

УДК 523.6

БУДЕТ ЛИ В РОССИИ НАЦИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ КОСМИЧЕСКИМ УГРОЗАМ?

Рыхлова Л. В.¹, Шустов Б. М.²

WOULD RUSSIA HAVE A NATIONAL PROGRAM OF COUNTERACTION SPACE THREATS?

Rykhlova L. V., Shustov B. M.

We present a brief overview of the current state of activities in Russia on the space threats problem, with reference to asteroid/comet impact hazard (ACH) and space debris.

Keywords: asteroids/comet hazard, space debris, detection, monitoring, dangerous body, telescope.

Введение

В настоящее время принято говорить о следующих глобальных космических угрозах: космический мусор (КМ) — угроза техногенного засорения ближнего космоса; астероидно-кометная опасность (АКО) — угроза столкновения Земли с малыми телами Солнечной системы (метеороидами, астероидами, кометами); космическая погода — катастрофические изменения космической погоды, связанные с плохо прогнозируемыми изменениями активности Солнца и представляющие угрозу серьезных помех в энергетике, связи и др.; биологическая угроза — опасность занесения на Землю из космоса форм жизни, представляющих потенциальную опасность.

Здесь обсуждаются только первые две проблемы.

1. Что такое «космические угрозы»?

В околоземном космическом пространстве до высот примерно 40 000 км целью наблюдений являются космические объекты техногенного происхождения: действующие и отработавшие свой энергетический ресурс космические аппараты (КА), ракетные блоки, операционные фрагменты, сопутствующие выводу КА в космос, многочис-

ленные находящиеся в околоземном космическом пространстве фрагменты разрушившихся КА и ракет. Для обеспечения безопасности космической деятельности необходимо обязательное выполнение следующих работ: выявление источников и контроль степени засорения ОКП космическим мусором, построение модели распределения популяции КМ в ОКП и долгосрочного прогноза ее развития, разработка средств защиты космических аппаратов от космического мусора, заблаговременное предупреждение о падениях на Землю опасных космических объектов.

Все эти задачи входят в сферу ответственности Служб контроля космического пространства (СККП). В настоящее время их в мире пока всего две: в России и в США. Создавались эти Службы вовсе не для наблюдений космического мусора. Их задачей было обнаружение Искусственных Спутников Земли, представляющих опасность для своей страны с военной точки зрения. Поэтому принадлежат они национальным Министерствам обороны [1]. Как американская, так и Российская СККП ведут динамические каталоги крупных космических объектов. С начала космической эры в ОКП было выведено более 30000 объектов. В настоящее время контролируется лишь около 20000 объектов размером более 10 см и общей массой более 10000 тонн. Из всей этой массы техногенных

¹Рыхлова Лидия Васильевна, д-р физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник Института астрономии РАН; e-mail: rykhlova@inasan.ru.

²Шустов Борис Михайлович, член-корр. РАН, директор Института астрономии РАН; e-mail: bshustov@inasan.ru.

объектов действующие космические аппараты составляют не более 6%.

Кроме этих регулярно наблюдаемых КО, в околоземном пространстве находится огромное количество мелких, но не менее опасных частиц – порядка полумиллиона частиц размером 1–10 см и десятки миллионов размером 0,1–1 см. В ситуации прогрессирующего характера засорения ОКП, СККП, наряду со своими специализированными средствами, стали использовать так называемые привлекаемые средства. Основные функции СККП состоят в сборе и обработке координатных и некоординатных (фотометрических) измерений от всех средств наблюдения

В СККП РФ используются разнородные наземные оптические, радиолокационные, радиотехнические средства наблюдения, принадлежащие различным ведомствам: МО РФ, организациям Роскосмоса, РАН, ВУЗа и др. Средствами наблюдения космического базирования Россия в настоящее время не располагает. Сбор и обработка поступающей от совокупности наблюдательных средств информации осуществляется в информационном центре.

Постоянно растущее количество фрагментов КМ, тенденция к миниатюризации запускаемых космических аппаратов, появление устойчивых скоплений фрагментов мусора, многочисленные зарегистрированные случаи вынужденных маневров космических аппаратов от столкновения с фрагментами мусора, зарегистрированные случаи взрывов и столкновений космических аппаратов — все это требует повышения возможностей СККП, модернизации существующих и создания новых специализированных средств.

Однако разрозненные мероприятия не обеспечивают ни высокий уровень решения этих сложных задач, ни достаточный уровень информационного обеспечения безопасности космической деятельности РФ. Причин несколько, из них главные: отсутствие Федеральной Целевой программы (ФЦП) работ по созданию объединенной системы контроля космического пространства; ограничения по финансированию; практическое отсутствие возможностей решения задач обнаружения и контроля космических объектов в дальнем космосе, включая межпланетные и высокоапогейные космические аппараты (их местонахождение, состояние, нештатные и аварийные ситуации).

В России сложнее ситуация с отношением к проблеме астероидно-кометной опасности. На Землю постоянно выпадает огромное количество тел естественного происхождения (десятки тонн в сутки метеоритного вещества). Но это мелкие тела, не представляющие угрозы. Нижней границей размеров опасного небесного тела принято считать 50 м (размер Тунгусского тела). Средняя оценка энергии, выделяющейся при столкновении такого тела с Землей, сравнима с энергией, эквивалентной 10–50 Мт взрывчатого вещества. Столкновения происходили, происходят и будут происходить. Об этом свидетельствуют кратеры на всех обследованных космическими аппаратами планетах, астероидах, Луне и Земле [2].

Об этом свидетельствует Челябинское событие 15 февраля 2013 г., когда в атмосферу Земли под углом менее 20 градусов к горизонту вошло космическое тело размером 16–19 м. Взрыв произошел в атмосфере на высоте примерно 23 км с образованием мощной ударной волны. Энергия взрыва была оценена в 300–500 кт ТНТ. Разрушения от взрывной волны были зарегистрированы в Челябинске и 10 районах области. За медицинской помощью обратились более 1500 чел., госпитализировано около 100 чел. При более крутой траектории полета челябинского тела последствия взрыва могли быть гораздо более тяжелыми.

Происшедшее не было замечено существующими средствами наблюдения за космическими телами.

Специализированные Службы обнаружения малых тел Солнечной системы, оснащенные современными широкоугольными телескопами, ежегодно открывают более 500 новых астероидов, сближающихся с Землей, из них потенциально опасными оказываются несколько десятков. Всего астероидов, сближающихся с Землей, на 19 сентября 2013 г. открыто 10151. Считается, что это всего лишь несколько процентов от истинного числа опасных небесных тел.

Проблемы АКО очень схожи с проблемами КМ: основная задача обнаружения и мониторинга астероидов, сближающихся с Землей, в РФ выполняется инициативно в институтах РАН и некоторых ВУЗах без необходимой координации, без целевого планового финансирования в очень ограниченном объеме; нет информационного центра, координирующего работу, ведущего базу данных; не

решаются задачи заблаговременного прогнозирования столкновения опасного тела с Землей и пр.

2. Что делается в мире?

В мире работы в этом направлении идут с нарастающей интенсивностью. В США готовится вторая 10-летняя Целевая программа (стоимостью до 2 млрд долларов) обнаружения опасных небесных тел с применением наземных и космических телескопов.

В Европе с 2009 г. начата долгосрочная программа «Контроль ситуаций в космосе» (Space Situational Awareness-SSA). Программа включает три направления: контроль космического пространства (включая КМ); обнаружение объектов, сближающихся с Землей; космическая погода и ее влияние на Землю.

При ООН в 2001 г. была создана Группа действия 14 по проблеме «Объекты, сближающиеся с Землей». В 2013 г. вниманию ООН был представлен разработанный Группой документ, регламентирующий принципы взаимодействия государств при организации работ по проблеме АКО. Еще раньше началась работа в ООН по проблеме космического мусора.

3. Что делается в России?

За рубежом работы по проблемам астероидно-кометной опасности интенсивно ведутся при существенной государственной поддержке. Для участия в работах по обнаружению опасных небесных объектов на мировом уровне необходимы крупные, современные, дорогостоящие оптические наземные телескопы. В России системные источники финансирования разработок и создания таких инструментов в РАН, в промышленных организациях и, тем более, в ВУЗах, отсутствуют.

Разработка и создание телескопов космического базирования также пока ни в каких программах не предусматриваются.

В 2010 г. инициативная часть «Экспертной рабочей группы по проблеме астероидно-кометной опасности», созданной в 2007 г. при Совете РАН по космосу, в инициативном же порядке разработала Проект Концепции Федеральной целевой программы «Система астероидно-кометной безопасности России».

В Проекте было дано обоснование соответствия проблемы и целей Проекта приоритетным задачам социально-экономического развития Российской Федерации. Проект разработан в соответствии с задачами, определенными российским руководством по снижению рисков чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечению необходимых условий для безопасной жизнедеятельности населения.

Проект Концепции Федеральной целевой программы «Система астероидно-кометной безопасности России» был представлен в Роскосмос. На совместном заседании Президиума НТС Роскосмоса и Бюро Совета РАН по космосу 23 июня 2010 г. было принято Решение, в постановительной части которого было поручено «РАН совместно с Роскосмосом продолжить работу по формированию концепции Федеральной целевой программы по борьбе с астероидно-кометной опасностью. Принимая во внимание актуальность безотлагательного обеспечения координации работ в этой области, подготовить проект Комплексной целевой программы работ по созданию системы, обеспечивающей решение проблем астероидно-кометной опасности и космического мусора».

В соответствии с этими рекомендациями, Концепция была доработана, и ее новый вариант получил название «Создание Российской системы противодействия космическим угрозам» [3].

Основные задачи разработки Комплексной программы «Создание системы противодействия космическим угрозам (2011–2020 гг.)»: 1. Создание комплексной системы наземного и космического базирования для обнаружения и мониторинга опасных небесных тел и космического мусора. 2. Создание информационно-аналитического центра системы предупреждения космических угроз (ИАЦ СПКУ). 3. Разработка методов и создание средств противодействия космическим угрозам и уменьшения ущерба.

К сожалению, в Решении от 23 июня 2010 г. говорится о необходимости разработки проекта Комплексной целевой программы, а не Федеральной целевой программы. Это существенно понижает статус проблемы. В соответствии с государственными нормативами, Комплексные целевые программы направлены на достижение конечных результатов и решение конкретных научно-технических задач. Эта

форма позволяет определить иерархию целей с учетом имеющихся ресурсов. Федеральные же Целевые программы представляют собой увязанный по задачам, ресурсам и срокам осуществления комплекс научно-исследовательских, опытно-конструкторских, производственных, социально-экономических, организационно-хозяйственных и других мероприятий, направленных на решение системных проблем, входящих в сферу компетенции федеральных органов государственной власти.

В соответствии со Стратегией национальной безопасности Российской Федерации до 2020 г., утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 г. №537, обеспечение национальной безопасности достигается путем совершенствования и развития единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, ее интеграции с аналогичными иностранными системами.

В Проекте Концепции предусмотрена всесторонняя проработка всего комплекса вопросов, ориентированных на решение проблем космического мусора и астероидно-кометной опасности. Мы считаем, что эти две проблемы в точности соответствуют задачам государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

В разработанном Проекте Концепции Федеральной Целевой программы для поэтапного создания и развития системы противодействия (предупреждения) угрозам падения на Землю техногенных и природных (астероидно-кометных) тел, предусматривается: разработка новых и модернизация существующих оптических и радиолокационных наземных средств обзора околоземного и дальнего космического пространства; создание астрономического космического комплекса обнаружения и определения параметров движения опасных для Земли астероидов и комет; создание космических аппаратов-исследователей (инспекторов) опасных астероидов в дальнем космосе; создание космической системы противодействия угрозам падения на Землю астероидно-кометных тел с космическими аппаратами, способными разрушать или уводить с траектории сближения с Землей опасные небесные тела; развитие и завершение работ по созданию автоматизированной системы предупреждения

об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве (АСПОС ОКП); создание информационно-аналитического центра системы противодействия падению на Землю астероидно-кометных тел, собирающего и анализирующего информацию со всех средств наблюдения и контроля космического пространства, осуществляющего обмен информацией с международными центрами аналогичных данных, а также взаимодействующего с заинтересованными Российскими министерствами и ведомствами и выдающего срочные сообщения в государственные органы управления для принятия решений в критических ситуациях; создание сертифицированной системы оценки рисков со стороны космических угроз и разработка механизма выдачи в уполномоченные государственные органы надежных оценок уровня риска. Такой центр должен связать работу различных наблюдательных средств в единую национальную систему, координируемую из логически единого, хотя возможно и физически распределенного, информационно-аналитического центра.

Была разработана также структурная схема взаимодействия всех (в нашем понимании) заинтересованных в решении проблем космического мусора и астероидно-кометной опасности организаций, ведомств и федеральных органов власти.

Приведем еще некоторые доводы в обоснование необходимости Федеральной целевой программы противодействия космическим угрозам.

Масштабность проблемы не дает возможности отдельным предприятиям решить весь комплекс задач самостоятельно. Анализ работ, проводимых в настоящее время, показывает, что большинство проектов, направленных на решение задач противодействия космическим угрозам, находится на стадии начальных разработок, ведутся по отдельным планам, не связанным единым замыслом. При такой ситуации Россия не сможет занять активную позицию по выявлению и отражению космических угроз.

Возможности исследовательских центров недостаточны для создания и поддержания современной службы обнаружения и мониторинга опасных небесных объектов. Особенно в области космических средств обнаружения.

Дорогостоящие технологии предупреждения столкновений и уменьшения последствий могут быть предложены, но не могут

быть выполнены под ответственностью любого отдельного исследовательского института.

Кооперация стран по проблеме АКО подразумевает участие Правительства РФ или назначенного Федерального органа.

Национальная программа подразумевает регулярное финансирование.

Национальная программа России — это необходимый базис для эффективного международного сотрудничества, которое может быть обеспечено только при наличии собственной полноценной системы обнаружения, каталогизации и оперативной информационно-аналитической обработки информации вплоть до определения степени риска столкновения с Землей.

В 2012 г. по заказу Роскосмоса был выполнен Системный проект, целью которого была проработка предложений по развитию существующих и созданию перспективных средств измерений, наблюдения и контроля космического пространства в интересах информационного обеспечения единой системы предупреждения и парирования космических угроз. Можно было бы сказать, что стартовала программа построения системы обнаружения и мониторинга опасных объектов.

Однако, задачу разделили между двумя партнерами-заказчиками: Роскосмосом и РАН. Роскосмос берет на себя ответственность за проблему космического мусора и АКО в части разработки будущих космических проектов, а РАН должна быть заказчиком по наземному обеспечению наблюдений за опасными небесными телами астероидно-кометного происхождения. Но Российская академия наук не является Федеральным органом власти, следовательно, и не может быть заказчиком Федеральной программы.

Таким образом, идеи, сформулированные и разработанные «Экспертной рабочей группой» с 2010 г., развития пока не получили.

Программа Федерального уровня обнаружения и парирования космических угроз в России могла бы обеспечить России право на полноценное участие в создании соответствующей международной системы парирования космических угроз.

4. С чем Россия может войти в международную кооперацию?

В проекте Концепции обозначены три главные проблемы АКО: проблема обнаружения (выявления опасных небесных тел; проблема определения степени угрозы (оценка рисков) и принятия решений; проблема противодействия и уменьшения ущерба.

Самая сложная из них — обнаружение. Задача обнаружения понимается как задача оперативного (не позднее, чем за месяц до возможного столкновения) и массового (не ниже принятого порога полноты в 90%) выявления опасных тел (по современным оценкам от 50 м и более). Количество опасных тел такого размера оценивается в 200–300 тыс., а открыто их пока не более 2%. Это означает, что неожиданное появление опасных тел вблизи Земли — не исключение, а типичная ситуация и на принятие мер по противодействию и уменьшению ущерба может быть очень мало времени.

Почему их так мало открыто? Потому, что для массового обнаружения нужны специальные широкоугольные телескопы достаточно большого диаметра.

По данным финансируемого НАСА Центра малых планет (ЦМП) при Международном астрономическом союзе подавляющее большинство опасных небесных тел обнаружено с помощью наблюдательных средств США и координируемой США сети.

Наземные службы обнаружения и мониторинга астероидов и комет работают в США (около десятка), а также в Австралии, Швеции, Германии, Италии, Канаде. В США интенсивно ведутся работы и по перспективным наземным оптическим телескопам. Существует несколько проектов, среди которых наиболее известны два: проект LSST (Большой обзорный телескоп) и Pan-STARRS (Наземная панорамная система быстрого реагирования). Первый из предполагаемых 4-х располагающихся на одной монтировке телескопов системы Pan-STARRS (PS4) диаметром 1,8 м и полем зрения 3 квадратных градуса, уже почти 3 года работает по поиску потенциально опасных для Земли объектов. В режиме обзорного поиска эти телескопы будут способны покрыть всю доступную площадь неба трижды в течение месяца. За 60 с экспозиции достигается 24-я звездная величина [4].

Восьмиметровый телескоп класса LSST, предназначенный для выполнения обзоров неба, будет введен в строй после 2016 г. Он будет способен каждые 15 с осмотреть участок неба в 50 раз превышающий по площади полную Луну с регистрацией объектов до 24,5 звездной величины.

В России, как уже было сказано, таких телескопов нет. Существующие телескопы имеют малые поля зрения и не могут эффективно использоваться для массового обнаружения и детального исследования опасных небесных тел. Поэтому с точки зрения проблемы обнаружения опасных небесных тел, Россия в настоящее время полностью зависит от зарубежной информации. Единственный современный телескоп, по параметрам лишь немного уступающий параметрам телескопов Pan-STARRS, уже несколько лет создается в Институте Солнечно-Земной физики СО РАН (АЗТ-33ВМ) в условиях постоянного недофинансирования. Поле зрения этого телескопа около 3 градусов, диаметр главного зеркала 1,6 м [5].

Для России, с ее протяженностью по долготе, необходимо, по крайней мере, три таких телескопа.

За рубежом и в России разрабатываются системы космического базирования для обнаружения опасных небесных тел. Преимущество космических систем перед наземными состоит в возможности наблюдения гораздо большей области неба, включая область внутри орбиты Земли, область за Солнцем при удалении КА от Земли, возможность круглосуточной работы.

Особые перспективы имеют космические телескопы с ИК приемниками излучения. Запущенный НАСА в конце 2009 г. инфракрасный телескоп WISE обнаружил свыше 33,5 тыс. новых малых тел Солнечной системы (это 15% от общего числа известных на тот момент астероидов), включая 108 АСЗ, 21 потенциально опасный астероид и 17 комет [6].

В России прорабатываются технические предложения по проектам телескопов космического базирования. Наиболее проработан проект «Небосвод», выполненный ОАО «Корпорацией «Комета»» при участии ИНАСАН и ГАИШ МГУ им. М.В. Ломоносова [7].

Проблема обнаружения тесно связана с другим ключевым фактором — изучением и определением характеристик опасных объектов. Полная информация об угрожающем

теле должна включать точные и регулярно обновляемые орбитальные параметры, физические и химические (минералогические) свойства опасного объекта, ожидаемые детали входа объекта в атмосферу. С этой точки зрения наиболее продуктивны радарные наблюдения близких астероидов и комет. Они могут давать не только наиболее точную информацию об орбитальном движении, но и о физических свойствах объекта: форме, скорости вращения, структуре и даже строении поверхностных слоев.

Для изучения уже обнаруженных опасных тел можно и нужно использовать все имеющиеся работоспособные телескопы. Конечно, для этой работы тоже нужны современные приемники излучения — фотометры и спектрометры, системная координация и унифицированная обработка наблюдений в информационно-аналитическом центре. Попытки координации таких наблюдений есть. В начале 2013 г. на базе существующих обсерваторий было проведено моделирование работы наблюдательной сети ИНАСАН (10 станций: Монды, Майданак, Коуровка, Казань, Кисловодск, Терскол, САО, Краснодар, Звенигород, Симеиз, Тюбитак, Балдоне) и отработаны все аспекты взаимодействия прототипа информационно-аналитического центра астероидно-кометной опасности ИНАСАН с обсерваториями, работавшими по программам центра, с унифицированным удаленным обменом данными. Создана рабочая модель сети, которая включает все необходимые сведения о каждой обсерватории и имеющихся инструментах. Разрабатывается план поэтапной модернизации оборудования обсерваторий и дооснащения их современными приемниками излучения.

Эффективной системой наблюдения космического мусора в ОКП является российский проект НСОИ АФН — Научная сеть оптических инструментов для астрометрических и фотометрических наблюдений. В проекте участвуют несколько десятков привлекаемых телескопов России и ближнего и дальнего зарубежья. Используемые телескопы в основном имеют апертуры от 19,2 см до 60 см. Созданы унифицированные комплексы программного обеспечения для управления телескопами и автоматической обработки наблюдений. Тем не менее, Автоматизированная система предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве (АСПОС ОКП) Роскосмоса, рабо-

тающая на основе данных НСОИ АФН, не отвечает современным требованиям о предупреждении опасных ситуаций в ОКП, частота которых быстро увеличивается.

Решение задач обнаружения и мониторинга в проблеме АКО требует создания регулярного и стандартизированного режима работы вовлеченных наблюдательных средств

Для изучения опасных небесных тел большую ценность представляют радарные наблюдения. Радиолокация астероидов выполняется в основном в радиоастрономических обсерваториях Голдстоун и Аресибо (США) в количестве около 30 объектов ежегодно. Дальность действия радаров ограничена расстояниями, не превышающими 70 млн км. В России планетарного радара нет и его создание пока не планируется. Имеющиеся несколько полноповоротных параболических антенн (в Уссурийске, Медвежьих озерах и Калязине) могли бы участвовать в работах по наблюдениям опасных небесных тел и малоразмерного мусора на высоких орбитах, Однако требуется их дооснащение мощными импульсными передающими устройствами. В планах Роскосмоса эта работа не значится. Однако, планируется использование планетарного радара в Евпатории (Украина).

Определение степени угрозы (оценка рисков) и принятия решений. Оценка степени опасности есть итоговая составляющая проблемы АКО, так как на ней строится система принятия решений о мерах противодействия или уменьшения ущерба. Недооценка или переоценка риска ведет к непредсказуемым последствиям. Некоторая средняя степень опасности вычисляется за большой интервал времени и этот средний риск вполне умеренный. Но риск реального удара может быть чрезвычайно высок.

Вероятность события, как правило, известна плохо, определить заранее ущерб тоже невероятно трудно. Все зависит от размера ударника, угла входа в атмосферу, места падения (земля, океан), рельефа местности и т.д. Простых решений в задаче оценки риска — нет. Тем не менее, это и есть основной итог проблемы астероидно-кометной безопасности. В этом направлении ведутся отдельные научно-исследовательские работы.

Проблема противодействия и уменьшения ущерба. Судя по всему, человечество пока не готово к организации противодействия.

Масштабных предложений много, но все они требуют более глубокой научно-технической проработки и экономического обоснования.

Выводы

Космические угрозы вполне реальны. В мире ими занимаются всерьез, и Россия не может оставаться в стороне.

Проблемы настолько масштабны, что для эффективной работы необходима программа Федерального уровня. Проект концепции такой программы выполнен.

Координация со стороны государства необходима, как для обеспечения более или менее регулярного финансирования, так и с точки зрения обеспечения эффективного взаимодействия министерств и ведомств.

Системный проект, выполненный по заказу Роскосмоса, важный конкретный шаг к созданию единой системы предупреждения и парирования космических угроз, но недостаточный.

Падение Челябинского метеорита всколыхнуло весь мир. Уже в марте 2013 г. появились сообщения о создании новых болидных сетей в Америке, Аргентине и Евросоюзе. В России болидных сетей нет и ни в каких программах их развитие не планируется.

Однако уже 12 марта 2013 г., т.е. в качестве реакции на Челябинское событие, в Совете Федераций было проведено мероприятие в режиме круглого стола на тему «Космические риски и угрозы: как обеспечить планетарную защиту», что делать с космическим мусором, как минимизировать риски и последствия столкновения с астероидами, где найти средства для обеспечения защиты от космических рисков и пр.

Было объявлено, что в России будет создаваться Федеральная целевая программа по защите от космических угроз. Видимых последствий пока нет.

Борьба с космическими угрозами требует усилий всего человечества. Проблема становится не только научной, технической, военной, экономической, но и политической мирового масштаба. Россия не может и не должна находиться в стороне.

Литература

1. *Вениаминов С. С., Червонов А. М.* Космический мусор — угроза человечеству. М.: ИКИ РАН, 2013. 208 с.

2. Астероидно-кометная опасность: вчера, сегодня, завтра / Под ред. Б. М. Шустов, Л. В. Рыхлова. М.: Физматлит, 2010. 383 с.
3. Шустов Б. М., Рыхлова Л. В., Кулешов Ю. П. и др. Концепция системы противодействия космическим угрозам: астрономические аспекты // Астрономический вестник. 2013. Т. 47. №4. С. 327–341.
4. Chambers K. C. Pan-STARRS Telescope#1 Status and Science Mission PANSTARRS // Bulletin of the American Astronomical Society. 2009. Vol. 41. P. 270.
5. Камус С. Ф., Пименов Ю. Д., Тергоев В. И., Панушев П. Г. Светосильный широкоугольный телескоп АЗТ-33ВМ // Оптический журнал. 2009. Т. 76. Вып. 10. С. 48–51.
6. Mainzer A., Bauer J., Grav T. et al. Small body science with WISE/NEOWISE: an update // Proc. Conf. Asteroids, Comets, Meteors. 2012. Id. 6087.
7. Разработка принципов и основных технических решений создания астрономического космического комплекса обнаружения и определения параметров движения опасных для Земли астероидов и комет / Отчет о НИР ФГУП «ЦНИИ «Комета»», 2010 г.

Ключевые слова: астероидно-кометная опасность, космический мусор, обнаружение, мониторинг, опасные тела, телескоп.

Статья поступила 21 октября 2013 г.
Институт астрономии РАН, г. Москва
© Рыхлова Л. В., Шустов Б. М., 2013