

«Разработка проекта международной Российско-Кубинской обсерватории оперативного мониторинга околоземного пространства как элемента Российской глобальной сети обнаружения потенциально-опасных небесных тел»

ЭТАП 1, 2017 г.

Разработан комплекс научно-технических решений, направленных на создание будущей международной Российско-Кубинской обсерватории оперативного мониторинга околоземного пространства. Проведен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, рассматриваемую в рамках научного исследования. В аналитическом обзоре были рассмотрены оптические системы, которые выполняют или в будущем будут выполнять мониторинг небесной сферы с целью поиска опасных объектов. Под мониторингом околоземного пространства понимается процесс многократного наблюдения за определенными участками небесной сферы с целью обнаружения и выявления движущихся объектов на фоне звезд. В итоге было установлено, что для задач мониторинга околоземного пространства оптимальным является создание специализированной сети широкоугольных телескопов с достаточным числом узлов, расположенных в различных полушариях Земли. Каждый узел может включать широкоугольный телескоп класса 1-1.7 метра с полем зрения порядка 3° и в дополнение – кластерного инструмента из 6-8 телескопов умеренной апертуры (0.3-0.5 метра) с полем зрения до 10° . Подобная схема является наиболее эффективной для полного обзора видимой части небесной сферы.

Проведение совместных наблюдений опасных небесных тел с территорий России и Кубы позволяют получить непрерывный ряд измерений положения небесного тела в течение суток, что гарантирует, что новый опасный астероид или комета не будут потеряны в первую ночь после обнаружения. Разница по географической долготе между обсерваторией ИНАСАН на пике Терскол (Россия) и обсерватории Института геофизики и астрономии Кубы составляет 110 градусов, что дает преимущество непрерывного наблюдения видимой части небесной сферы в течение 16 часов. Проведенное исследование точности определения орбит опасных небесных тел с помощью совместных наблюдений с территорий России и Кубы показало, что наблюдения в течение двух суток (48 часов), полученные с двух обсерваторий, расположенных в разных полушариях Земли (на территориях России и Кубы), позволяют обнаружить объект, уточнить его орбиту в первую ночь наблюдений и получить точный прогноз движения объекта на следующие 3 дня.

Теоретические исследования возможности наблюдений объектов космического мусора и искусственных спутников Земли с помощью совместных наблюдений с территории России и Кубы показали, что с двух станций, расположенных на территории России и Кубы, возможно обнаружение и сопровождение объектов космического мусора размером крупнее 20 см на всех типах орбит (низких, средних и высоких орбитах) с точностью не хуже 0.2" при условии наблюдения на максимально возможной наблюдательной дуге.

Теоретические исследования возможности создания болидной сети на территории Кубы для мониторинга метеорных тел показали несколько важных особенностей. Преимущество расположения болидных (метеорных) камер на территории Республики Куба и в европейской части России позволяют максимально близко подойти к реализации "идеальной" системы наблюдений с круглосуточным и круглогодичным мониторингом всего неба.

С помощью разработанной методики исследования особенностей климата и астроклимата были проведены исследования климата и астроклимата в месте размещения будущей совместной Российско-Кубинской обсерватории. Исследования показали, что климатические условия позволяют проводить эффективный мониторинг околоземного пространства на протяжении осенне-зимнего периода. В этот период времени наблюдается максимальное количество ясных дней и ночей. В весенне-летний период времени количество ясных дней и ночей снижается. Среднее количество ясных дней на территории заповедника Сиерра-дель-Розарио составляет 142 дня в год. Исследование особенностей астроклимата показало, что время стабильного состояния атмосферы в среднем составляло около 1 минуты, наблюдаемое значение FWHM составляло 1-2 arcsec. Исследование показало, что фон неба по всей видимой небесной сфере составляет $19.6m \pm 0.5m$.

Для оценки особенностей климата и астроклимата в месте размещения совместной Российско-Кубинской обсерватории был создан макет комплекса исследования климата и астроклимата. На макет была разработана эскизная конструкторская документация в составе комбинированной структурной схемы и комбинированной функциональной схемы.

Для решения задач по мониторингу околоземного пространства на территории Звенигородской обсерватории ИНАСАН был создан макет оптического комплекса мониторинга околоземного пространства на основе широкоугольного телескопа VT-72e. На макет оптического комплекса мониторинга околоземного пространства на основе

широкоугольного телескопа VT-72e был разработан комплект эскизной конструкторской документации.

Для проверки возможностей макета оптического комплекса мониторинга околоземного пространства на основе широкоугольного телескопа VT-72e были проведены тестовые астрофизические исследования объектов космического пространства. Проведенные астрометрические наблюдения околоземного астероида 11066 Sigurd позволили получить ряд позиционных измерений и оценку видимой звездной величины астероида. Проведенные исследования подтвердили возможности макета оптического комплекса мониторинга околоземного пространства обнаруживать опасные небесные тела на расстоянии менее 1 а.е. от Земли. Наблюдения объектов космического мусора, проведенные на макете оптического комплекса мониторинга околоземного пространства на основе широкоугольного телескопа VT-72e, показали возможность получать изображения искусственных объектов на околоземных орбитах с точной привязкой кадров по времени. Точность наведения инструмента по эфемериде полностью удовлетворяет поставленной задаче наблюдения и сопровождения околоземных объектов, движущихся на фоне звезд. Возможности макета оптического комплекса достаточны для получения наблюдений, как высокоорбитальных объектов, так и объектов космического мусора на низких орбитах. Проведенные астрофизические исследования переменной звезды LO Peg позволили построить кривую изменения блеска звезды для выявления особенностей эволюции активных областей звезды.

В ходе работ по Проекту проведены обобщение и оценка полученных результатов исследования. Оценка полученных результатов показала, что все цели Проекта выполнены. Проведены исследования возможностей будущей обсерватории и разработан комплекс научно-технических решений, которые будут использованы при создании международной Российско-Кубинской обсерватории оперативного мониторинга околоземного пространства. Для создания обсерватории разработан проект технического задания на проведение ОКР по теме «Создание совместной Российско-Кубинской обсерватории оперативного мониторинга околоземного и околосолнечного пространства».

Разработаны предложения и рекомендации по реализации (внедрению) результатов исследований. В обсерватории планируется проведение большого количества исследований всех типов астрофизических объектов – астероидов и комет, объектов космического мусора и искусственных спутников Земли, будут решаться задачи по оптической поддержке исследования области локализации гравитационно-волновых и других транзиентных событий. Проект международной Российско-Кубинской

обсерватории займет заметное место в восстанавливаемом в настоящее время научно-техническом сотрудничестве между Россией и Республикой Куба.

Можно ожидать, что результаты настоящего проекта будут востребованы государственными организациями, занимающимися обеспечением безопасности в околоземном космическом пространстве. Ожидаемые области внедрения обсуждаемых РИД связаны с их высоким социальным значением; сферой их применения являются совместные образовательные и научно-технические программы Российской Федерации и Республики Куба.

Кроме того, разработанные в ходе работ по проекту технологии, относящиеся к техническому и программному обеспечению создаваемых систем мониторинга околоземного пространства, будут востребованы в научно-исследовательских целях. В частности, широкоугольные оптические системы широко востребованы для многих научных задач, связанных с наблюдением переменных объектов и мониторингом небесной сферы. Разработанный в ходе Проекта макет оптического комплекса мониторинга околоземного пространства на основе широкоугольного телескопа VT-72e будет востребован научно-исследовательскими и учебными учреждениями, как в нашей стране, так и за рубежом. В частности, разработанный макет оптического комплекса мониторинга околоземного пространства и макет комплекса исследования климата и астроклимата в дальнейшем будут установлены на территории Республики Куба.

Проведены работы по участию в мероприятиях, направленных на освещение и популяризацию результатов проекта. Результаты работ по проекту были представлены на 2-ом Кубинско-Российском научно-техническом семинаре (Гавана, Куба, 19-20 декабря 2017 г.). На семинаре обсуждались вопросы кооперации ученых Республики Кубы и Российской Федерации при проведении научных исследований. На семинаре был сделан доклад по результатам Проекта и представлен проект создания роботизированной астрономической обсерватории на территории Кубы. Одним из основных телескопов обсерватории должен стать телескоп VT-72e.

Результаты, полученные на отчетном этапе, полностью решают поставленные задачи. Работы, выполненные по Проекту, удовлетворяют условиям соглашения, технического задания, календарного плана, отчетная документация оформлена в надлежащем порядке.