

Фундаментальные основы создания системы мониторинга астероидно-кометной опасности Земли

© Л. А. Ведешин

ИПА РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

В статье рассматриваются вопросы создания в России государственной информационно-аналитической системы предупреждения и противодействия угрозам, связанным с астероидно-кометной опасностью, и мониторингом околоземного космического пространства (ОКП). С этой целью в рамках Программы фундаментальных научных исследований РАН ведутся междисциплинарные исследования, направленные на изучение и учет космических угроз и рисков национальной и международной безопасности, разрабатываются космические аппараты (КА) для исследования малых планет, перспективные методы и средства измерений, наблюдения.

Ключевые слова: астероидно-кометная опасность (АКО), околоземное космическое пространство (ОКП), Федеральная космическая программа (ФКП), радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами, система контроля космического пространства (ККП), колокация.

Астероидно-кометная опасность — это реальность, с которой человечеству необходимо считаться [1]. Во многих государствах мира существуют специальные службы обнаружения потенциально-опасных небесных тел и государственные программы слежения, определения орбит и прогнозирования движения таких объектов. Россия, в отличие от некоторых зарубежных стран и прежде всего США, пока не обладает возможностью в полной мере наблюдать за космосом с помощью современных высокоинформативных наземных и космических средств и

всесторонне оценивать потенциальные природные или техногенные космические угрозы её безопасности.

В настоящее время российские научные организации в рамках международного сотрудничества обмениваются результатами наблюдений с зарубежными странами, а также проводят совместные работы по составлению каталогов орбит и характеристик малых планет. Сотрудничество в этой области позволяет повысить оперативность принятия своевременных мер для предотвращения внезапных чрезвычайных ситуаций на планете [2, 9].

Это в равной степени относится к чрезвычайным ситуациям, возникающим в околоземном космическом пространстве от воздействия космического мусора техногенного происхождения. Процесс засорения околоземного космического пространства (ОКП) должен рассматриваться не только с точки зрения техники и космических технологий, но и в плане социально-экономического развития и национальной безопасности России. До сих пор эта проблема исследуется лишь разрозненными группами научных, промышленных, конструкторских и военных учреждений, поэтому необходимо комплексное решение данной проблемы на государственном уровне в рамках Федеральной космической программы (ФКП-25).

Решение проблемы противодействия космическим угрозам безусловно находится в тесной связи с задачами по поддержанию высокого уровня национальной безопасности и созданию единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, определенными Стратегией национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года и Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года в качестве важнейшей задачи развития нашей страны [3].

Рассмотрим два аспекта, напрямую связанных с безопасностью России.

Первый аспект заключается в том, что тела с размерами свыше 100 м несут угрозу регионального характера, а не планетарного масштаба, как тела размерами более 1 км. Такие тела часто обнаруживаются при полете к Земле, и для принятия мер какой-то конкретной страной необходимо своевременное информирование ее правительственных структур о предстоящей угрозе и ее серьезности. Существуют также угрозы нанесения серьезного ущерба государствам в результате столкновений с Землей космических тел размерами в несколько десятков метров [4]. Проблема создания российской системы противо-

действия космическим угрозам носит комплексный характер, ее решение требует продуманной координации действий органов государственной власти на федеральном и региональном уровнях, а также предполагает обеспечение тесного и активного сотрудничества с заинтересованными странами на международном уровне.

Второй аспект в какой-то степени связан с первым и заключается в возможности равноправного или приоритетного доступа к необходимым данным об обнаруженных телах. Такая возможность может быть обеспечена только при наличии собственной полноценной системы обнаружения, каталогизации и оперативной обработки информации в межведомственном информационно-аналитическом центре для определения степени риска столкновения с Землей для любого потенциально опасного тела [5].

Важность решения проблемы создания системы противодействия космическим угрозам обусловила необходимость совместной с РАН разработки директивного документа по проблеме мониторинга астероидно-кометной опасности и техногенной обстановки в околоземном космическом пространстве (ОКП) — проекта концепции Федеральной целевой программы (ФЦП) «О создании российской системы противодействия космическим угрозам» [6], а также подготовки предложений по разработке космических аппаратов (КА) для мониторинга астероидно-кометной опасности для включения в ФКП-25 [7, 8].

Концепция ФЦП «О создании российской системы противодействия космическим угрозам» включает мероприятия по объединению усилий академических наблюдательных средств и средств ВУЗов для решения задач обнаружения и исследования потенциально опасных космических объектов как техногенного, так и естественного происхождения, даны технико-экономические обоснования проведения таких мероприятий. К настоящему времени, в России создано несколько наблюдательных оптических подсистем. В течение ряда лет успешно работает «Научная сеть оптических инструментов для астрометрических и фотометрических наблюдений» (НСОИ АФН), руководимая ИПМ РАН, для обнаружения и изучения космического мусора и астероидно-кометной опасности [3]. Программа НСОИ АФН выполняется с 2005 г. при координирующей роли ИПМ РАН, а с 2012 г. — под эгидой ООН и включает 70 оптических телескопов (главным образом небольшого диаметра 29–50 см с большими полями зрения от 4 до 50 квадратных градусов) в 33 обсерваториях 15 стран мира и обеспечивает 97 % российской измерительной информации по высокоорбитальным

объектам. В работе по проекту принимают участие Армения, Грузия, Боливия, Испания, Италия. Казахстан, Мексика, Монголия, Польша, Приднестровье, Россия, Таджикистан, США, Узбекистан, Украина. В ИПМ РАН создан уникальный архив первичных ПЗС-кадров со всех обсерваторий, участвующих в проекте НСОИ АФИ, который может использоваться для решения широкого круга задач. В рамках проекта НСОИ АФН организованы специализированные пункты обзора астероидов, что позволило открыть 2 кометы, 3 астероида, сближающихся с Землей, и более 1000 астероидов главного пояса. Создана кооперация телескопов для проведения фотометрических наблюдений потенциально опасных астероидов для исследования их физических свойств (определение диаметра и периода вращения, построение модели формы, поиск двойных астероидов, изучение влияния вращения). Изучается возможность на базе баллистического центра ИПМ РАН создать Центр сбора, обработки и анализа информации об астероидах, сближающихся с Землей (АСЗ) для поддержания орбитального архива тел Солнечной системы и уточнения орбит обнаруживаемых опасных тел [3]. Проекты, предложенные НСОИ АФН ИПМ РАН, в июне 2012 г. были включены в программу ООН по фундаментальной космической науке (UN Basic Space Science Initiative).

В ИПМ РАН создается Интернет-ресурс для предоставления экспертам ООН доступа к части получаемой орбитальной информации. В 2012 г. под общим руководством ИНАСАН создана вторая наблюдательная сеть астероидно-кометного сегмента для обнаружения и исследования потенциально опасных для Земли объектов астероидного и кометного происхождения. Обе сети по необходимости могут дополнять друг друга [3].

В рамках проработки проекта концепции ФЦП «Создание Российской системы противодействия космическим угрозам» разработан прототип распределенного информационно-аналитического центра (ИАЦ) на базе нескольких академических институтов (ИНАСАН, ИПА РАН, ГАО РАН, ИПМ РАН). Такой центр является распределенной информационной системой с разделением на две подсистемы, одна из которых включает задачи информационного обеспечения системы астероидно-кометной безопасности, а другая — безопасности функционирования комических аппаратов в условиях наличия космического мусора.

На базе ИНАСАН на уровне НИР создается прототип сегмента информационно-аналитического центра (ИАЦ) для информационного

обеспечения астероидно-кометной составляющей космических угроз, а на базе ИПМ РАН — сегмент ИАЦ для информационного обеспечения работ по космическому мусору. Дальнейшие усилия по созданию ИАЦ требуют проведения НИОКР в рамках ФКП или ФЦП «Создание Российской системы противодействия космическим угрозам» [3].

С помощью РСДБ-комплекса «Квазар-КВО» ИПА РАН (5-ю действующими антеннами: 2 РТ-13 и 3 РТ-32) проводятся высокоточные радиотехнические наблюдения КА и естественных тел Солнечной системы в дальнем и ближнем космосе, регистрация сигналов и корреляционная обработка, и поддерживаются эфемериды Луны, планет, спутников планет и астероидов. Высокоточные радиотехнические наблюдения КА и естественных тел Солнечной системы являются важной составляющей базы данных измерений, используемых для построения эфемерид. Уже имеется опыт наблюдений КА навигационных систем GPS, ГЛОНАСС, Beidou, КА серии Космос, КА РадиоАстрон, Mars Express, лунного посадочного аппарата Chang'E-3. Проводится изучение и мониторинг астероидов, сближающихся с Землей. Для радиолокации АСЗ использовались подсвечивающий телескоп в Голдстоуне, принимающие телескопы РСДБ-комплекса «Квазар-КВО». Привлечение РТ-70 в Евпатории и РСДБ-комплекса «Квазар-КВО» для лоцирования АСЗ создаст современную российскую наблюдательную базу для мониторинга параметров объектов, сближающихся с Землей. С помощью РСДБ-комплекса «Квазар-КВО» уточнялись орбиты астероидов, параметры вращения, определялась форма астероидов и их структура. Наблюдаются десятки лоцируемых астероидов в год [9, 10].

Создание системы мониторинга космического пространства для предотвращения космических угроз предусмотрено в рамках ФЦП «Создание Российской системы противодействия космическим угрозам» [11] и проработано в проекте концепции этой ФЦП и системном проекте «Исследования научно-технических проблем и разработка предложений по созданию перспективных средств измерений, наблюдения и контроля единой системы предупреждения и парирования космических угроз» [12].

В рамках проработки проекта ФЦП и работ над системным проектом «Исследования научно-технических проблем и разработка предложений по созданию перспективных средств измерений, наблюдения и контроля единой системы предупреждения и парирования космических угроз» [13] при участии РАН предложен проект создания на территории РФ и за рубежом новых оптических средств мониторинга

космических объектов в околоземном космическом пространстве, а также астероидов и комет. Этот проект несет инновационную составляющую, так как планирует использовать такие новые мировые технологии, как многоапертурный телескоп и кластер телескопов для решения на одном наблюдательном пункте целого ряда исследовательских задач, таких как поиск и всестороннее изучение потенциально опасного космического объекта.

В рамках ФЦП планируется введение в строй современных средств обнаружения и мониторинга опасных небесных тел: доработка телескопа АЗТ-33 ВМ в ИСЗФ СО РАН; создание 2-х специализированных широкоугольных крупноапертурных оптических телескопов для обнаружения опасных небесных тел (ОНТ) (кластеров) и телескопов для мониторинга ОНТ; создание одной–двух современных радиолокационных станций для исследования опасных небесных тел; модернизация существующих наблюдательных средств наземного базирования; разработка эскизного проекта создания средств космического базирования и последующее изготовление космического сегмента системы обнаружения опасных тел и мониторинга околоземного пространства. Предусматривается включение этих работ и работ по созданию государственного межотраслевого распределенного информационно-аналитического центра по проблеме космических угроз в кооперации с организациями РАН, Роскосмоса, МО РФ, МЧС РФ и др. [14, 15] в ФКП 2016–2025 гг.

Заключение

Предлагается:

— в рамках научно-технического подкомитета ООН по космосу рассмотреть концептуальные подходы создания международной системы мониторинга ОКП, повысить уровень информационного участия Российской Федерации в международном сотрудничестве по проблемам обеспечения планетарной защиты от космических рисков и угроз и создать на базе учреждений РАН актуализируемый банк данных, получаемых в процессе разработки, реализации и верификации глобальной эволюционной модели развития техногенной ситуации в космическом пространстве;

— использовать научную сеть оптических инструментов для астрометрических и фотометрических наблюдений в качестве инструмента для получения объективной информации по объектам и событиям на геостационарных, высокоэллиптических и средневысотных око-

локруговых орбитах для решения задач мониторинга околоземного космического пространства и верификации глобальной эволюционной модели развития техногенной ситуации в космическом пространстве;

— принять активное участие в международных программах по разработке КА для изучения малых планет Солнечной системы.

Литература

1. *Лаверов Н. П., Медведев А. А.* Космические исследования и технологии: расширение знаний об окружающем мире. — М.: «Доброе слово», 2012. — С. 179.

2. *Лаверов Н. П., Ведешин Л. А.* Исследования Земли из космоса: российско-американское сотрудничество // Вестник Российской академии наук. — Т. 72, № 6. — 2003. — С. 548–551.

3. *Ведешин Л. А.* Научно-технический отчет «Обзор создания центра наблюдения за сближением астероидов с Землей» ИПМ РАН. — 2015. — 15 с.

4. *Шустов Б. М.* О роли РАН в организации системы обнаружения и мониторинга опасных космических объектов с применением средств наземного и космического базирования. Совет РАН по космосу, (презентация). — 2015. — С. 27.

5. *Шустов Б. М.* О состоянии и необходимости поддержки работ по проблеме космических угроз. Совет РАН по космосу (презентация). — 2015. — С. 29.

6. Предложения организаций РАН (ИНАСАН, ИПМ РАН, ИПА РАН, ИСФЗ СО РАН, ИКИ РАН и др.) по подготовке Концепции ФЦП «О создании российской системы противодействия космическим угрозам», Совет РАН по космосу. — 2013. — С. 22.

7. Предложения РАН и Роскосмоса по созданию космических аппаратов для мониторинга астероидной-кометной опасности для включения в Федеральную целевую программу (ФЦП-25). — 2015. — С. 18.

8. *Ведешин Л. А.* Научно-технический отчет «Обзор космических проектов по исследованию и использованию природных ресурсов астероидов» ИПМ РАН — 2016. — 25 с.

9. *Лаверов Н. П., Ведешин Л. А.* Аспекты международного сотрудничества стран-разработчиков навигационной системы // Труды ИПА РАН. — Вып. 38. — СПб.: ИПА РАН, 2016. — С. 25–31.

10. *Васильев М. В.* Радиотехнические наблюдения искусственных и естественных тел Солнечной системы на базе средств РСДБ-комплекса «Квазар-КВО», презентация, ИПА РАН, Санкт-Петербург, 2016. — С. 25.

11. Разработка проекта Концепции ФЦП «Создание Российской системы противодействия космическим угрозам» (10.06.2013 г.).

12. Распоряжение президиума РАН и приказ Роскосмоса «Об организации взаимодействия между РАН и Роскосмосом по созданию «Автоматизирован-

ной системы предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве» (№ 10310-52 от 25 января 2012 г.)

13. Распоряжение правительства РФ «О проведении исследований и разработки космических технологий для противодействия космическим рискам и угрозам» (№ 2594-р от 28.12.2012 г.)

14. Совместное решение «Об организации взаимодействия между Роскосмосом и РАН при решении задач наблюдения, анализа и прогнозирования техногенной обстановки в околоземном космическом пространстве в процессе создания и эксплуатации автоматизированной системы предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве (АСПОС ОКП)», 2008.

15. Распоряжение ВПК при Правительстве РФ «О создании национальной системы контроля космического пространства», 2013.

Fundamental Principles to Develop a System of Monitoring the Asteroid and Comet Danger to the Earth

L. A. Vedeshin

We consider the development of a State Interagency information analysis system to warn and prevent potential hazards associated with the asteroid and comet danger, and to monitor the interplanetary environment. The main goals of the RAS Fundamental Research Program are: 1) organization of a systematic interdisciplinary research to study and register the space dangers and risks to the national and international security; 2) organization of an applied research to create a spacecraft designed to study asteroids and comets; 3) a research of advanced measuring, monitoring and control tools and methods.

Keywords: asteroid and comet danger (ACD), interplanetary environment, Federal Space Program (FSP), very long baseline radio interferometry, space tracking system, colocation.