

Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
 Russian Journal of Astrophysical Research. Series A
 Has been issued since 2015.
 ISSN: 2410-9347
 Vol. 2, Is. 1, pp. 33-40, 2016

DOI: 10.13187/rjar.2016.2.33
www.ejournal28.com



UDC 52-32

The Problem of Asteroid-Comet Danger

Viktor Ya. Tsvetkov ^{a, *}^a Center for Basic and Advanced Studies NIIAS, Moscow city, Russian Federation

Abstract

This article describes the problem of asteroid and comet hazard. The article reveals the history of the problem. This article describes a feature for monitoring the small celestial bodies. The article proves the need for a global monitoring for solving the problem of asteroid and comet hazard. Article assesses the danger zones of convergence of small celestial bodies with the Earth. The article provides recommendations for the development of analytical software.

Keywords: space exploration, asteroid and comet hazard, small celestial bodies, information technology, analysis.

1. Введение

Проблема астероидно-кометной опасности (АКО) существовала всегда. Но степень ее опасности стала осознаваться лишь в последнее время в связи с выполнением исследований в этой области и информированием широких слоев населения об этой угрозе. В последнее столетие человечество постоянно живет под какой-то угрозой всему человечеству. С середины прошлого века основной угрозой была ядерная война (Crutzen, Birks, 1984). Затем на первое место вышла угроза экологической катастрофы (Rees, 2003). В настоящее время пишут и говорят об угрозе АКО. Не следует сбрасывать со счетов и бактериологическое оружие (Borio et al., 2002), которое пока не достигло критических опасностей в масштабе человечества, но работы в этом направлении продолжаются. Также существует угроза возникновения космической войны, поскольку наращивание ресурсов в этом направлении продолжается (Гетман, Раскин, 2008; Савиных, Цветков, 2013; Бармин и др., 2013). Существует угроза космического вторжения, поскольку оборонительные ресурсы человечества в этом отношении мизерны, технический уровень в отношении освоения и существования в космическом пространстве преувеличивается и близок к нулю. Вместо подготовки к совместному отражению происходит конфронтация государств, что только снижает оборонительный потенциал человечества. Можно констатировать, что человечество жило под угрозами и будет жить под ними. Однако это не повод для пессимизма, а мотив к проведению научных исследований.

Цель исследования – анализ проблемы астероидно-кометной опасности и анализ методов уменьшения этой опасности

* Corresponding author
 E-mail addresses: cvj2@mail.ru (V.Ya. Tsvetkov)

2. Материал и методы исследования

В качестве материала использовались работы в области истории столкновения небесных тел с поверхностью Земли. В качестве методики исследования применялся системный анализ, пространственный и вероятностный анализ.

3. Результаты

Эволюция проблемы. Проблема астероидно-кометной опасности (АКО) признана более 30 лет назад. В ООН создан специализированный Подкомитет, занимающийся этой тематикой ([Информация о проводимых, 2005](#)). Солнечной системы, которые в результате столкновения с Землёй могут привести к катастрофе общепланетарного масштаба ([Ломакин и др., 2009](#); [Кулагин и др., 2013](#)). Существующие данные позволяют проводить некоторые обобщения и появления опасных объектов и вероятностей типовых катастрофических ситуаций. Появилась возможность объективно оценивать ключевые аспекты астероидной опасности и намечать конкретные меры противодействия ([Меньшиков и др., 2010](#)).

Накопленный опыт подтверждает реальность угрозы, в частности, за последние 100 лет Земля подверглась атаке трёх крупных тел: тунгусского – 1908 г. ([Васильев, 2004](#)), бразильского – 1930 г. ([Bailey et al., 1995](#)), Сихотэ-Алиньского – 1947 г. ([Сихотэ-Алиньский железный метеоритный дождь, 1959, 1963](#)). Удачным является то что эти атаки происходили в безлюдных районах тайги и джунглей и в условиях относительно малого количества жителей земли. Кроме того в зоне падения отсутствовали результаты современного глобального освоения планеты техническими средствами: ядерные электростанции; морские нефтяные платформы; химические предприятия; могильники радиоактивных отходов; нефтеперерабатывающие предприятия; транснациональные нефтепроводы; супертанкеры, перевозящие нефтепродукты и так далее. Дополнительно существует опасность попадания в зону вечной мерзлоты, что приведет к большому выделению газов, отравляющих атмосферу.

В настоящее время столкновение даже с небольшим по астероидом или обломком кометы, может привести не только к жертвам и материальному ущербу, но и стать основой для глобального катаклизма. Даже попадание такого астероида в ледяной покров Антарктиды вызовет глобально подтопление и мировую катастрофу. Попадание такого астероида в зону разлома земной коры или очага вулканической активности может спровоцировать катастрофу по энергетике превышающую непосредственное сотни раз энергетике самого тела. Попадание малого небесного тела (МНТ) в расположение атомных станций может привести к радиоактивному заражению территорий, на порядки превышающих зоны последствий Чернобыльской аварии. Все это делает актуальным мониторинг проблемы и самих тел, а также разработку мер противодействия.

Глобальный мониторинг как основа контроля АКО. Глобальный мониторинг является единственным инструментом наблюдения космических объектов при соотнесении их в земную систему координат ([Barmin et al., 2014](#); [Егоров, Цветков, 2012](#); [Dunham et al., 2013](#)). Применение геоинформатики, которая интегрирует дистанционное зондирование, геодезию и картографию, позволило создать синтез космического и геоинформационного мониторинга. Геоинформационный глобальный мониторинг основан на формировании и применении геоданных ([Савиных, Цветков, 2014](#)), которые являются системным информационным ресурсом и позволяют проводить многоаспектный анализ многочисленных явлений.

Глобальный мониторинг по отношению к Земле разделяют на внешний и внутренний мониторинг. Внутренний мониторинг направлен на изучение поверхности Земли. Внешний мониторинг направлен в сторону противоположную к Земле. Именно этот мониторинг применим для слежения за АКО. Во внешнем мониторинге выделяют следующую координатную иерархию: околоземной, геолиоцентрический, дальний космос ([Савиных, Цветков, 2012](#)). Выделяют следующие ключевые характеристики современного мониторинга [[Бондур и др., 2004](#); [Tsvetkov, 2012](#)): вид мониторинга, объект мониторинга, цель мониторинга, поле мониторинга, система мониторинга, методы мониторинга, технология мониторинга.

Поле мониторинга – это область возможных объектов и явлений, для которых может быть применен данный вид мониторинга. Поле мониторинга определяется методами

наблюдений и обработки и набором исходных данных. Чем шире набор технологий и методов, которые можно использовать при мониторинге, тем шире поле мониторинга. Объект мониторинга – это конкретный объект, за которым ведется наблюдение. Объектом мониторинга в данном случае является АКО. Астероидно-кометная опасность – угроза нанесения серьёзного ущерба человечеству в результате столкновения космических тел размером более несколько десятков метров с Землёй. Обычно, нижнюю границу размеров опасного тела определяет в 50–100 м (Савельев, 2014). Средняя оценка энергии, выделяющейся при столкновении тела 60–70 м, сравнима с энергией мощного термоядерного взрыва (Холин, Головешкин, 2011).

В настоящее время информационный фонд мониторинга опасных небесных тел включает:

- комплекс нормативно-справочных материалов, используемых при формировании баз данных;
- систематизированные в определенном порядке многолетние данные наблюдения за опасными небесными телами;
- комплекс статистических показателей, характеризующих поведение и особенности опасных небесных тел;
- специализированный картографический фонд.

Данные сведения могут послужить основой для формирования региональных информационных ресурсов. Однако для их эффективного использования необходимо разработать интеграционные методики создания сопряженных массивов данных и методов получения производных показателей и индикаторов на базе приведенных источников информации, и существующих региональных электронных информационных ресурсов. Такие тематические наборы данных могут послужить основой для формирования той части информационных ресурсов, на базе которых будут прогнозировать последствия взаимодействия с опасными небесными телами. Эффективное использование такой информации базируется на интеграционных методиках создания сопряженных массивов данных и методов получения производных показателей и индикаторов.

В числе основных задач системы мониторинга опасных небесных тел в аспекте информационной поддержки (Савиных, 2014) рассматриваются: каталогизация опасных объектов, выявление среди них таких тел, которые находятся на траекториях столкновения с Землей на интервале времени от нескольких часов до несколько десятилетий и определение полосы на земной поверхности, в пределах которой возможно падение тела (полосы риска).

Анализ объектов, сближающихся с Землей. Под объектами, сближающимися с Землей (ОСЗ), понимают астероиды и кометы, чьи орбиты сближаются с орбитой Земли на расстояние не более 50 млн.км (точнее, перигелийное расстояние орбиты $q < 1.3$ а.е.). Из их числа выделяются потенциально опасные объекты (ПОО), под которыми понимают тела, чьи орбиты сближаются с орбитой Земли до минимального расстояния, не превышающего 7.5 млн.км ($q < 1.05$ а.е.). Упрощенно можно считать особо опасными объектами те, чьи траектории пересекают подлунное пространство. Опасными считают объекты, которые пересекают залунное пространство (Бармин и др., 2014). Есть точка зрения (Шустов, 2010) считать опасными тела на орбитах, проходящих от Земли на расстояниях до 20 радиусов лунной орбиты. Основание для этого является то, что:

1. В таких пределах можно ожидать изменения расстояний между орбитами под влиянием планетных возмущений.

2. Эта величина – характерный масштаб области неопределённости орбиты малого тела вследствие неточного знания параметров движения этого тела в настоящую эпоху. При весомой вероятности встречи астероида с Землей он считается угрожающим (Шустов, 2010).

За последние годы возрастает исследовательская активность в данной предметной области. Объектами исследования и научной разработки являются: методы и программы расчета траекторий космических объектов в космосе, методы программы расчета последствий удара тела о поверхность Земли. В техническом плане существующие разработки направлены преимущественно на: расчет траектории и поведения объекта,

каталогизацию опасных объектов, расчет точки входа в атмосферу, точки удара и последствий, визуализацию всех полученных данных.

Целесообразным представляется создание комплексных систем для расчета последствий тех или иных ситуаций, требующих вмешательства. Для анализа ситуации и расчета траекторий небесных тел необходимо создание программного обеспечения. Основными требованиями, предъявляемыми к программному обеспечению, являются следующие:

- системность, состоящая в рациональной композиции ПО для охвата большего числа задач исследования;
- открытость, состоящая в способности системы к расширению состава программных средств;
- унификация, состоящая в применении типовых, унифицированных проектных решений для блочного, модульного построения системы программ в целом;
- информационное соответствие состоящая в применении согласованных между собой по форматам, структуре и типам данных программных продуктов.

К специальным требованиям, предъявляемым к системе программного обеспечения, относятся:

- комплексная интеграция основанная на применении геоданных как основного средства при анализе и обработке пространственной информации;
- семантическое единство моделей, состоящее в использовании информационных единиц как основы построения моделей и информационных ситуация как совокупности моделей освещающих реальную ситуацию в космическом пространстве;

Проблема АКО связана с областью исследования малых небесных тел. Установлено, что МНТ имеют нерегулярную форму (Нырцов, 2012). Поэтому ошибочно связывать воронку от падения МНТ с его размерами. Даже артиллеристы знают, что размер воронки зависит от заряда и его взрывного эквивалента, а не от геометрических размеров снаряда.

Одним из основных методов защиты считается ракетная атака [Зайцев, 2000; Шаненко, 2011]. В этом случае угроза существенно уменьшается даже если значительное число осколков попадет на Землю. При раздроблении тела на порядок увеличивается поверхность соприкосновения осколочной совокупности с атмосферы Земли. Мелкие осколки просто сгорают, остальные сгорают частично, что уменьшит кинетическую энергию этих тел и ослабит ударное воздействие.

Что касается точек старта ядерных ракет то целесообразно создание такой базы на Луне. В этом случае существенно повышается оперативность разгона ракет и сокращается полетное время до опасного объекта. Вдобавок Земля будет избавлена от излишнего экологического загрязнения.

4. Обсуждение

Периодически в развитии цивилизации возникают приоритетные проблемы угроз человечеству. Довольно долго основной проблемой была ядерная война. Позже выяснилось, что экологическая катастрофа более реальна и более опасна. Она стала проблемой номер один. В последние годы говорят об астероидно-кометной опасности, которая более актуальна и более опасна, чем экологическое загрязнение или ядерная война.

Несмотря на наличие проблемы, не существует единых точек зрения на ее решение и уменьшение риска. Это обусловлено существенно разной ментальностью различных групп, которые склонны этой проблемой заниматься. Группа военных нацелена на уничтожение космических объектов, приближающихся к Земле, что характерно для этой группы. Взрывать и уничтожать – их профессия и больше они ничего не могут. Они не понимают, что комету уничтожить нельзя, тем более ее хвост.

Значительная часть (но не все) ученых рассматривает астероидно-кометную опасность как интересный научный феномен достойный изучения. Исследование этого феномена их занимает много больше, чем оценка реальной ситуации и ее предотвращения, когда некому будет что-то изучать. Политики, которые говорят обо всем, но ничего ни в чем не понимают, надеются на «авось», поскольку не представляют последствий ситуации и привыкли так поступать всегда.

Гуманитарии и особенно «зеленые», в первую очередь противодействуют военным и говорят об экологии, хотя в случае прецедента АКО не будет никакой экологии. Представители религиозных концессий уповают на всевышнего и ничего не делают.

Только небольшая группа ученых пытается дать комплексную оценку возможной ситуации, оценить объективно последствия прецедента и выработать стратегию предотвращения последствий. Но таких ученых смотрят, как на врагов в первую очередь правительства стран, поскольку они требуют создания ресурса защиты, который требует существенных бюджетных затрат.

5. Заключение

Проблема АКО обсуждается как за рубежом, так и в России. Однако до сего времени четких решений, признанных международным сообществом не получено. Скорее всего, России придется одной отражать этот опасный удар, используя свои ресурсы. Однако и в России также не сформировано единой концепции. В этом направлении существует широкое поле для моделирования унификации и оптимизации процессов мониторинга, анализа и методов предотвращения угроз. В целом проблема АКО требует дальнейшего изучения и привлечения новых методов анализа и контроля. Решить эту проблему могут только ученые.

Литература

Бармин и др., 2013 - Бармин И., Савиных В., Цветков В., Рубашка В. (2013). Война в космосе как предчувствие. *Военно-промышленный курьер*. №32 (500). С. 5.

Бармин и др., 2014 - Бармин И.В., Данхем Д.У., Кулагин В.П., Савиных В.П., Цветков В.Я. (2014). Координатное обеспечение системы глобального мониторинга. *Вестник НПО им. С.А. Лавочкина*. № 3. с. 109-115.

Бондур и др., 2004 - Бондур В.Г., Кондратьев К.Я., Крапивин В.Ф., Савиных В.П. (2004). Мониторинг и предсказание природных катастроф. Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. №9. С. 2-15.

Васильев, 2004 - Васильев Н.В. (2004). Тунгусский метеорит. Космический феномен лета 1908 г. М.: НП ИД «Русская панорама», 372 с.

Гетман, Раскин, 2008 - Гетман М., Раскин А. (2008). Военный космос: Без грифа секретно. М.: Фонд "Русские витязи". 440 с.

Егоров, Цветков, 2012 - Егоров В.М., Цветков В.Я. (2012). Координатное обеспечение международной аэрокосмической системы глобального мониторинга. *Полет. Общероссийский научно-технический журнал*. № 4. С. 34-37.

Зайцев, 2000 - Зайцев А.В. (2000). Система планетарной защиты «Цитадель». / Концептуальный проект. М.: НПО им. С.А. Лавочкина. С. 1-70.

Информация о проводимых, 2005 - Информация о проводимых международными организациями и другими учреждениями исследованиях относительно объектов, сближающихся с Землей (2005). Комитет по использованию космического пространства в мирных целях. Науч.-техн. подкомитет. 42 сессия ООН. Вена, 21 февраля 4 марта 2005 г. ААС. 105/839. С. 1-28.

Кулагин и др., 2013 - Кулагин В.П., Каперко А.Ф., Ледков А.А., Шустов Б.М. (2013). Проблемы астероидной опасности. Современные технологии и способы решения. В сборнике: Новые информационные технологии. Тезисы докладов XXI Международной студенческой школы-семинара. МИЭМ НИУ ВШЭ. Москва, С. 38-40.

Ломакин и др., 2009 - Ломакин И.В., Мартынов М.Б., Польш В.Г., Симонов А.В. (2009). Астероидная опасность, реальные проблемы и практические действия. *Вестник НПО им. С.А. Лавочкина*. №1. С. 53-62.

Меньшиков и др., 2010 - Меньшиков В.А., Перминов А.Н., Урличич Ю.М. (2010). Глобальные проблемы человечества и космос. М.: НИИ КС им. А.А. Максимова, 570 с.

Нырцов, 2012 - Нырцов М.В. (2012). Разработка теории и методологии картографирования малых небесных тел. Дис. на соискание уч.ст. д.т.н. Специальность 25.00.33 – Картография. М.: МИИГАиК. Т.1. 447 с.

Савельев, 2014 - Савельев М.И. (2014). Проблемы создания Российского сегмента мониторинга и прогноза астероидно-кометной опасности. *Мониторинг наука и*

безопасность, спец. выпуск «Астероидная безопасность». № 3, с. 28-35.

Савиных, 2014 - Савиных В.П. (2014). Информационное обеспечение космических исследований. Перспективы науки и образования. №2. с. 9-14.

Савиных, Цветков, 2012 - Савиных В.П., Цветков В.Я. (2012). Сравнительная планетология. М.: МИИГАиК. 84 с.

Савиных, Цветков, 2013 - Савиных В.П., Цветков В.Я. (2013). Околосреднее космическое пространство в военном аспекте. *Международный научно-технический и производственный журнал «Науки о Земле»*. № 1-2013. с. 24-31.

Савиных, Цветков, 2014 - Савиных В.П., Цветков В.Я. (2014). Геоданные как системный информационный ресурс. *Вестник Российской Академии Наук*, том 84, № 9, с. 826–829.

Сихотэ-Алиньский железный метеоритный дождь, 1959, 1963 - Сихотэ-Алиньский железный метеоритный дождь. М.: Наука, Т. 1. 304 с.; Т. 2. 372 с.

Холин, Головешкин, 2011 - Холин Н.Н., Головешкин В.А. (2011). Реальность астероидно-кометной опасности и разработка эффективных методов её предотвращения. *Вестник МГУПИ*. №37. с. 151-163.

Шаненко, 2011 - Шаненко А.К. (2011). Ликвидация угрозы столкновения астероида Ароphis с Землей ядерным взрывом. *Вопросы атомной науки и техники*. №3. с. 42-48.

Шустов, 2010 - Шустов Б.М. (2010). О скоординированном подходе к проблеме астероидно-кометной опасности. *Космические исследования*. Т. 48. №5. с. 388-401.

Bailey et al., 1995 - Bailey M.E., Markham D.J., Massai S., Scriven J.E. The 1930 August 13 «Brazilian Tunguska» event. *The Observatory*. V. 115. P. 250-253.

Barmin et al., 2014 - Barmin I.V., Kulagin V.P., Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (2014). Near_Earth Space as an Object of Global Monitoring. *Solar System Research*, 2014, Vol. 48, No. 7, pp. 531–535. DOI: 10.1134/S003809461407003X

Borio et al., 2002 - Borio L. et al. (2002). Hemorrhagic fever viruses as biological weapons: medical and public health management. *Jama*. Т. 287. №. 18. С. 2391-2405.

Crutzen, Birks, 1984 - Crutzen P.J., Birks J.W. (1984). The atmosphere after a nuclear war: Twilight at noon. *Nuclear weapons and nuclear war*.

Dunham et al., 2013 - Dunham D.W., Kulagin V.P., Tsvetkov V.Ya. (2013). Near-earth space as a habitat. *International Journal of Astrophysics and Space Science*. 1(3): p. 12-15.

Rees, 2003 - Rees M.J. (2003). Our final hour: A scientist's warning: How terror, error, and environmental disaster threaten humankind's future in this century – on Earth and beyond. Basic books.

Tsvetkov, 2012 - Tsvetkov V.Ya. (2012). Global Monitoring. *European Researcher*, Vol.(33), № 11-1. p. 1843-1851.

References

Barmin i dr., 2013 - Barmin I., Savinykh V., Tsvetkov V., Rubashka V. (2013). Voina v kosmose kak predchuvstvie [War in space as a premonition]. *Voенно-promyshlennyi kur'er*. №32 (500). S. 5.

Barmin i dr., 2014 - Barmin I.V., Dankhem D.U., Kulagin V.P., Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (2014). Koordinatnoe obespechenie sistemy global'nogo monitoring [Coordinate the provision of global monitoring system]. *Vestnik NPO im. S.A. Lavochkina*. № 3. s. 109-115.

Bondur i dr., 2004 - Bondur V.G., Kondrat'ev K.Ya., Krapivin V.F., Savinykh V.P. (2004). Monitoring i predskazanie prirodnykh katastrof. Problemy okruzhayushchei sredy i prirodnykh resursov [Monitoring and prediction of natural disasters]. №9. S. 2-15.

Vasil'ev, 2004 - Vasil'ev H.B. (2004). Tunguskii meteorit. Kosmicheskii fenomen leta 1908 g. [The Tunguska meteorite. Space phenomenon of 1908]. М.: NP ID «Russkaya panorama», 372 s.

Getman, Raskin, 2008 - Getman M., Raskin A. (2008). Voенnyi kosmos: Bez grifa sekretno. monitoring [Military space: without secrecy]. М.: Fond "Russkie vityazi". 440 s.

Egorov, Tsvetkov, 2012 - Egorov V.M., Tsvetkov V.Ya. (2012). Koordinatnoe obespechenie mezhdunarodnoi aerokosmicheskoi sistemy global'nogo [Coordinate the provision of international aerospace system of global monitoring]. *Polet. Obshcherossiiskii nauchno-tekhnicheskii zhurnal*. № 4. S. 34-37.

[Zaitsev, 2000](#) - Zaitsev A.V. (2000). Sistema planetarnoi zashchity «Tsitadel'» [The planetary defence system "Citadel"]. / Kontseptual'nyi proekt. M.: NPO im. S.A. Lavochkina. S. 1–70.

[Informatsiya o provodimyykh, 2005](#) - Informatsiya o provodimyykh mezhdunarodnymi organizatsiyami i drugimi uchrezhdeniyami issledovaniyakh otnositel'no ob'ektov, sblizhayushchikhsya s Zemlei (2005) [Information about the activities of the international organizations and other agencies studies concerning objects near-Earth (2005)]. Komitet po ispol'zovaniyu kosmicheskogo prostranstva v mirnykh tselyakh. Nauch.-tekhn. podkomitet. 42 sessiya OON. Vena, 21 fevralya 4 marta 2005 g. A AS. 105/839. S. 1-28.

[Kulagin i dr., 2013](#) - Kulagin V.P., Kaperko A.F., Ledkov A.A., Shustov B.M. (2013). Problemy asteroidnoi opasnosti. Sovremennye tekhnologii i sposoby resheniya [Problems of the asteroid hazard. Modern technologies and solutions]. V sbornike: Noveye informatsionnye tekhnologii. Tezisy dokladov XXI Mezhdunarodnoi studencheskoi shkoly-seminara. MIEM NIU VShE. Moskva, S. 38-40.

[Lomakin i dr., 2009](#) - Lomakin I.V., Martynov M.B., Pol' V.G., Simonov A.V. (2009). Asteroidnaya opasnost', real'nye problemy i prakticheskie deistviya [Asteroid threats, real problems and practical action]. Vestnik NPO im. S.A. Lavochkina. №1. S. 53-62.

[Men'shikov i dr., 2010](#) - Men'shikov V.A., Perminov A.N., Urlichich Yu.M. (2010). Global'nye problemy chelovechestva i kosmos [Global problems of humanity and the cosmos]. M.: NII KS im. A.A. Maksimova, 570 s.

[Nyrtsov, 2012](#) - Nyrtsov M.V. (2012). Razrabotka teorii i metodologii kartografirovaniya malykh nebesnykh tel [The development of theory and methodology for mapping of small celestial bodies]. Dis. na soiskanie uch.st. d.t.n. Spetsial'nost' 25.00.33 – Kartografiya. M.: MIIGAIK. T.1. 447 s.

[Savel'ev, 2014](#) - Savel'ev M.I. (2014). Problemy sozdaniya Rossiiskogo segmenta monitoringa i prognoza asteroidno-kometnoi opasnosti [Problems of creation of the Russian segment of the monitoring and forecasting the asteroid-comet hazard]. Monitoring nauka i bezopasnost', spets. vypusk «Asteroidnaya bezopasnost'». № 3, s. 28-35.

[Savinykh, 2014](#) - Savinykh V.P. (2014). Informatsionnoe obespechenie kosmicheskikh issledovaniy. Perspektivy nauki i obrazovaniya [Information support of space research]. №2. s. 9-14.

[Savinykh, Tsvetkov, 2012](#) - Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (2012). Sravnitel'naya planetologiya [Comparative planetology]. M.: MIIGAIK. 84 s.

[Savinykh, Tsvetkov, 2013](#) - Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (2013). Okolozemnoe kosmicheskoe prostranstvo v voennom aspekte [The near-earth space military aspect]. Mezhdunarodnyi nauchno-tekhnicheskii i proizvodstvennyi zhurnal «Nauki o Zemle». № 1-2013. s. 24-31.

[Savinykh, Tsvetkov, 2014](#) - Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (2014). Geodannye kak sistemnyi informatsionnyi resurs [Geodata as a system resource]. Vestnik Rossiiskoi Akademii Nauk, tom 84, № 9, s. 826–829.

[Sikhote-Alin'skii zheleznyi meteoritnyi dozhd', 1959, 1963](#) - Sikhote-Alin'skii zheleznyi meteoritnyi dozhd' [Sikhote-Alin iron meteoritic rain]. M.: Nauka, T. 1. 304 s.; T. 2. 372 s.

[Kholin, Goloveshkin, 2011](#) - Kholin N.N., Goloveshkin V.A. (2011). Real'nost' asteroidno-kometnoi opasnosti i razrabotka effektivnykh metodov ee predotvrashcheniya [The reality of the asteroid-comet danger and developing effective methods of prevention]. Vestnik MGUPI. №37. s. 151-163.

[Shanenko, 2011](#) - Shanenko A.K. (2011). Likvidatsiya ugrozy stolknoveniya asteroida Apophis s Zemlei yadernym vzryvom [The elimination of the threat of collision of asteroid Apophis with the Earth by a nuclear explosion]. Voprosy atomnoi nauki i tekhniki. №3. s. 42-48.

[Shustov, 2010](#) - Shustov B.M. (2010). O skoordirovannom podkhode k probleme asteroidno-kometnoi opasnosti [On the coordinated approach to the problem of asteroid-comet hazard]. Kosmicheskie issledovaniya. T. 48. №5. s. 388-401.

[Bailey et al., 1995](#) - Bailey M.E., Markham D.J., Massai S., Scriven J.E. The 1930 August 13 «Brazilian Tunguska» event. The Observatory. V. 115. P. 250-253.

[Barmin et al., 2014](#) - Barmin I.V., Kulagin V.P., Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (2014). Near_Earth Space as an Object of Global Monitoring. Solar System Research, 2014, Vol. 48, No. 7, pp. 531–535. DOI: 10.1134/S003809461407003X

[Borio et al., 2002](#) - Borio L. et al. (2002). Hemorrhagic fever viruses as biological weapons: medical and public health management. *Jama*. T. 287. №. 18. S. 2391-2405.

[Crutzen, Birks, 1984](#) - Crutzen P.J., Birks J.W. (1984). The atmosphere after a nuclear war: Twilight at noon. *Nuclear weapons and nuclear war*.

[Dunham et al., 2013](#) - Dunham D.W., Kulagin V.P., Tsvetkov V.Ya. (2013). Near-earth space as a habitat. *International Journal of Astrophysics and Space Science*. 1(3): r. 12-15.

[Rees, 2003](#) - Rees M.J. (2003). Our final hour: A scientist's warning: How terror, error, and environmental disaster threaten humankind's future in this century – on Earth and beyond. Basic books.

[Tsvetkov, 2012](#) - Tsvetkov V.Ya. (2012). Global Monitoring. *European Researcher*, Vol.(33), № 11-1. p. 1843-1851.

УДК 52-32

Проблемы астероидно-кометной опасности

Виктор Яковлевич Цветков ^{a, *}

^a Центр фундаментальных и перспективных исследований НИИАС, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Раскрываются особенности проблемы астероидно-кометной опасности. Описана история проблемы. Показана особенность мониторинга за малыми небесными телами. Показана необходимость применения глобального мониторинга при решении проблемы астероидно-кометной опасности. Даны оценки зон опасного сближения малых небесных тел с Землей. Даны рекомендации по разработке аналитического программного обеспечения рекомендации по разработке аналитического программного обеспечения.

Ключевые слова. космические исследования, астероидно-кометная опасность, малые небесные тела, информационные технологии, анализ.

* Корреспондирующий автор
Адреса электронной почты: cvj2@mail.ru (В.Я. Цветков)