предполагается, что уже в процессе реализации данного проекта будет создан макет кластера, состоящий из нескольких телескопов с апертурой 25 см и полем ~78 квадратных градусов, который будет способен за ночь выявить в околоземном пространстве опасные объекты с размером 20 м и более за орбитой Луны. В частности, это позволит обнаруживать космические тела с характеристиками, подобными Челябинскому объекту, приблизительно за сутки до столкновения.

2. Основные результаты проекта

1. Разработан алгоритм управления автоматизированной системой кластера широкоугольных телескопов.

2. Разработан алгоритм оптимальной последовательности и порядка мониторинга для эффективного обнаружения опасных небесных тел.

3. Разработан алгоритм отождествления объектов небесной сферы для выявления опасных небесных тел.

4. Разработан алгоритм определения орбит опасных небесных тел по коротким дугам наблюдений

5. Разработан алгоритм оценки вероятности опасных сближений естественных небесных тел с Землей для выдачи предупреждения о космической угрозе.

6. Разработана Программа и методики экспериментальных исследований ЭО АПК автоматизированной системы мониторинга околоземного пространства для обнаружения опасных небесных тел на основе кластера широкоугольных оптических систем высокой производительности.

7. Разработана эскизная конструкторская и программная документация, реализующая научно-технические решения.

8. Подготовлена и подана заявка на патент, заявка прошла этап формальной экспертизы, передана на экспертизу по существу.

9. Проведены экспериментальные исследования ЭО АПК с использованием технологического и контрольно-измерительного оборудования.

Разработан алгоритм управления автоматизированной системой кластера широкоугольных телескопов. В алгоритме реализованы следующие возможности: наведение системы широкоугольных телескопов на определенную область небесной сферы по единичным заданным координатам, наведение системы широкоугольных телескопов на определенную область небесной сферы по перечню заранее заданных координат через заданные промежутки времени, корректировку направления на объект наблюдения из-за движения и вращения Земли, корректировку направления на объект наблюдения из-за движения объекта наблюдения.

 Разработан алгоритм оптимальной последовательности и порядка мониторинга небесной сферы. В алгоритме реализованы возможности, определения времени начала и конца сеанса наблюдений, определения видимой части небесной сферы в месте наблюдения во время сеанса наблюдения, определения положения Луны на небесной сфере для учета засветки, разделения всей видимой области небесной сферы на области обзора для построения оптимального плана наблюдений.

По разработанной модели разработан алгоритм отождествления объектов небесной сферы для выявления опасных небесных тел. В алгоритм включены такие обработки, как калибровка изображения, устранение неоднородности фона неба, сегментация, морфологическая фильтрация двоичного изображения, выявление связных групп пикселов, принадлежащих отдельным объектам-кандидатам, и определение их позиционных, фотометрических и морфологических параметров, исключение заведомо ложных объектов, получение астрометрического решения кадра, получение фотометрического решения кадра, определение координат объектов, не отождествленных с каталогом известных объектов, и формирование из них каталога кандидатов для последующего обнаружения опасных небесных объектов.

По разработанной модели разработан алгоритм определения орбит опасных небесных тел по коротким дугам наблюдений. В алгоритме использован способ определения невозмущенных элементов орбиты перебором геоцентрических расстояний до объекта в моменты наблюдения. Разработан алгоритм для оценки вероятности опасных сближений естественных небесных тел с Землей для выдачи предупреждения о космической угрозе. Он позволяет уточнить орбиту естественного небесного тела при наличии массива единичных измерений на временном интервале более 3-х суток, построить доверительную область астрометрических координат (эфемерид) опасного небесного объекта на небесной сфере для дальнейшего поиска объекта, оценить возможность столкновения опасного небесного тела с Землей на основе метода случайного выбора начальных условий движения.

Разработана программа и методики экспериментальных исследований ЭО АПК автоматизированной системы мониторинга околоземного пространства для обнаружения опасных небесных тел на основе кластера широкоугольных оптических систем высокой производительности.

Разработана эскизная конструкторской и программная документация для ЭО АПК автоматизированной системы мониторинга околоземного пространства. В состав документации входят структурная схема, функциональная схема, схема подключений и соединений, чертеж общего вида ЭО АПК. Программная документация на ЭО АПК включает в себя описание применения в соответствии с ГОСТ 19.502-78, 2) описание программы в соответствии с ГОСТ 19.402-78 и текст программы на каждый. Проведенные работ полностью соответствуют Техническому заданию и Плану-графику работ.

Научно-технологический уровень проводимых исследований полностью соответствует современному мировому уровню, а разрабатываемая система мониторинга околоземного пространства сравнима с международными аналогами, например с системой ATLAS по производительности, но превосходит ее критерию эффективность-стоимость.

Проведены патентные исследования с целью поиска патентной и другой научно-технической информации для изучения современного уровня и тенденций развития средств и комплексов мониторинга околоземного пространства для предупреждения космических угроз в части астероидно-кометной опасности и падения опасных небесных тел на поверхность Земли. Создан результат интеллектуальной деятельности (РИД) - оптическая система широкоугольного телескопа VT-78d, проведена его регистрация (рег. № 615061910001). Проведены дополнительные патентные исследования с целью выявления аналогов полученного РИД - широкоугольного оптического инструмента (телескопа) для выполнения функций обзорного характера, и определения его патентоспособности и патентной чистоты. По итогам патентных исследований установлена патентоспособность и патентная чистота РИД, определено, что его техническое решение может быть отнесено к полезным моделям. В патентное ведомство подана заявка о выдаче патента Российской Федерации на полезную модель "Оптическая система широкоугольного телескопа VT-78d". Заявка прошла стадию формальной экспертизы и передана на экспертизу по существу.

3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

Полезная модель заявка №2015124831 от 25.06.2015 г. "Оптическая система широкоугольного телескопа VT-78d" (страна патентования - Российская Федерация).