

Copyright © 2017 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
 Russian Journal of Astrophysical Research. Series A
 Has been issued since 2015.
 E-ISSN: 2413-7499
 2017, 3(1): 4-12

DOI: 10.13187/rjar.2017.3.4
www.ejournal28.com



Articles and Statements

UDC 52-32

Monitoring of Dangerous Space Bodies

V.P. Kulagin ^{a, *}^a Moscow Institute of Electronics and Mathematics HSE, Russian Federation

Abstract

The article reveals the problems of space monitoring of dangerous space bodies. The paper describes the main space threats. Paper describes an information approach to the study of the problem. It emphasizes three research tasks: information description, dynamic modeling, cataloging of dangerous space bodies. The paper discloses the content of space monitoring. The article proves the expediency of choosing geoinformation monitoring as a basis for space monitoring. It presents the features and types of storage of information about dangerous space objects.

Keywords: space exploration, space monitoring, space body, asteroid danger.

1. Введение

Проблема опасности малых небесных тел были признаны актуальными более 60 лет назад. Как следствие ООН создало специализированный Подкомитет, исследующий эту проблему ([Report, 2005](#)). В числе 8 космических угроз ([8 terrifying ways...](#)) выделяют три основные проблемы: астероиды и кометы, экстремальные солнечные события и орбитальный космический мусор. Астероиды и кометы объединяют в одну группу, которую называют группой астероидно-кометной опасности (АКО) ([Tsvetkov, 2016a](#)). Угроза столкновения с малыми космическими телами может привести к катастрофе планетарного масштаба ([List Of The Potentially...; These Threats...](#)). Статистические данные, накопленные за последнее время, позволяют выполнить обобщения угроз от опасных космических объектов и оценку вероятностей катастрофических ситуаций. Накопленный опыт дает возможность объективно оценивать ключевые показатели АКО и намечать возможные меры противодействия. В течение последней сотни лет Земля подвергалась атаке трёх крупных космических тел: тунгусского метеорита – 1908 г., бразильского метеорита – 1930 г. ([Bailey, 1995](#)), Сихотэ-Алинского метеорита – 1947 г. ([Sihotje-Alin'skij, 1959](#)). Эти столкновения произошли в относительно безлюдных районах, что существенно снизило последствия для населения. В 1972 Земля избежала столкновения с телом размером 80-100 м, прошедшего на высоте ~ 58 км в минимуме, из-за пологости его траектории ([Tsvetkov, 2016a](#)). Можно констатировать, что столкновение даже с небольшим астероидом при определенных

* Corresponding author

E-mail addresses: VKulagin@hse.ru (V.P. Kulagin)

условиях может привести к глобальному катаклизму. В частности, попадание такого космического тела в зону разлома земной коры может инициировать катастрофу в десятки и сотни раз превышающую по энергетике непосредственное воздействие самого тела. Попадание любого малого космического тела в атомный объект может привести к радиоактивному заражению территорий, на порядки превосходящие зоны заражения от последствия Чернобыльской аварии. Все это делает актуальным исследование проблемы и мер противодействия.

Цель исследования – анализ проблемы космического мониторинга космических угроз

2. Материалы и методы исследования

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

3. Результаты

Мониторинг как основа контроля космической опасности

Космический многоступенчатый и многомасштабный мониторинг является единственным инструментом наблюдения космических объектов. Для точности расчетов и оценки реальности угроз он нуждается в высокоточной координатной поддержке и точных баллистических расчетах. Комплексный мониторинг часто называют глобальным (Tsvetkov, 2012; Kulagin, 2015). В свою очередь, глобальный мониторинг опирается в своей основе на геоинформационный мониторинг, который служит основой интеграции разных видов мониторинга и разных технологий наблюдения. Мониторинг опасных космических объектов (МОКО) или опасных космических тел (МОКТ) требует двух систем поддержки: координатной и баллистической (динамической).

Мониторинг опасных космических объектов в своей основе опирается на геоинформационный мониторинг как на интеграционную основу. Это обусловлено возможностью геоинформатики интегрировать (Савиных, 1999) различные качественных данных в единую среду, которую называют геоданными, хотя они могут иметь отношение не только к Земле, но и к космической информации. Исследование земного пространства привело к появлению пространственного знания и геознания (Tsvetkov, 2016b). В настоящее время ведутся работы по формированию понятия космическое знание (Savinych, 2016). Эти подходы позволяют подключать интеллектуальные системы и технологии для анализа космической опасности.

Геоинформационный глобальный мониторинг интегрирует пространственное знание и космическое знание. По этой причине комплексный космический мониторинг в значительной степени использует методы геоинформатики. Комплексный космический мониторинг направлен в сторону противоположную к Земле. В этом мониторинге выделяют следующие, вложенные друг в друга пространства: околоземное, солнечная система, дальний космос (Barmin, 2014).

Как технология комплексный космический мониторинг имеет свои ключевые показатели: объекты мониторинга, цели мониторинга, информационное поле мониторинга, мониторинг как система, теоретические методы и модели мониторинга, технологические методы мониторинга. Иногда дополняют эти показатели еще одним – модели объектов мониторинга.

Информационное поле (Tsvetkov, 2014a) при МОКО трансформируется в информационную область описания объектов и процессов, для которых может быть применен данный вид мониторинга. Поле мониторинга определяется средствами и методами наблюдений. Чем больше набор технологий и методов мониторинга, тем шире поле мониторинга. Объекты мониторинга – это конкретные объекты, за которыми ведется наблюдение.

Объектом мониторинга для комплексного мониторинга опасных космических объектов являются потенциально опасные объекты (potentially hazardous object – PHO) (Potentially, 2011). Потенциально опасный объект представляет собой околоземный астероид или комету с орбитой, который оценивают по двум параметрам: размеру и орбите. PHO

имеет размер и массу, достаточную для нанесения значительного ущерба в случае столкновения с земной поверхностью. Орбита РНО проходит вблизи поверхности Земли

Обычно, нижнюю границу размеров РНО определяют в 50–100 м (Task Force, 2010). Средняя оценка энергии, выделяющейся при столкновении РНО диаметром 60–70 м, сравнима с энергией мощного термоядерного взрыва (Task Force, 2010).

Орбитами РНО считают орбиты, его минимальное расстояние пересечения орбиты (MOID) Земли составляет менее 7,5 млн км или около 20 радиусов лунной орбиты (Task Force, 2010). Упрощенно можно считать опасными объектами те, чьи траектории пересекают «надлунное» пространство (Barmin et al., 2014; Dunham et al., 2013).

Основанием для того, чтобы считать тела на орбитах, проходящих от Земли на расстояниях до 20 радиусов лунной орбиты, потенциально опасными, является то обстоятельство, что в таких пределах можно ожидать изменения расстояний между орбитами в обозримом будущем под влиянием планетных возмущений, а также то, что это – характерный масштаб области неопределённости орбиты малого тела вследствие неточного знания параметров движения этого тела в настоящую эпоху. При весомой вероятности встречи астероида с Землёй он считается угрожающим (Small-Body, 2014).

По состоянию на март 2017 года выявлено 1786 известных потенциально опасных астероидов (potentially hazardous asteroids – PHAs) (Potentially, 2011; Near-Earth, 2017). Из известных PHAs 157, как полагают, больше одного километра в диаметре (Task Force, 2010; Near-Earth, 2017). Расчетный диаметр является лишь приблизительной оценкой, так как он выводится из различной яркости объекта, наблюдаемой и измеренной в разное время, и предполагаемой, но неизвестной отражательной способности ее поверхности (альбедо) (Near-Earth, 2017).

Информационный подход к анализу опасных космических тел

Широкое применение информационных технологий приводит к необходимости применять информационный подход для анализа опасных космических тел. Принято название «малые небесные тела» и «малые планеты» даже существует центр по изучению малых планет (IAU Minor), который регулярно публикует статистику в этой области. Но по нашему мнению сущность проблемы отражается термином «опасные космические тела» (ОКТ). Не всякая планета или небесное тело представляют угрозу, что дает основание не рассматривать такие объекты.

Информационный подход дает основание сформулировать три задачи исследования ОКТ: создание моделей для формального описания процессов и объектов, решение задач математического моделирования динамики ОКТ, организация хранения информации для обеспечения доступа к исследованию проблемы со стороны научной общественности, а также для критической оценки принимаемых решений по проблеме.

Для решения задач описания ОКТ необходимо иметь набор информационных моделей и методов их конструирования. Необходимо иметь модели описывающие информационную ситуацию, в которой находится ОКТ и в которой будет находиться. Это приводит к необходимости создания различных моделей информационной ситуации (Tsvetkov, 2012b).

Для анализа ОКТ в информационной ситуации необходимы модели, описывающие информационную позицию ОКТ в сравнении с орбитой Земли и с другими телами на предмет их взаимодействия. Концептуально аспекты взаимодействия могут быть отражены процессуальными информационными конструкциями (Tsvetkov, 2014b), которые выражают отношение и структуру таких взаимодействий. Целесообразно иметь возможность создания виртуальных моделей (Deshko, 2016) ОКТ, находящихся на реальных орбитах и исследование эволюции этих орбит с применением виртуальной реальности. Для открытости доступа такая информационно-аналитическая система должна быть общедоступной, не зависеть полностью от зарубежных систем, несмотря даже на то, что сейчас все данные по наблюдениям проходят в обязательном порядке через международный Центр малых планет (IAU Minor).

Для систематизации и сопоставления информационных моделей и информационных конструкций необходимо применять модели информационных единиц. Информационные единицы (Tsvetkov, 2014c) играют роль алфавита в теории информационного моделирования и позволяют находить общее и различие в различных информационных моделях, описывающих ОКТ и процессы, в которых они участвуют.

Моделирование динамики

Моделирование динамики ОКТ осложняется тем, что часто их траектории движения не являются регулярными кривыми и требуют привлечения специального математического аппарата. В качестве базовой математической модели, описывающей движение ОКТ применяют дифференциальные уравнения с включением факторов гравитационных и релятивистских эффектов. В последние годы активность в данной области возрастает и регулярно появляются новые компьютерные программы и научные статьи, связанные с моделированием. Можно выделить ряд типовых решений задач моделирования в этом направлении:

- программы расчета нерегулярных траекторий космических объектов в космическом пространстве;
- программы расчета движения космических объектов и их поведение в атмосфере;
- программы моделирования последствий удара ОКТ о поверхность Земли;
- программы визуализации событий;
- программное обеспечение для специализированных информационно аналитических систем (ИАС).

Естественно, что все эти программы основаны на новых методах анализа. В методическом плане эти разработки направлены в основном на: расчет траектории и поведения объекта, расчет точки входа в атмосферу, точки удара и последствий, визуализацию всех полученных данных и передаче их через сеть Интернет ([8 terrifying ways...](#)).

Общие тенденции исследований в этой области направлены в сторону создания комплексных информационно аналитических систем для расчета последствий тех или иных информационных ситуаций, требующих предварительного или оперативного вмешательства.

Решение таких задач, наряду с оперативным мониторингом обстановки и выработкой решений, требует использования автоматизированного программно-аппаратного комплекса, который сможет обработать большой поток входящей информации об опасных небесных телах. В автоматическом режиме должны быть реализованы такие задачи, как обработка информации, поступающей с пунктов наблюдения, определение и уточнение орбитальных параметров опасных небесных тел, выявление близких сближений астероидов с Землей и т.п. Основными требованиями, предъявляемыми к ИАС ОКТ, являются следующие:

- системность рациональной декомпозиции системы на компоненты и подсистемы системы, предоставляющая возможность автономной разработки и внедрения составных частей системы на основе единой технической политики, что обеспечивает целостность системы при ее взаимодействии с изменяющейся внешней средой;
- открытость системы к расширению состава предоставляемых услуг и технологий и увеличению числа источников информации и пользователей без нарушения ее внутреннего функционирования и ухудшения эксплуатационных характеристик;
- стандартизация системы, состоящая в применении типовых или стандартизированных проектных решений, внутренних и внешних интерфейсов и протоколов, что закладывает фундамент для блочного, модульного построения компонентов и подсистем системы в целом;
- осуществление согласованных процессов проектирования и поэтапной модернизации структурных составляющих системы, обеспечивающих ее постоянную адаптацию к изменяющимся требованиям пользователей.

К специальным требованиям системы относят:

- целостность информации, обеспечивающей эффективную информационную поддержку;
- комплексная интеграция системы и ее подсистем на основе существующей информационной инфраструктуры и типовых решений;
- информационное соответствие, состоящее в осуществлении комплементарности информационных ресурсов и технологий, призванных обеспечить формирование единого информационного пространства при создании и развитии системы и ее подсистем;

- переносимость элементов системы, состоящая в обеспечении возможности функционирования разрабатываемых компонентов системы на любых однотипных элементах информационно-телекоммуникационной инфраструктуры;

- комплексная информационная безопасность, заключающаяся в осуществлении мер защиты системы от случайных и преднамеренных воздействий естественного или искусственного характера, связанных с возможностью нанесения ущерба системе и ее пользователям.

Каталогизация опасных объектов.

В числе основных задач мониторинга опасных космических объектов рассматривается каталогизация опасных объектов. Эта каталогизация дает возможность выявление таких объектов, которые находятся на траекториях столкновения с Землей на интервале времени от нескольких часов до нескольких десятилетий. Эта каталогизация дает возможность определения полосы земной поверхности, на которую падение тела. Такую полосу называют полосой риска.

Формирование информационных хранилищ (ИХ), ориентированных на каталогизацию ОКТ имеет ряд специфических требований и задач. Информационное хранилище общее понятие, которое включает базу данных, банк данных, репозиторий, хранилище, Интернет ресурс, систему файлов и прочее. Для формирования ИХ, необходимо решить следующие задачи:

- классифицировать пространственную информацию по ОКТ;
- изучить существующие информационные системы и базы данных по планетной тематике, что должно включать в себя рассмотрение их структур, специализаций и форматов представления данных;
- провести анализ и оценку систем управления содержанием с открытым исходным кодом, на основе которых выбрать наиболее подходящее решение;
- разработать, согласно имеющимся исходным данным, структуру информационной системы по ОКТ и концепцию взаимодействия ее узлов;
- на примере создания отдельных узлов сформировать методику работы с системой управления содержанием, а также сформировать модель системы управления ресурса по ОКТ.

Комплексное решение этого вопроса удобнее всего осуществлять в рамках формирования системы автоматического сбора информации об ОКТ. Это тем более важно и актуально, поскольку сами по себе подобные системы и поступающая от них информация играют все более важную роль в системах предупреждения появления ОКТ.

При формировании баз данных, ориентированных на мониторинг ОКТ и планирования противодействия, необходимо провести инвентаризацию источников информации и оценку возможностей их использования. Применительно к задачам, сформулированным выше, информационной базой системы мониторинга ОКТ планирования противодействия могут являться:

- банк данных взаимодействия небесных тел с атмосферой;
- банк данных взаимодействия небесных тел с поверхностью Земли;
- сигнальная информация о наблюдаемых космических телах и явлениях.

В настоящее время информационный фонд лаборатории космических исследований мониторинга ОКТ 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.

Для решения ряда задач, связанных с оценкой угроз столкновения с ОКТ и планированием противодействия, необходимо реализовать возможность комплексной

оценки опасного явления с учетом социально-экономических, экологических и иных последствий, характерных для конкретного региона.

Такая информация может послужить основой для формирования региональных информационных ресурсов мониторинга. Важно для их эффективного использования разработать интеграционные методики сопряженных массивов данных и методов получения ключевых показателей. основой этого служат геоинформационные технологии.

В целом такие хранилища не являются универсальными, а направлены на решение специализированной задачи. В силу этого в таких хранилищах необходимо формировать тематические наборы данных, что существенно повышает оперативность обработки и анализа. Такие тематические наборы данных служат основой формирования части информационных ресурсов, на базе которых можно прогнозировать последствия взаимодействия с опасными космическими телами. Эффективное использование такой информации базируется на интеграционных методиках организации геоданных.

4. Обсуждение

Регулярно в развитии человечества возникают приоритетные проблемы угроз человечеству, многие из которых создает человеческое общество. Довольно долго такой угрозой считалась ядерная война. Позже появилась угроза глобальной экологической катастрофы. В последние годы говорят об космических угрозах, которые существуют сами (исключая космический мусор). Число космических опасных объектов возрастает, только за 2017 год обнаружено более 40 опасных объектов. Однако следует сделать скидку на то, что обнаружение новых опасных космических объектов, происходит и благодаря появлению новых более совершенных средств регистрации и наблюдений. С этих позиций следует отметить то, что ряд угроз существовал всегда и давно. Просто человечество в силу несовершенства средств наблюдения их не замечало.

Наряду с космическими угрозами существует антропогенная угроза, которая состоит в отсутствии единства преодоления космических угроз. Это обусловлено как амбициями разных государств, так и расслоением общества, включающего противников «всего уничтожающего», которых называют «зеленые».

Часть ученых рассматривает космическую опасность как научный феномен, прежде всего, и как реальный феномен, во-вторых. Исследование научного феномена представляет для этой группы больший интерес, чем анализ последствий его реализации. Другая часть ученых занимается комплексным исследованием. Но они пока не находят широкой поддержки.

5. Заключение

Проблема ОКТ обсуждается во всех развитых странах мира. Тем не менее. На настоящее время четких решений по решению этой проблемы, признанных международным сообществом пока не получено. Относительное единодушие вызывает тенденция наблюдения за этими объектами. Однако и в этом случае доступность данных наблюдения оставляет желать лучшего, поскольку функционируют только англоязычные центры в которых накапливается такая информация.

При Совете по Космосу РАН сформирована экспертная группа по данной проблеме. В ходе работ к проблеме АКО сформировался подход «разумной достаточности». Он состоит в том, что на данном этапе решение общих проблем целесообразно привязывать к конкретным фактам, то есть применять эвристический подход. Сама по себе идея централизации не является положительной. Информация группируется в руках узкого круга людей, что исключает субсидиарное решение проблемы и отсекает многих ученых, в первую очередь молодых и талантливых, от решения такой актуальной задачи. Некий «дядя» наверху решает что хорошо, а что плохо в силу своего опыта и мышления. Поэтому проблема ОКТ требует дальнейшей организации исследований и привлечения широкой научной общественности к решению данной проблемы. а не концентрирование ее в руках узкого круга лиц. В настоящее время предпринимаются усилия по созданию нового Исследовательского института космических исследований в области космической защиты (CRISPS) ([The Global Space Institute](#)). Целью Института будет подготовка исследовательских отчетов, видеороликов и публикации общественной информации, чтобы информировать

мир о природе космических угроз долгосрочному выживанию людей. Он также подчеркнет краткосрочные угрозы для жизненно важной инфраструктуры от экстремальной солнечной погоды. Однако это предложение остается под вопросом, как и многие частные инициативы.

Литература

Савиных, 1999 – Савиных, В.П., Цветков, В.Я. Особенности интеграции геоинформационных технологий и технологий обработки данных дистанционного зондирования // *Информационные технологии*. 1999, №10. с. 36-40.

8 terrifying ways... – 8 terrifying ways the world could actually end [Electronic resource]. URL: <http://www.businessinsider.com/how-earth-will-end-apocalypse-2016-11/#3-earth-could-get-shoved-into-a-deadly-orbit-16> (data view: 10.05.2017).

Bailey, 1995 – Bailey, M.E., Markham, D.J., Massai, S., Scriven, J.E. The 1930 August 13 «Brazilian Tunguska» event // *The Observer*, 1995, V.115, pp. 250-253.

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

Deshko, 2016 – Deshko, I.P., Kryazhenkov, K.G., Cheharin, E.E. Virtual Technologies // *Modeling of Artificial Intelligence*, 2016, Vol. 9, Is. 1, pp. 33-43. DOI: 10.13187/mai.2016.9.33

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

IAU Minor – IAU Minor Planet Center. [Electronic resource]. URL: www.minorplanetcenter.net (data view: 10.05.2017).

Kulagin, 2015 – Kulagin, V.P., Tsvetkov, V.Ya., Lapchinskaya, M.P. Sattelite imagery for marine objects identification under highly perturbed sea. Book of Papers. 6th Conference on Advanced Space Technology. 10-12 nov, 2015. Shanghai, China. pp. 40-45.

List Of The Potentially... – List Of The Potentially Hazardous Asteroids [Electronic resource]. URL: <http://www.minorplanetcenter.net/iau/Dangerous.html> (data view: 10.05.2017).

Near-Earth, 2017 – «Near-Earth Asteroid Discovery Statistics». Retrieved 1 March 2017.

Potentially, 2011 – Potentially Hazard Asteroids. Retrieved 2011-08-06.

Report, 2005 – Report of the Scientific and Technical Subcommittee on its 42nd session, held in Vienna from 21 February to 4 March 2005.

Savinych, 2016 – Savinych, V.P. On the Relation of the Concepts of Space Knowledge, Knowledge, Knowledge of the Spatial // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*, 2016, Vol. 2, Is. 1, pp. 23-32. DOI: 10.13187/rjar.2016.2.23

Sihotje-Alin'skij, 1959 – Sihotje-Alin'skij zheleznyj meteoritnyj dozhd'. M.: Nauka, 1959. T.1. 304 s.; 1963. T. 2. 372 s.

Small-Body, 2014 – Small-Body Database Search Engine: PHAs and orbital class (APO). JPL Solar System Dynamics. Retrieved: 2014-02-23.

Task Force, 2010 – Task Force on potentially hazardous Near Earth Objects (September 2000). Report of the Task Force on potentially hazardous Near Earth Objects (PDF). Retrieved 2010-06-28.

The Global Space Institute – The Global Space Institute [Electronic resource]. URL: www.gsi-space.org. (data view: 10.05.2017).

These Threats... – These Threats From Outer Space Could End Life On Earth [Electronic resource]. URL: <http://www.newsweek.com/earth-space-cosmos-threat-end-humanity-545075>. (data view: 10.05.2017).

Tsvetkov, 2012a – Tsvetkov, V.Ya. Global Monitoring // *European Researcher. Series A*, 2012, Vol.(33), № 11-1. pp. 1843-1851.

Tsvetkov, 2012b – Tsvetkov, V.Ya. Information Situation and Information Position as a Management Tool // *European Researcher. Series A*, 2012, 36(12-1), pp. 2166-2170.

Tsvetkov, 2014a – Tsvetkov, V.Ya. Information Space, Information Field, Information Environment // *European researcher. Series A*. Vol.(80), 2014, № 8-1, pp. 1416-1422. DOI: 10.13187/issn.2219-8229

Tsvetkov, 2014b – Tsvetkov, V.Ya. Information Constructions // *European Journal of Technology and Design*, 2014, Vol (5), № 3. pp. 147-152.

[Tsvetkov, 2014c](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* Information Units as the Elements of Complex Models. *Nanotechnology Research and Practice*, Vol.(1), 2014, №1, pp. 57-64.

[Tsvetkov, 2016a](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* The Problem of Asteroid-Comet Danger // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*, 2016, Vol. 2, Is. 1, pp. 33-40. DOI: 10.13187/rjar.2016.2.33

[Tsvetkov, 2016b](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* Geoknowledge // *European Journal of Technology and Design*. 2016, Vol. 13, Is. 3, pp. 122-132. DOI: 10.13187/ejtd.2016.13.122

References

[Savinyh, 1999](#) – *Savinykh, V.P., Tsvetkov, V.Ya.* (1999). Osobennosti integratsii geoinformatsionnykh tekhnologii i tekhnologii obrabotki dannykh distantsionnogo zondirovaniya [Features of integration of geoinformation technologies and technologies of remote sensing data processing]. *Informatsionnye tekhnologii*. №10. s. 36-40. [in Russian]

[8 terrifying ways...](#) – 8 terrifying ways the world could actually end [Electronic resource]. URL: <http://www.businessinsider.com/how-earth-will-end-apocalypse-2016-11/#3-earth-could-get-shoved-into-a-deadly-orbit-16> (data view: 10.05.2017).

[Bailey, 1995](#) – *Bailey, M.E., Markham, D.J., Massai, S., Scriven, J.E.* (1995). The 1930 August 13 «Brazilian Tunguska» event, *The Observer*, V.115, pp. 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*, Vol. 48, No. 7, pp. 531–535. DOI: 10.1134/S003809461407003X

[Deshko, 2016](#) – *Deshko, I.P., Kryazhenkov, K.G., Cheharin, E.E.* (2016). Virtual Technologies. *Modeling of Artificial Intelligence*, Vol. 9, Is. 1, pp. 33-43. DOI: 10.13187/mai.2016.9.33

[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), pp. 12-15.

[IAU Minor](#) – IAU Minor Planet Center. [Electronic resource]. URL: www.minorplanetcenter.net (data view: 10.05.2017).

[Kulagin, 2015](#) – *Kulagin, V.P., Tsvetkov, V.Ya., Lapchinskaya, M.P.* Satellite imagery for marine objects identification under highly perturbed sea. Book of Papers. 6th Conference on Advanced Space Technology. 10-12 nov, 2015. Shanghai, China. pp. 40-45.

[List Of The Potentially...](#) – List Of The Potentially Hazardous Asteroids [Electronic resource]. URL: <http://www.minorplanetcenter.net/iau/Dangerous.html> (data view: 10.05.2017).

[Near-Earth, 2017](#) – «Near-Earth Asteroid Discovery Statistics». Retrieved 1 March 2017.

[Potentially, 2011](#) - Potentially Hazard Asteroids. Retrieved 2011-08-06.

[Report, 2005](#) – Report of the Scientific and Technical Subcommittee on its 42nd session, held in Vienna from 21 February to 4 March 2005.

[Savinyh, 2016](#) – *Savinykh, V.P.* (2016). On the Relation of the Concepts of Space Knowledge, Knowledge, Knowledge of the Spatial. *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*. Vol. 2, Is. 1, pp. 23-32, 2016. DOI: 10.13187/rjar.2016.2.23

[Sihotje-Alin'skij, 1959](#) – Sihotje-Alin'skij zheleznyj meteoritnyj dozhd'. M.: Nauka, 1959. T.1. 304s.; 1963. T. 2. 372 s. [in Russian]

[Small-Body, 2014](#) – Small-Body Database Search Engine: PHAs and orbital class (APO). JPL Solar System Dynamics. Retrieved 2014-02-23.

[Task Force, 2010](#) – Task Force on potentially hazardous Near Earth Objects (September 2000). Report of the Task Force on potentially hazardous Near Earth Objects (PDF). Retrieved 2010-06-28.

[The Global Space Institute](#) – The Global Space Institute [Electronic resource]. URL: www.gsi-space.org. (data view: 10.05.2017).

[These Threats...](#) – These Threats From Outer Space Could End Life On Earth [Electronic resource]. URL: <http://www.newsweek.com/earth-space-cosmos-threat-end-humanity-545075>. (data view: 10.05.2017).

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

[Tsvetkov, 2012b](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* (2012). Information Situation and Information Position as a Management Tool. *European Researcher. Series A*, 36(12-1), pp. 2166-2170.

[Tsvetkov, 2014a](#) – Tsvetkov, V. Ya. (2014). Information Space, Information Field, Information Environment. *European researcher. Series A*, Vol.(80), № 8-1, pp. 1416-1422. DOI: 10.13187/issn.2219-8229

[Tsvetkov, 2014b](#) – Tsvetkov, V.Ya. (2014). Information Constructions. *European Journal of Technology and Design*, Vol (5), № 3. pp. 147-152.

[Tsvetkov, 2014c](#) – Tsvetkov, V.Ya. (2014). Information Units as the Elements of Complex Models. *Nanotechnology Research and Practice*, Vol.(1), №1, pp. 57-64.

[Tsvetkov, 2016a](#) – Tsvetkov V. Ya. (2016). The Problem of Asteroid-Comet Danger, *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*, Vol. 2, Is. 1, pp. 33-40. DOI: 10.13187/rjar.2016.2.33

[Tsvetkov, 2016b](#) – Tsvetkov V.Ya. (2016). Geoknowledge. *European Journal of Technology and Design*. Vol. 13, Is. 3, pp. 122-132. DOI: 10.13187/ejtd.2016.13.122

УДК [52-32](#)

Мониторинг опасных космических тел

В.П. Кулагин ^{а, *}

^аМИЭМ НИУ ВШЭ, Российская Федерация

Аннотация. Статья раскрывает проблемы космического мониторинга опасных космических тел. Раскрыты основные космические угрозы. Описан информационный подход к исследованию проблемы. Выделены три задачи исследования: информационное описание, динамическое моделирование, каталогизация опасных космических тел. Раскрыто содержание космического мониторинга. Показана целесообразность выбора в качестве основы мониторинга геоинформационный мониторинг. Описаны особенности создания и виды хранилищ информации об опасных космических объектах.

Ключевые слова: космические исследования, космический мониторинг, космическое тело, астероидная опасность.

* Корреспондирующий автор
Адреса электронной почты: VKulagin@hse.ru (В.П. Кулагин)