



Russian Journal Astrophysical Research. Series A

Has been issued since 2015.
E-ISSN: 2413-7499
2017. 3(1). Issued 1 times a year

EDITORIAL BOARD

Dr. Prokopiev Evgeny – Kurchatov Institute, Institute of Theoretical and Experimental Physics, Russian Federation (Editor in Chief)

Dr. Bisnovaty-Kogan Gennady – Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Dr. Blinnikov Sergei – Kurchatov Institute, Institute of Theoretical and Experimental Physics, Moscow, Russian Federation

Dr. Md Azree Othuman Mydin – University Sains Malaysia, Penang, Malaysia
Dr. Moskalenko Igor – Stanford University, Kavli Institute for Particle Astrophysics and Cosmology, Stanford, USA

Dr. Nakariakov Valery – University of Warwick, Coventry, United Kingdom

Dr. Sokoloff Dmitry – Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Dr. Suntola Tuomo – Physics Foundations Society, Espoo, Finland

Dr. Tsvetkov Viktor – Institute for Scientific Research of Aerospace Monitoring AEROCOSMOS, Moscow, Russian Federation

Journal is indexed by: **CrossRef, MIAR, OAJI, Russian Science Citation Index**

All manuscripts are peer reviewed by experts in the respective field. Authors of the manuscripts bear responsibility for their content, credibility and reliability.

Editorial board doesn't expect the manuscripts' authors to always agree with its opinion.

Postal Address: 1367/4, Stara Vajnorska str., Bratislava – Nove Mesto, Slovakia, 831 04

Release date 22.09.2017.

Format 21 × 29,7/4.

Website: <http://ejournal28.com/>
E-mail: sochio03@rambler.ru

Headset Georgia.

Founder and Editor: Academic Publishing House Researcher s.r.o.

Order № RJAP-3.

Russian Journal of Astrophysical Research. Series A

2017

Is. 1



Russian Journal of Astrophysical Research. Series A

Russian Journal of Astrophysical Research. Series A

2017

Is. 1

Издается с 2015 г.
E-ISSN: 2413-7499
2017. 3(1). Выходит 1 раз в год.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Прокопьев Евгений – НИЦ «Курчатовский институт», Институт Теоретической и Экспериментальной Физики, Москва, Российская Федерация (Главный редактор)

Бисноватый-Коган Геннадий – Институт космических исследований РАН, Москва, Российская Федерация

Блинников Сергей – НИЦ «Курчатовский институт», Институт Теоретической и Экспериментальной Физики, Москва, Российская Федерация

Мд Азри Отхуман Мудин – Университет Малайзии, Пенанг, Малайзия

Москаленко Игорь – Стэнфордский Университет и Институт Кавли для Астрофизики Частиц и Космологии, Стэнфорд, США

Накаряков Валерий – Университет Варвик, Ковентри, Великобритания

Соколов Дмитрий – Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация

Сунтола Туоми – Физическое Общество, Эспоо, Финляндия

Цветков Виктор – Научно-исследовательский институт аэрокосмического мониторинга "Аэрокосмос", Москва, Российская Федерация

Журнал индексируется в: **CrossRef, MIAR, OAJI, Российский индекс научного цитирования**

Статьи, поступившие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Адрес редакции: 831 04, Словакия,
г. Братислава – Нове Место, ул. Стара
Вайнорска, 1367/4

Дата выпуска 22.06.2017.
Формат 21 × 29,7/4.

Сайт журнала: <http://ejournal28.com/>
E-mail: sochioo3@rambler.ru

Гарнитура Georgia.

Учредитель и издатель: Academic Publishing
House Researcher s.r.o.

Заказ № RJAP-3.

C O N T E N T S

Articles and Statements

Monitoring of Dangerous Space Bodies V.P. Kulagin	4
Earth Exploration from Space for Solving Transport Problems B.A. Lyovin	13
Cosmological Redshift by Photon-Tachyon Interactions T. Musha	29
Evolution of Space Monitoring V.P. Savinych	33
The Logarithmic Measure the Orbits of the Planets of the Solar System V.Ya. Tsvetkov	41

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)

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): 13-28

DOI: 10.13187/rjar.2017.3.13
www.ejournal28.com



UDC 52-32

Earth Exploration from Space for Solving Transport Problems

Boris A. Lyovin ^{a,*}^a Moscow state university of communications of the Emperor Nicholas II, Russian Federation

Abstract

The article describes the results of a study of the Earth from space to solve transport problems. Paper reveals the content of space technology as a universal means of solving applied problems. The article describes the scheme of complex space observation of transport. The article describes the schemes of space management by different modes of transport. The paper reveals the application of the information approach in space technologies. The article describes information models of situations in the management of transport. The paper gives a classification of space observation of transport objects.

Keywords: space research, transport, space management, satellite technology, space surveillance, information model of the situation, information approach in space research.

1. Введение

Современное управление транспортом характеризует рост сложности управленческих ситуаций и сокращение допустимого времени принятия решений. Одним из радикальных решений в управлении транспортом является применение космических технологий связанных с наблюдением Земли из космоса. Космические технологии – это передовые технологические решения, которые решают важные проблемы, связанные с развитием и управлением транспортной системы (*Advances in Space, 2017*). Задачи исследования Земли из космоса для решения транспортных задач сосредоточены на трех ключевых темах: наблюдение и управление инфраструктурой; наблюдение и управление за объектами транспорта; накопление и управлять ресурсами транспорта, включая новые системы управления и новые технологии перевозок. Исследование Земли из космоса для решения транспортных задач позволяет оптимизировать работу человека в реальном пространстве и расширить сферу применения транспорта. Новые информационные технологии позволяют создавать среды виртуального телеприсутствия, позволяя людям осуществлять удаленный интерактивный способ управления. Технологии исследования Земли из космоса позволяют принимать решение в экстремальных условиях и принимать меры противодействия негативным ситуациям. Управление транспортом требует предварительного планирования, что решается методами наблюдения и мониторинга. Управление транспортом требует генерации, хранения и применение ресурсов управления. Оно включает предварительное размещение ресурсов, а также их производство, хранение и ремонт. Технологии исследования Земли из космоса значительно уменьшают техногенные грозы и позволяют

* Corresponding author
 E-mail addresses: tu@miit.ru (B.A. Lyovin)

разрабатывать модели и методы для обнаружения и уменьшения риска негативных ситуаций, которые представляют собой угрозы для транспортной системы. Технологии исследования Земли из космоса позволяют включить исследование реального пространства и научный анализ для управления транспортом и инфраструктурой (Савиных, 2017). Исследование Земли из космоса способствует развитию применения роботизированных систем для управления транспортом.

Цель исследования – анализ применения космических технологий наблюдения Земли из космоса для решения транспортных задач.

2. Материалы и методы исследования

В качестве материала использовались работы в области дистанционного зондирования Земли и спутниковых технологий. В качестве методики исследования применялся пространственный анализ, структурный и информационный анализ.

3. Результаты

Космические наблюдения Земли при решении транспортных задач

Космические наблюдения транспорта являются важным источником информации. В поле космического наблюдения транспорта попадают все виды транспорта. Это делает его эффективным средством управления интермодальными перевозками. Большое значение космические методы занимают при создании и эксплуатации интеллектуальных транспортных систем (Fujise et al., 2002). Развитие современного транспорта и инфраструктуры невозможно без применения космического наблюдения. Космические наблюдения имеют ряд преимуществ, к главным из которых относятся (Розенберг, 2009): – обзорность космических средств; оперативность полученной информации; наблюдение в труднодоступных районах; получение информации в широком диапазоне электромагнитных волн; передача космической информации потребителям различных уровне: высшего среднего, операционного.

Основные информационные характеристики космического наблюдения.

При космическом наблюдении выделяют следующие информационные факторы космического наблюдения: цель наблюдения; поле наблюдения, объекты наблюдения, методы или технологии наблюдения, модели объекта наблюдения. При наблюдении используют разные технологии. Их выбор зависит от объекта наблюдения и цели наблюдения.

Космические наблюдения применяют для решения разных задач: исследования экологического состояния почвы; контроль за движением транспортных средств; контроль за объектами недвижимости, анализ пожароопасных ситуаций, контроль за трубопроводным транспортом; контроль за транспортной инфраструктурой. Это определяет специфику и дифференциацию наблюдения, которое включает не только технологию наблюдения, но еще и систематизацию космической информации и ее интерпретацию (Чехарин, 2015). Дифференциация наблюдения обуславливает выбор канала электромагнитных волн как основного источника данных. Например, при исследовании пожаров и пожароопасной обстановки необходим инфракрасный диапазон. Он является основным индикатором ситуации. При исследовании арктических или антарктических территорий характерна либо полярная ночь, либо яркий белый фон, забивающий оптический диапазон (Савиных, 2012). Это приводит к необходимости применения радиолокационных снимков высокого разрешения. Множество факторов обуславливает необходимость применения комплексного космического наблюдения инфраструктуры и объектов. Эта технологическая схема приведена на Рис. 1.



Рис. 1. Космическое наблюдение транспорта и инфраструктуры

На рис. 1 в единую систему наблюдения включены: 1) транспортная инфраструктура; 2) скоростные поезда; 3) пожарные поезда; 4) контроль перевозки опасных грузов; 5) аварийно-восстановительные поезда; 6) контроль перевозки пассажиров; 7) средства диагностики железных дорог; 8) тяговый подвижной состав и прочее.

Комплексность и разнообразие задач космического наблюдения приводит к необходимости интеграции методов космического наблюдения и геоинформатики в единую систему (Савиных, 1999). Это приводит к необходимости применения геоданных, которые представляют собой новый информационный системный ресурс (Савиных, 2014). Системный ресурс обладает свойством системности и целостности и позволяет проводить анализ, который при использовании дифференцированных ресурсов не возможен.

Классификация наблюдения. Космические наблюдения применяют для разных целей в зависимости от его назначения и применения. В таблице 1 дана классификация космического наблюдения транспортных объектов.

Таблица 1. Классификация космического наблюдения транспортных объектов

Критерий классификации космического наблюдения	Вид наблюдения
1. Активность объекта	Активный
	Пассивный
2. Поле наблюдения	Локальное наблюдение
	Региональное наблюдение
4. Вид транспорта	Железнодорожный
	Автомобильный
	Воздушный
	Водный
	Трубопроводный

5. Масштаб наблюдения	
	Глобальное наблюдение
	Транснациональные наблюдения
	Национальные наблюдения
	Региональные наблюдения
	Локальное наблюдение
6. Цели космического наблюдения	
	Подвижные объекты
	Инфраструктуры транспорта
	Окружающей среды
	Комплексный
7. Объект наблюдения	
	Объект
	Груз
	Грузопоток
8. График движения объекта	
	Нормальное
	Нарушение графика
9. Скорость объекта	
	Нормальная
	Высокая
10. Вид технологической поддержки космического наблюдения	
	Наземная (водная)
	Воздушная
	Комплексная
	Без поддержки

Дадим кратко пояснение видам наблюдения. Признак 1. По активности объекта наблюдения выделяют активное и пассивное наблюдение активный наблюдение означает, что на объект наблюдения осуществляется воздействие и результат воздействия передается на космический приемник или на наземный. В этом случае подвижный объект имеет модуль или блок взаимодействия с космическим каналом. Например, применение передающей аппаратуры на объектах транспорта и сообщение по запросу со спутника в диспетчерский пункт о местонахождении объекта является активным наблюдением. Пассивное наблюдение означает наблюдение объекта, без какой либо активности со стороны объекта. Например, оптическое наблюдение подвижного объекта является пассивным мониторингом.

Признак 2. По полю наблюдения выделяют. 2.1. Локальное наблюдение. 2.2. Региональное наблюдение. Локальное наблюдение включает активное или пассивное наблюдение за неподвижным или подвижным объектом в локальной области на поверхности Земли. Региональное наблюдение включает активное или пассивное наблюдение за большим участком земной поверхности.

Признак 3. По виду транспорта выделяют: 3.1. Мониторинг железнодорожного транспорта. 3.2. Мониторинг автодорожного транспорта. 3.3. Мониторинг воздушного транспорта. 3.4. Мониторинг водного транспорта. 3.5. Мониторинг трубопроводного транспорта.

Признак 4. По масштабу космического наблюдения выделяют: 4.1. Глобальное наблюдение. 4.2. Транснациональные наблюдения. 4.3. Национальные наблюдения. 4.4. Региональные наблюдения. 4.5. Локальное наблюдение.

Глобальное наблюдение применяют для изучения процессов и явлений, протекающих в масштабе земного шара (Tsvetkov, 2012). Он изучает планетарные изменения, осуществляет наблюдения за состоянием морей и океанов, а также за состоянием почвы, растительного и животного мира в целом всей планеты. Вопросами организации глобального наблюдения окружающей природной среды осуществляется в рамках программ

ООН и Всемирной метеорологической организации. Это наблюдение широко применяют для глобального управления транспортными средствами, например, проводка танкеров большого тоннажа.

Транснациональные наблюдения применяют для изучения процессов и явлений, протекающих в масштабе континента или нескольких государств. Транснациональные наблюдения служат основой контроля транзитных перевозок. Национальные наблюдения применяют для изучения процессов и явлений, протекающих в масштабе одного государства, например отраслевое наблюдение.

Региональные наблюдения применяют для наблюдения территориальных зон, которые входят в отдельные государства. Целью регионального наблюдения транспортных объектов является контроль за транспортом и перевозками внутри данного региона, оценка эффективности внутренних перевозок.

Локальное наблюдение применяют к отдельным группам объектов в мегаполисе, небольшим районам, локальным участкам водной поверхности или видам транспорта. Контроль эффективного использования транспорта и транспортной инфраструктуры – важнейшая задача локального наблюдения. Один из видов локального наблюдения предполагает установку бортового блока на транспортные средства. С помощью передачи сигналов спутников через сеть GSM система наблюдения считывает координаты местонахождения транспорта, что позволяет осуществлять контроль перемещения транспорта.

Контроль расхода топлива – одно из самых востребованных функций современных систем космического локального наблюдения транспорта. Примером может служить контроль расхода топлива GPS системы «АвтоТрекер» (Сатовский, 2008). Датчик расхода топлива устанавливают в бак автомобиля, где он формирует информацию об объеме жидкости в баке и передает её на бортовой блок. Бортовой блок передает информацию на спутник или на наземную станцию.

Признак 6. По целям космического наблюдения транспортных объектов выделяют: 6.1. Наблюдение подвижных объектов. 6.2. Наблюдение инфраструктуры транспорта. 6.3. Наблюдение среды. 6.4. Комплексные наблюдения (рис. 1) (Лёвин, 2017).

Признак 7. По объекту перемещения выделяют: наблюдение объекта, наблюдение груза, наблюдение грузопотока. Признак 8. По наблюдению графика движения выделяют: нормальное движение; движение с нарушением графика.

Признак 10. Космическое наблюдение требует поддержки разными системами. По виду поддержки космического наблюдения выделяют: наблюдение с наземной поддержкой (надводной поддержкой); наблюдение с воздушной поддержкой; комплексной космическое наблюдение; космическое наблюдение без поддержки.

Для проведения космического наблюдения необходимо применять базу данных. База данных космического наблюдения содержит данные из разных источников информации, что требует их унификации и интеграции в единую среду. Обычно такой средой являются геоданные, которые могут включать и космическую информацию.

Применение космических технологий для управления транспортом.

В настоящее время расширяются методы применения спутниковых технологий для управления (Розенберг, 2009; Dow, 2009). Основой этих технологий являются глобальные навигационные спутниковые системы. Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС) состоит из четырех сегментов:

- космический сегмент (навигационные спутники),
- сегмент управления
- и сегмент пользователей (аппаратура потребителей)
- система дифференциальных поправок.

Сущность спутниковой технологии управления состоит в использовании ГНСС и системы наземных центров управления транспортом для получения координат и точек подвижных объектов и управления ими. В настоящее время в мире для управления транспортом существуют и развиваются четыре системы ГНСС – GPS (*Global Positioning System*), ГЛОНАСС (*Глобальная Навигационная Спутниковая Система*), Галилео (*Galileo*), BeiDou (*COMPASS*).

Глобальная навигационная спутниковая система GPS – спутниковая система навигации, обеспечивающая измерение расстояния, времени и определяющая местоположение. Позволяет в любом месте Земли (исключая приполярные области), почти при любой погоде, а также в космическом пространстве вблизи планеты определить местоположение и скорость объектов. Система разработана, реализована и эксплуатируется Министерством обороны США. Система включает 24 основных спутников движущиеся вокруг Земли с частотой 2 оборота в сутки по шести круговым орбитальным траекториям (по 4 спутника в каждой), высотой примерно 20180 км. В GPS используется система координат WGS-84.

Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС – спутниковая система навигации, предназначенная для оперативного навигационно-временного обеспечения пользователей наземного, морского, воздушного и космического базирования. Доступ к гражданским сигналам ГЛОНАСС в любой точке земного шара предоставляется российским и иностранным потребителям на безвозмездной основе и без ограничений. Система разработана по заказу Министерства обороны СССР. В настоящее время развитием проекта ГЛОНАСС занимается Федеральное космическое агентство (Роскосмос), ОАО «Российские космические системы» и ОАО «Навигационно-информационные системы». Система включает 24 основных спутника, движущихся вокруг Земли с частотой 2 оборота в сутки по трем круговым орбитальным траекториям (по 8 спутников в каждой), высотой примерно 19 100 км. В системе ГЛОНАСС используется система координат ПЗ-90.02.

Глобальная навигационная спутниковая система «Галилео» (Galileo) – совместный проект спутниковой системы навигации Европейского союза и Европейского космического агентства, является частью транспортного проекта Трансьевропейские сети. Система предназначена для решения навигационных задач для любых подвижных объектов с точностью менее одного метра. После полного развертывания система будет включать 27 основных спутника, движущихся вокруг Земли с частотой один виток за 14 ч 4 мин. и 42 сек, по трем круговым орбитальным траекториям (по 9 спутников в каждой), высотой примерно 23222 км.

Глобальная навигационная спутниковая система Beidou (COMPASS) – китайская система спутниковой навигации. Первая Beidou официально называвшаяся «экспериментальной», или «Beidou-1» имела ограниченную зону покрытия и возможности применения. Она обеспечивала навигационными услугами пользователей внутри Китая и приграничных территорий с 2000 года. Beidou второго поколения, или «Beidou-2», официально называемая также «Навигационная система Компас» включает группировку спутников в количестве 30 для покрытия всего земного шара и будет выведена к 2020 году.

Следует напомнить, что основная функция ГНСС – навигационная. Поэтому для использовании ее в качестве поддержки управления нужны дополнительные информационные ресурсы и информационные модели. Основная идея управления с использованием спутниковых технологий состоит в создании информационного управляющего пространства (Tsvetkov, 2014). Дополнительными условиями управления являются применение методов геоинформатики и ГИС (Маркелов, 2013) для управления транспортом. Для управления транспортом нужны специальные информационные ресурсы и модели геоданных (Цветков, 2009). При этом необходимо разрабатывать специальные технологии управления распределенными потоками. Основой управления являются интеллектуальные транспортные системы (Fujise et al., 2002), которые требуют в качестве ресурса специальных знаний (Коваленко, 2014). В качестве основы управления применяют модели информационной ситуации и информационной позиции. При этом система управления решает две дополняющие задачи. Она определяет местоположение объектов и устраняет информационную неопределенность.

Использование космической навигации на железнодорожном и автомобильном транспорте не ограничивается технологией определения местоположения объектов (локализацией положения). Основные задачи применения космической технологии на транспорте это:

- определение местоположения и состояния - подвижных и неподвижных объектов;
- контроль и управление транспортными системами и объектами;

- решение оптимизационных задач;
- учет и ведение кадастра транспортных систем,
- решение задач в условиях чрезвычайных ситуаций,
- решение логистических задач;
- учет и контроль ресурсов,
- повышение безопасности движения и пр.

Характерным для развития космических технологий является их интеграция. В первую очередь это интеграция на уровне реализации для систем GPS/ГЛОНАСС. По этой причине часто используют обобщенный термин глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС). На уровне концепции, проектирования и стратегическом уровне применения ГНСС используются при создании единого координатного пространства, причем это пространство создается на основе динамической модели геоданных. На операционном уровне применения ГНСС интегрируются и реализуются через технологии и средства телематики. Кроме того, для ГНСС характерна интеграция на технологическом уровне с другими системами, такими как мобильная связь, видеонаблюдения, системы связи по радиоканалам оптоволоконные линии связи и др.

Использование космических технологий на железнодорожном транспорте имеет ряд особенностей. В первую очередь, это использование цифровых технологий и цифровых моделей. В космических технологиях управления железнодорожным транспортом, используют два вида моделей геоданных: статический для описания трассы и динамический для управления движением.

Для применения космических технологий создают единое координатно-временное пространство для выполнения различных работ. Для повышения точности локализации подвижных объектов применяют дифференциальные станции глобальной навигационной спутниковой системы (ДСГНСС). На рис. 2 приведена принципиальная схема дифференциального определения местоположения.

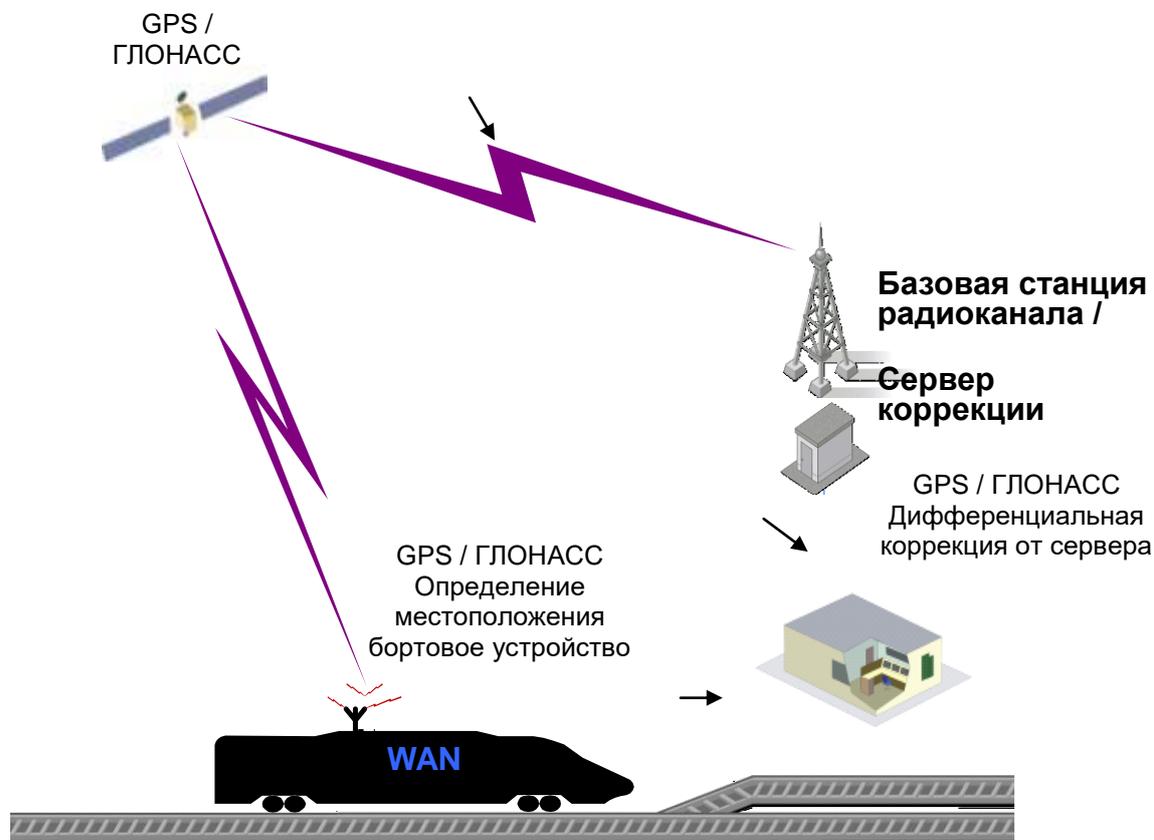


Рис. 2. Дифференциальное определение местоположения подвижного объекта на Ж/Д.

Возможно создание постоянных (для постоянного мониторинга) и временных референчных станций (ВРС). ВРС позволяют с нужной точностью создавать информационную поддержку при решении задач управления и обслуживания транспортной системой. Системы ВРС используются в инфраструктуре пространственных данных при создании цифровых моделей разного назначения.

Бортовое оборудование транспортных средств включает, как правило, приемник ГНСС, систему электронных карт (цифровую основу), модули GSM-R мобильной связи и различные датчики. Приемники позиционирования не могут использоваться как автономная технология, чтобы удовлетворить всем требованиям расположения в окружающей среде, поэтому они дополняются приемниками мобильной связи. Это приводит к необходимости использования спутников двух типов: для связи и навигации (рис. 3-5). Транспортные средства имеют оборудование *ОВТ* (On Board Terminal), они включают ГНСС и GSM антенны и модули, а также сенсорные датчики. Существует различие и сходство в управлении разными видами транспорта. На рис. 3 приведена схема космического управления воздушными объектами.

Особенность всех видов управления является применение спутниковой связи (Савиных, 2008) как дополнительного канала информационного взаимодействия между объектом управления и центром управления.



Рис. 3. Спутниковая схема управления воздушным транспортом.

Основой спутниковой связи применяемой при управлении транспортом считают «Иридиум», хотя существуют еще 5 группировок космической связи (Савиных, 2008). В настоящее время Иридиум (Iridium)— всемирный оператор спутниковой телефонной связи, покрытие которой составляет 100 % поверхности Земли, включая оба полюса. Орбитальная группировка насчитывает 66 спутников, расположенных на низких орбитах с наклоном $86,5^\circ$ и высотой 780 км

Каждый спутник может поддерживать до четырех межспутниковых каналов: два к

спутникам спереди и сзади в той же орбитальной плоскости и два со спутниками в соседних плоскостях по обе стороны. В отдельные моменты спутники Иридиум могут давать яркие вспышки на небе (до -9 зв. вел.), оставаясь звездообразными объектами, становясь третьими по яркости после Солнца (-26 зв. вел.) и Луны (-12 зв. вел.).

На схеме рис.3 показаны два типа спутников: для навигации и связи. Подвижные объекты имеют встроенные навигационные блоки, которые принимают и передают информацию. Эта информация позволяет фиксировать положение подвижного объекта в пространстве.

На рис. 4 приведена обобщенная схема управления наземными объектами автодорожного транспорта.



Рис. 4. Спутниковая схема управления автодорожным транспортом

На схеме рис. 4 также показаны два типа спутников: для навигации и связи. Подвижные объекты имеют встроенные мобильные навигационные блоки, которые принимают и передают информацию. Применение мобильных блоков слежения существенно упрощает управление, но требует использования дополнительной системы электронных карт. Мобильная информация позволяет фиксировать положение подвижного объекта на земной поверхности в сети автодорог, которая задается мульти масштабной электронной картой.

На рис. 5 приведена обобщенная схема управления объектами железнодорожного транспорта. На схеме рис. 5 выделены две космические технологии, реализуемые через два типа спутников: для навигации и связи. Подвижные объекты ж/д транспорта имеют большое количество датчиков технического состояния транспортного средства и датчики контроля ресурсов транспортного средства. В современных объектах ж/д транспорта датчики устанавливают даже на субъект, управляющий транспортным средством. Причем эта информация поступает диспетчеру в числе все сигнальной информации. Эта часть связана с наблюдением.

Основой локального регионального и отраслевого управления транспортом остаются ситуационные комнаты.

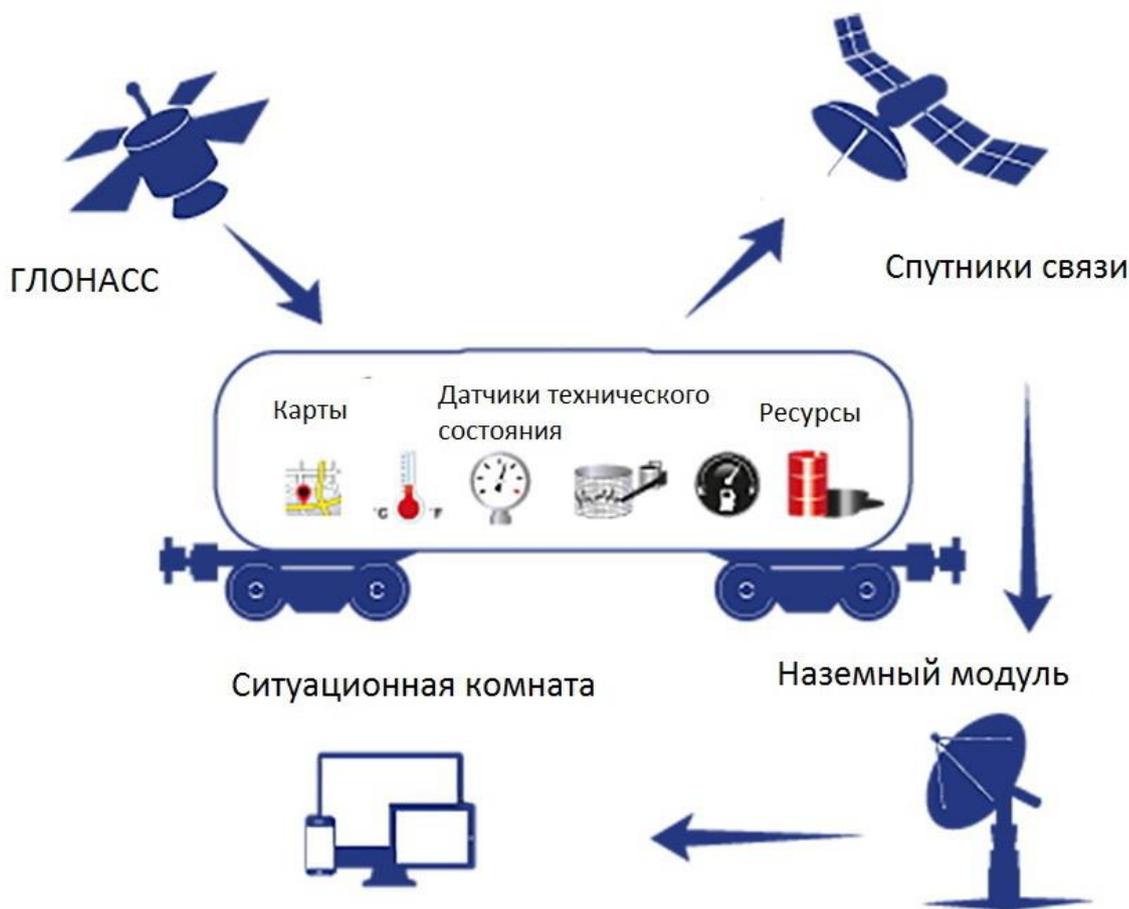


Рис. 5. Спутниковая схема управления железнодорожным транспортом

Применение информационных моделей в космических исследованиях для управления транспортом

Модели транспортных систем (Лёвин, 2003) предназначены для выявления резервов развития сферы транспортных услуг, повышения качества транспортной работы и прогнозирования транспорта. Информационное моделирование на транспорте не является простым переносом методов информатики и моделей в сферу транспорта. Оно требует новой организации информационных и электронных ресурсов и применения новых моделей. Это делает актуальным исследование и разработку таких моделей. Различают объектные и ситуационные информационные модели. Объектные модели описывают объекты. Наиболее ярким представителем таких моделей в информационной области является информационная модель объекта (ИМО). Ситуационные модели описывают ситуацию, в которой находятся объекты. Одной из таких моделей является информационная модель ситуации (ИМС), или информационной ситуации. Эти информационные модели близки между собой и имеют сходство и различие. Но они не являются единственными для описания объектов и ситуаций. Существуют обобщающие модели, например, модель информационной конструкции (Дешко, 2016), которая при необходимости может описывать как объект, так и ситуацию.

Основное различие между ИМО и ИМС – масштаб действия. Общим является то, что они являются производными от понятия информационная модель. Информационная модель объекта ИМО (Цветков, 2014) определяется как взаимосвязанная совокупность параметров, наиболее важных связей и отношений. Термин «наиболее важных» определяет, что в модель включаются существенные связи и отношения, а несущественные исключаются. Это общее свойство любых моделей, в том числе и не информационных. Формальное описание ИМО приведено в выражении (1).

$$\text{ИМО} = F_1(P_o, \text{Cint}, \text{Cex}, \text{Rint}, \text{Rex}, I_1, I_2, \text{SO}) \quad (1)$$

P_o – параметры объекта, Cint – внутренние связи между частями объекта, Cex – внешние связи с другими объектами и со средой, Rint – внутренние информационные отношения между частями объекта, Rex – внешние информационные отношения, I_1 – информационные взаимодействия объекта с другими объектами и со средой, I_2 – информационные воздействия на объект. SO – системность объекта (необязательное свойство). Объект может быть частью другого объекта как более сложной системы или может быть самостоятельной системой обладающей целостностью и системностью. В последнем случае появляется свойство системность объекта SO .

Область существенного влияния на объект выделена. Остальные объекты в этой модели отсутствуют и показаны через внешние связи и отношения. Целевое назначение ИМО – описание индивидуального объекта.

Ситуационное управление

Информационная модель ситуации (Цветков, 2014) ИМС определяется как взаимосвязанная совокупность параметров, наиболее важных связей и отношений для данной ситуации. Целевое назначение ИМС – описание качественно разных ситуаций: взаимодействия объектов, описание поведения одного или совокупности объектов в данной ситуации, описание динамики ситуации безотносительно к объектам. Ситуация имеет всегда больший масштаб чем модель объекта. Информационная ситуация более разнообразна чем ИМО. Она имеет предметную ориентацию. Например информационная ситуация взаимодействия объектов, информационная ситуация движения объекта, информационная ситуация состояния объекта. Формально модель ИМС приведена в выражении (2).

$$\text{ИМС} = F_2(P_s, C_o, C_p, R_{os}, R_{ps}, S) \quad (2)$$

P_s – параметры ситуации, C_o – связи между объектами, R_{os} – отношения между объектами, I_{S1} – информационные взаимодействия между объектами, I_{S2} – информационные воздействия, S – системность. На рис. 6 приведен пример информационной ситуации по взаимодействиям. На нем условно показаны 7 объектов.

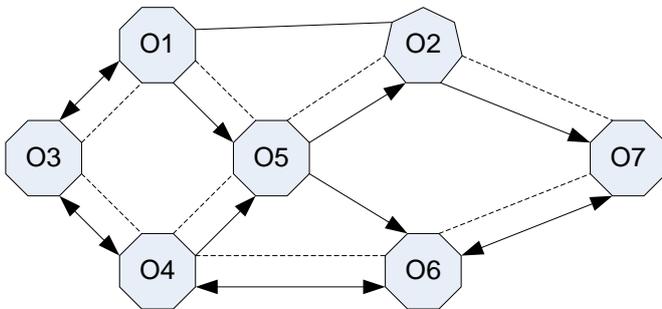


Рис. 6. Пример информационной ситуации по взаимодействиям.

Объекты обозначены через O_i , отношения показаны пунктиров, Связи и взаимодействия показаны сплошными линиями, отношения – пунктирными. Взаимодействия показаны двойными стрелками, воздействия показаны односторонними стрелками. Закрытая информационная ситуация чаще всего обладает свойством системности, то может быть рассмотрена как сложная система со всеми системными свойствами. Отношения дополняют состояния. Это могут быть отношения иерархии, отношения эквивалентности и др.

На рис. 7 приведена информационная ситуация по состояниям. Связи между состояниями показаны непрерывными линиями. Состояния обозначены шестиугольниками и не заштрихованы. Объект (O) обозначен восьмиугольником и заштрихован.

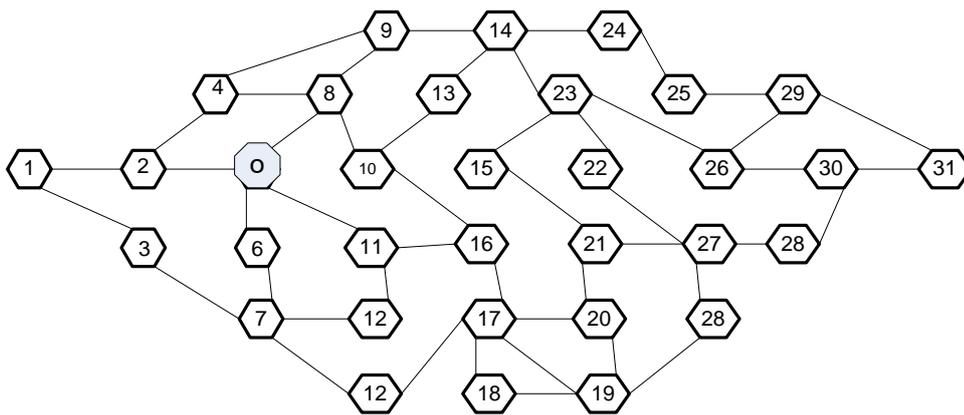


Рис. 7. Информационная ситуация по состояниям

Рис. 3 может отображать множество ситуаций. Например: поезд находится на станции отправления (условно состояние 1); поезд находится на промежуточной станции (условно состояние 5 или 0); поезд находится на станции прибытия (условно состояние 31).

Информационная ситуация по состояниям описывает один объект, перемещающийся по возможным фиксированным состояниям. Информационная ситуация по состояниям строится, когда есть начальное и целевое состояние. Если цель не определена четко, а имеет некая целевая парадигма, то от управления по состояниям переходят к управлению по позициям. Пример такой ситуации связан с рынком, когда одной из парадигм управления является обеспечение конкурентоспособности. В этом случае проводят сравнительный анализ и определяют позицию объекта в информационной ситуации. Сравнивая позицию объекта с позицией других объектов, вырабатывают стратегию улучшения позиции объекта «О» с учетом изменения позиций других объектов. Такое управление является динамическим и требует применения динамической модели ситуации. Термин позиция употребляют в двух значениях. Пространственная позиция, которая описывает перемещение объекта в пространстве и параметрическая позиция, которая характеризует позицию объекта по выбранному критерию, например, конкурентно способность или надежность.

Таки образом для полноты рассмотрения транспортных объектов необходимо применять динамические модели. Перемещение транспорта осуществляется по транспортной сети, аналог которой приведен на **рис. 3**. Для описания изменения во времени применяют динамические модели.

Динамические модели включают фактор времени, по этой причине именно они служат основой управления как временного процесса (**Неймарк, 1985**). При перемещении ИМО, как правило, стационарна по внутренним характеристикам. Динамика проявляется в первую очередь на модели информационной ситуации

$$\text{ИМС}(t) = F_3 [\text{Ps}(t), \text{Co}(t), \text{Cp}(t), \text{Ros}(t), \text{Rps}(t)] \quad (3)$$

В процессе динамики информационная ситуация **рис. 3** характеризует перемещение объекта, изменение его состояния и позиции. Часто при таком анализе применяют топологические модели (**Маркелов, 2012**). Топологические модели решают не только задачи выбора пути, но оценивают риск перемещения, текущую и итоговую стоимость перевозки.

При моделировании необходимо принимать во внимание, что объекты транспорта и транспортная инфраструктура находятся в реальном пространстве. Поэтому для построения информационных моделей необходимо использовать пространственную информацию и пространственные модели. Включение пространственных факторов в моделирование приводит к необходимости применения методов геоинформатики и космической геоинформатики (**Господинов, 2017**). Кроме того, современное пространственное моделирование широко использует космические технологии. В силу этого при моделировании применяют интеграцию технологий дистанционного зондирования и геоинформатики.

В общем, космические технологии при управлении транспортом требуют

использования разнообразных информационных и не информационных моделей. Это ставит дополнительную задачу интеграции качественно разных моделей в единую среду для совместного анализа и управления.

4. Обсуждение

Одна из проблем использования космических методов на транспорте состоит в наличии семантического разрыва между подготовкой специалистов области. Космические исследования как научное направление включают в себя не только ([Advances in Space, 2017](#)) наблюдения Земли из космоса с применением методов дистанционного зондирования для интерпретации оптических и радиолокационных данных со спутников наблюдения Земли. Они включают также геодезию для определения и оценки гравитационные возмущений спутниковых орбит и геоинформатику как инструмент интеграции разнородных данных и инструмент получения пространственных знаний, включая космические знания. Как прикладное направление космические исследования применяются во многих отраслях человеческой деятельности, из которых транспорт занимает приоритетное направление. Однако интеграция транспорта и космических исследований пока не находится на должном уровне. Мостом к интеграции этих направлений может стать информационный подход и геоинформатика. Это направление интеграции ожидает и требует дальнейших исследований.

5. Заключение

Космическое наблюдение и управление транспортом является широким понятием и включает не только отдельные объекты, но их инфраструктуру, среду и ситуацию движения включая прогноз состояния подвижного объекта. Космическое управление транспорта решает ряд важных вспомогательных задач, таких как контроль состояния автодорог, расход горючего, контроль за эксплуатацией вагонного парка, контроль перевозки особо важных грузов. Космическое управление транспорта использует большое число математических и информационных моделей, что в настоящее время затрудняет создание единой теории наблюдения. Применение объектных и ситуационных моделей в космическом управлении транспортом является одним из направлений повышения эффективности деятельности транспорта и основой развития управления. Современное управление транспортом все больше переходит от эвристического к автоматизированному и интеллектуальному. Трудность такого перехода связана с отсутствием достаточно обоснованной научной теории в этом вопросе и ожидает дальнейшего развития.

Литература

- [Advances in Space Research](#) – *Advances in Space Research*. [Electronic resource]. URL: <https://www.journals.elsevier.com/advances-in-space-research/> (data view: 15.02.2017).
- [Dow, 2009](#) – *Dow, J.M., Neilan, R.E., Rizos, C.* The international GNSS service in a changing landscape of global navigation satellite systems // *Journal of Geodesy*, 2009, V. 83, №3-4, pp. 191-198.
- [Fujise, 2002](#) – *Fujise, M. et al.* Intelligent transport systems. *Wireless Communication Technologies: New Multimedia Systems*. Springer US, 2002, pp. 171-200.
- [Tsvetkov, 2012](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* Global Monitoring // *European Researcher. Series A*, 2012, Vol.(33), № 11-1. pp. 1843-1851.
- [Tsvetkov, 2014](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* Information Space, Information Field, Information Environment // *European Researcher. Series A*, 2014, Vol.(80), № 8-1, pp. 1416-1422.
- [Господинов, 2017](#) – *Господинов, С.Г.* Геодезическая астрономия и космическая геоинформатика // *Наука и технологии железных дорог*, 2017, №1, с. 45-50.
- [Дешко, 2016](#) – *Дешко, И.П.* Информационное конструирование: Монография. Москва, МАКС Пресс, 2016, 64 с. ISBN 978 -5-317-05244-7
- [Коваленко, 2014](#) – *Коваленко, Н.И.* Извлечение знаний для интеллектуальных транспортных систем // *Перспективы науки и образования*, 2014, №5. с. 45-52.

Лёвин, 2003 – Лёвин, Б.А., Мамаев, Э.А., Багинова, В.В. О концепции построения моделей производственно-транспортных систем // *Наука и техника транспорта*. 2003, № 4. С. 8-17.

Лёвин, 2017 – Лёвин, Б.А. Комплексный мониторинг транспортной инфраструктуры // *Наука и технологии железных дорог*, 2017, №1, с. 14-21

Маркелов, 2012 – Маркелов, В.М. Применение топологических моделей геоданных для оптимизации транспортных маршрутов // *Славянский форум*, 2012, 2 (2), с. 56-61.

Маркелов, 2013 – Маркелов, В.М. ГИС как системы управления транспортом // *Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка*, 2013, №2, с. 85-87.

Неймарк, 1985 – Неймарк, Ю. И., Коган, Н. Я., Савельев, В.П. Динамические модели теории управления, 1985.

Розенберг, 2009 – Розенберг, И.Н., Савиных, В.П., Цветков, В.Я. Практическое применение ГЛОНАСС. *Российский космос*, 2009, № 2, с. 24-27.

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.

Савиных, 2008 – Савиных, В.П., Цветков, В.Я. Спутниковые системы связи. *Российский космос*, 2008, № 10, с. 24-27.

Савиных, 2012 – Савиных, В.П. Исследование северных территорий по материалам ДДЗ // *Славянский форум*, 2012, 2 (2), с. 64-67.

Савиных, 2014 – Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоданные как системный информационный ресурс // *Вестник Российской Академии Наук*, 2014, том 84, № 9, с. 826–829. DOI: 10.7868/So869587314090278

Савиных, 2017 – Савиных В.П. Космические технологии в управлении транспортом // *Наука и технологии железных дорог*, 2017, №1, с. 63-69.

Сатовский, 2008 – Сатовский Б. Система " Автотрекер": возможности и эффективность. *Логистика*, 2008, №4, С. 24-25.

Цветков, 2009 – Цветков В.Я. Модель геоданных для управления транспортом // *Успехи современного естествознания*. 2009. №4. с. 50-51.

Цветков, 2014 – Цветков В.Я. Информационные модели объектов, процессов и ситуаций // *Дистанционное и виртуальное обучение*, 2014, №5, с. 4-11.

Чехарин, 2015 – Чехарин Е.Е. Интерпретация космической информации при исследовании Земли // *Образовательные ресурсы и технологии*, 2015, №2 (10), с. 137-143.

References

Advances in Space Research – *Advances in Space Research*. [Electronic resource]. URL: <https://www.journals.elsevier.com/advances-in-space-research/> (data view: 15.02.2017).

Dow, 2009 – Dow, J.M., Neilan, R.E., Rizos, C. (2009). The international GNSS service in a changing landscape of global navigation satellite systems. *Journal of Geodesy*, V. 83, №3-4, pp. 191-198.

Fujise et al., 2002 – Fujise, M. et al. (2002). Intelligent transport systems. *Wireless Communication Technologies: New Multimedia Systems*. Springer US, pp. 171-200.

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

Tsvetkov, 2014 – Tsvetkov, V.Ya. (2014). Information Space, Information Field, Information Environment. *European Researcher. Series A*, Vol.(80), № 8-1, pp. 1416-1422.

Gospodinov, 2017 – Gospodinov, S.G. (2017). Geodezicheskaya astronomiya i kosmicheskaya geoinformatika [Geodetic astronomy and space geoinformatics]. *Nauka i tekhnologii zheleznykh dorog*, №1, s. 45-50. [in Russian]

Deshko, 2016 – Deshko, I.P. (2016). Informatsionnoe konstruirovaniye [Information Design]: Monografiya. Moskva, MAKS Press, 64 s. ISBN 978 -5-317-05244-7 [in Russian]

Kovalenko, 2014 – Kovalenko, N.I. (2014). Izvlechenie znaniy dlya intellektual'nykh transportnykh system [Extraction of knowledge for intelligent transport systems]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*, №5. s. 45-52. [in Russian]

Levin, 2003 – Levin, B.A., Mamaev, E.A., Baginova, V.V. (2003). O kontseptsii postroeniya modelei proizvodstvenno-transportnykh system [On the concept of building models of production and transportation systems]. *Nauka i tekhnika transporta*. № 4. S. 8-17. [in Russian]

Levin, 2017 – Levin, B.A. (2017). Kompleksnyi monitoring transportnoi infrastruktury [Complex monitoring of transport infrastructure]. *Nauka i tekhnologii zheleznnykh dorog*, №1, s. 14-21. [in Russian]

Markelov, 2012 – Markelov, V.M. (2012). Primenenie topologicheskikh modelei geodannykh dlya optimizatsii transportnykh marshrutov [Application of topological models of geodata for optimization of transport routes]. *Slavyanskii forum*, 2 (2), s. 56-61. [in Russian]

Markelov, 2013 – Markelov, V.M. (2013). GIS kak sistemy upravleniya transportom [GIS as a system of transport management]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Geodeziya i aerofotos"emka*, №2, s. 85-87. [in Russian]

Neimark, 1985 – Neimark, Yu. I., Kogan, N. Ya., Savel'ev, V.P. (1985). Dinamicheskie modeli teorii upravleniya [Dynamic models of control theory]. [in Russian]

Rozenberg, 2009 – Rozenberg, I.N., Savinykh, V.P., Tsvetkov, V.Ya. (2009). Prakticheskoe primeneniye GLONASS [Practical application of GLONASS]. *Rossiiskii kosmos*, № 2, s. 24-27. [in Russian]

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

Savinykh, 2008 – Savinykh, V.P., Tsvetkov, V.Ya. (2008). Sputnikovye sistemy svyazi. Rossiiskii kosmos [Satellite communication systems], № 10, s. 24-27. [in Russian]

Savinykh, 2012 – Savinykh, V.P. (2012). Issledovanie severnykh territorii po materialam DDZ [A study of the northern territories on the basis of DSD materials]. *Slavyanskii forum*, 2012, 2 (2), s. 64-67. [in Russian]

Savinykh, 2014 – Savinykh, V.P., Tsvetkov, V.Ya. (2014). Geodannye kak sistemnyi informatsionnyi resurs [Geodata as a system information resource]. *Vestnik Rossiiskoi Akademii Nauk*, tom 84, № 9, s. 826–829. DOI: 10.7868/So869587314090278 [in Russian]

Savinykh, 2017 – Savinykh, V.P. (2017). Kosmicheskie tekhnologii v upravlenii transportom [Space technologies in transport management]. *Nauka i tekhnologii zheleznnykh dorog*, №1, s. 63-69. [in Russian]

Satovskii, 2008 – Satovskii, B. (2008). Sistema "Avtotreker": vozmozhnosti i effektivnost' ["Avtotreker" system: possibilities and efficiency]. *Logistika*, №4, S. 24-25. [in Russian]

Tsvetkov, 2009 – Tsvetkov V.Ya. (2009). Model' geodannykh dlya upravleniya transportom [Model of geodata for transport management]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. №4. s. 50-51. [in Russian]

Tsvetkov, 2014 – Tsvetkov V.Ya. (2014). Informatsionnye modeli ob"ektov, protsessov i situatsii [Information models of objects, processes and situations]. *Distantsionnoe i virtual'noe obuchenie*, №5, s. 4-11. [in Russian]

Chekharin, 2015 – Chekharin E.E. (2015). Interpretatsiya kosmicheskoi informatsii pri issledovanii Zemli [Interpretation of space information in Earth exploration]. *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*, №2 (10), s. 137-143. [in Russian]

УДК 52-32

Исследование Земли из космоса для решения транспортных задач

Борис Алексеевич Лёвин ^{а,*}

^аМосковский государственный университет путей сообщения
Императора Николая II, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор
Адреса электронной почты: tu@miit.ru (Б.А. Лёвин)

Аннотация. Статья описывает результаты исследования Земли из космоса для решения транспортных задач. Статья раскрывает содержание космических технологий как универсального средства решения прикладных задач. Дана схема комплексного космического наблюдения транспорта. Приводятся схемы космического управления разными видами транспорта. Раскрывается применение информационного подхода в космических технологиях. Описаны информационные модели ситуаций при управлении транспортом. Дана классификация космического наблюдения транспортных объектов.

Ключевые слова: космические исследования, транспорт, космическое управление, спутниковые технологии, космическое наблюдение, информационная модель ситуации, информационный подход в космических исследованиях.

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): 29-32

DOI: 10.13187/rjar.2017.3.29
www.ejournal28.com



Cosmological Redshift by Photon-Tachyon Interactions

Takaaki Musha ^{a,*}^aAdvanced Science-Technology Research Organization, Japan

Abstract

In the early twentieth century, Slipher, Hubble and others made measurements of the redshifts of distant galaxies. Hubble discovered a rough correlation between the increasing redshifts and the increasing distance of galaxies. Theorists realized that these observations could be explained by an expansion of the Universe. However, some anomalous phenomena were found, which could not explain redshift by the Doppler effect of receding galaxies. Instead of expanding Universe, this article tries to explain the cosmic redshift from the standpoint of photon-tachyon interactions.

Keywords: photon-tachyon interactions, zero-point field, Cherenkov radiation, redshift.

1. Introduction

The current interpretation of observed redshift of light from distant galaxies is due to the expansion of the universe. Contrary to this interpretation, alternative explanations for the cosmological redshift were proposed by some researchers (LaViolette, 1994; Petit, 1988; Hannon, 1998). The tired light effect was proposed by Fritz Zwicky in 1929 as a possible alternative explanation for the observed cosmological redshift. The basic proposal amounted to light losing energy due to the distance it traveled rather than any metric expansion or physical recession of sources from observers. Other proposals for explaining how photons could lose energy included the scattering of light by intervening material in a process similar to observed interstellar reddening. However, all these processes would also tend to blur images of distant objects, and no such blurring has been detected. The author has shown that the cosmic background radiation can be created by tachyon pairs created from the zero-point fluctuation (ZPF) field (Musha, 2001; Musha, Hayman, 2013).

Contrary to conventional explanations for the cosmological redshift, the author propose the alternative mechanism of redshift of light from interactions of photon and tachyons which are created from ZPF field in a vacuum.

2 Photon-tachyon interactions

Instead of the Big Bang model, which considers the cosmic background radiation (CBR) as the afterglow of the Big Bang, a Zero Point Field (ZPF) model is proposed, in which cosmic background radiation is generated by the Cherenkov effect from superluminal particle (tachyon) pairs created in a zero-point fluctuation of vacuum (Musha, 2001; Musha, Hayman, 2013). The calculated result of CBR by this model shows the spectrum and the mass density of energy due to the Cherenkov radiation closely coincides with of the cosmic background radiation observed

* Corresponding author
 E-mail addresses: takaaki.mushya@gmail.com (T. Musha)

(Musha, Hayman, 2013).

The energy density of Cherenkov radiation generated from pairs of superluminal particles can be given by

$$\begin{aligned} \rho_C &= 2 \int_0^\infty \rho(\omega) d\omega = \frac{\hbar}{\pi^2 c^3} \int_0^\infty \omega^3 \exp(-\gamma l_p \omega) \cdot \left[\exp\left(\frac{\hbar \omega}{k_B T}\right) - 1 \right]^{-1} d\omega \\ &= \frac{k_B^4 T^4}{\pi^2 c^3 \hbar^3} \int_0^\infty x^3 \exp(-\alpha x) / [\exp(x) - 1] dx = \frac{6}{\pi^2} \frac{k_B^4 T^4}{\hbar^3 c^3} \zeta(4, 1 + \alpha), \end{aligned} \quad (1)$$

where \hbar is a Plank constant divided by 2π , k_B is a Boltzmann constant, T is an absolute temperature, $\zeta(m, n)$ is a Hurwitz zeta function and $\alpha = \gamma l_p k_B T / \hbar$.

After virtual tachyons created in a ZPF vacuum lose their energy by Cherenkov radiation, they become low energy tachyons and fill the Universe.

According to the paper by Ljubicic, Pisk and Logan (Ljubicic et al., 1979), it is kinematically possible for a photon to absorb a tachyon. After absorption the photon energy is E' and is related to the original photon energy E by

$$E' = \frac{-\mu^2}{2(\cos\theta - 1)E}, \quad (2)$$

where θ is the angle between the directions of photons and μ is the liberty mass of the tachyon. If isotropy of tachyons is assumed, about 90 % of the interactions are such that θ ranges from 30° to 150° (Ljubicic et al., 1979), the mean value of energy yields $0.83\mu^2 / E$.

It is considered that $\mu \leq E$, then we have $E' < E$ and it is evident that traveling photons are attenuated in low energy tachyon cloud.

3. Redshift of photons by the photon-tachyon interactions

If isotropy of tachyon cloud is assumed, the attenuation of photon energy can be approximately described as

$$\frac{dE}{dr} \approx -\beta E, \quad (3)$$

where r is a distance from the source and β is an arbitrary constant.

From which, we have

$$E(r) \approx E_0 \exp(-\beta r), \quad (4)$$

As the energy of photons can be given by

$$E = \frac{hc}{\lambda}, \quad (5)$$

where h is a Plank constant, c is a light speed and λ is a wavelength of the light.

Introducing Eq.(5) into (4), we have

$$\frac{hc}{\lambda} \approx \frac{hc}{\lambda_0} \exp(-\beta r), \quad (6)$$

If we suppose $\lambda \approx \lambda_0 \exp(\alpha r)$, where λ_0 is the wavelength of the photon at the time of emission, then we have approximation as

$$\begin{aligned} z(r) &= \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{\lambda_0 \exp(\beta r) - \lambda_0}{\lambda_0} \\ &= \exp(\beta r) - 1 \approx \beta r, \end{aligned} \quad (7)$$

which shows the linear redshift-distance relation.

By substituting $\beta = \frac{H_0}{c}$, where H_0 is the Hubble constant, we have

$$z(r) \approx \frac{H_0 r}{c}, \tag{8}$$

which is the Hubble redshift-distance relation.

From which, it is seen that the cosmological redshift can be explained by photon-tachyon interactions.

A minority of astrophysicists has been unconvinced that the cosmological redshifts as shown in Fig.1 are associated with a universal cosmological expansion. Skepticism and alternative explanations began appearing in the scientific literature in the 1960s.

In particular, G. Burbidge, W. Tifft and H. Arp were all observational astrophysicists who proposed that there were inconsistencies in the redshift observations of galaxies and quasars (Arp, 1998).

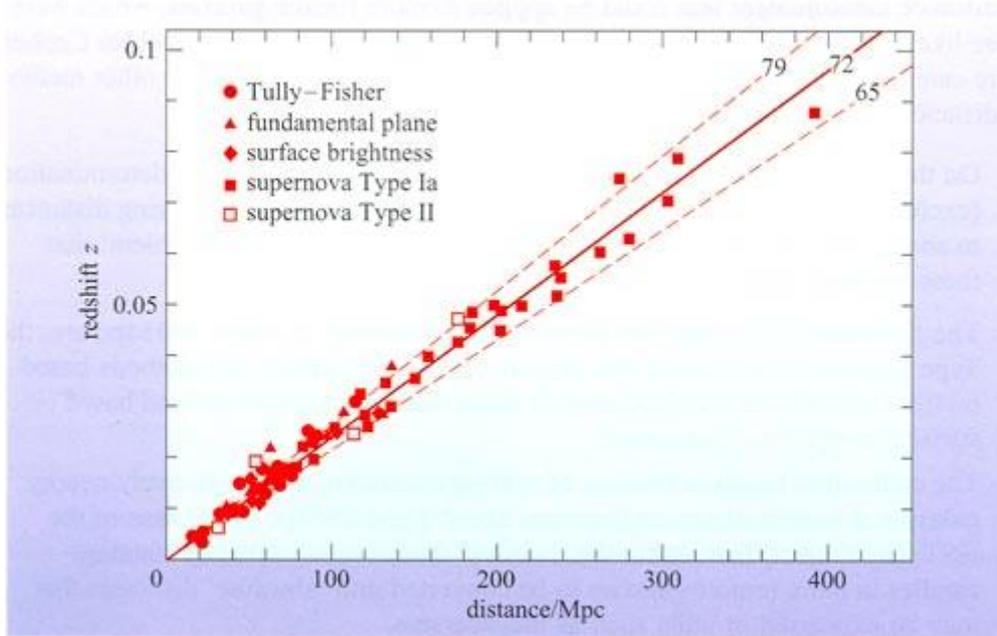


Fig. 1. Cosmological redshift of distant astronomical bodies (www.astro.virginia.edu)

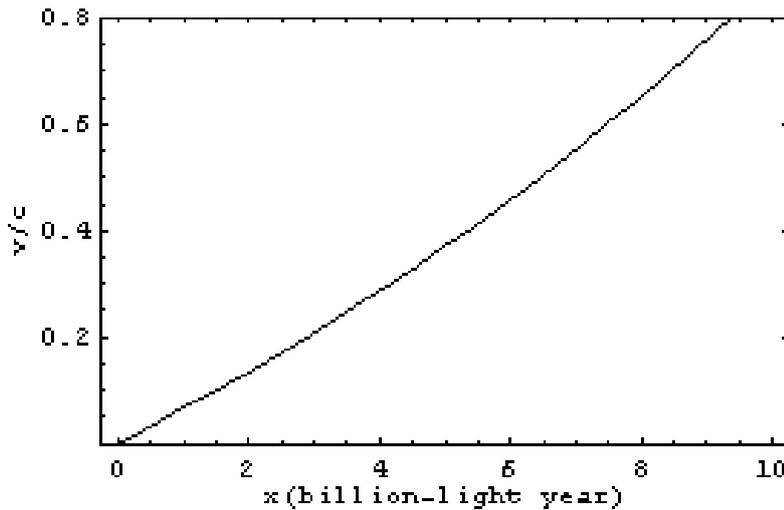


Figure 2. Speed of the distant galaxy predicted by Eq.(9)
 $(\beta = 6.67 \times 10^{-27})$

As shown in the Figure.2, the calculation result considering higher terms in Eq.(7) shows that the receding speed of galaxies is accelerated with increased distance from us, which can be given as follows.

If v is a receding velocity of distant galaxies, we obtain higher order approximation of Eq.(7) as

$$v/c = \beta r + \frac{1}{2}\beta^2 r^2 + \frac{1}{6}\beta^3 r^3 + \dots, \quad (9)$$

which can be shown in Fig. 2.

where the horizontal line is for a distance in billion light years and the vertical line is for the receding speed divided by the light speed.

Recently astronomer groups have revealed the cosmic expansion is speeding up from the observation of very distant supernovae (Schwarzschild, 1998). They concluded that their observation result is due to the repulsive cosmological constant, but it might also explained by the attenuation of photons traveling in a tachyon cloud generated from ZPF in a vacuum.

4. Explanation of other anomalous phenomena

During the quasar controversies of the 1970s, these same astronomers were also of the opinion that quasars exhibited high redshifts not due to their incredible distance but rather due to unexplained intrinsic redshift mechanisms that would cause the periodicities and cast doubt on the Big Bang (Arp, 1998). If we suppose that the tachyon cloud surrounding quasar is more dense than that of the intergalactic space by unknown mechanism, since the energy output required to explain the apparent brightness of cosmologically-distant quasars was far too high to be explainable by nuclear fusion alone, we can explain high redshift of quasars observed by the experiments.

This interpretation of the cosmological redshift is also compatible with the finding that redshifts increases with distance in discrete values, rather than in a continuous curve. Spectral studies indicated that cosmological redshifts are quantized (Tift, 1976; Tift, 1978; Tift, Cocke, 1984), that cannot explained by Doppler shift of the conventional theory. Instead of the conventional theory, observed quantized represents discrete steps in the decay of photon energy by the propagation of photons through tachyon cloud.

5. Conclusion

By the photon-tachyon interactions, the mechanism of the cosmic redshift can be explained. Moreover, it can also explain the acceleration of receding speed of far distant galaxies.

References

- Arp, 1998 – Arp H. (1998). Seeing Red (Redshifts, Cosmology and Academic Science), Apeiron, Montreal.
- Hannon, 1998 – Hannon R.J. (1998). An alternative explanation of the cosmological redshift, *Physics Essays*, 11(4), pp. 576-578.
- LaViolette, 1994 – LaViolette P.A. (1994). Subquantum Kinetics, Starlane Pubns, NY.
- Ljubicic et al., 1979 – Ljubicic A., Pisk K., Logan B.A. (1979). Photon-tachyon interactions and the isotropic photon flux, *Physical Review D*, 20(4), pp.20-22.
- Musha, 2001 – Musha T. (2001). Cherenkov Radiation from Faster-Than-Light Photons Created in a ZPF Background, *Journal of Theoretics*, 3(3), pp.1-7.
- Musha, Hayman, 2013 – Musha T., Hayman G. (2013). Cosmic background radiation due to the Cherenkov radiation from the zero-point field of vacuum, *Journal of Space Exploration*, Vol.2(1), pp.73-77.
- Petit, 1988 – Petit J. (1988). An Interpretation of Cosmological Model with Variable Light Velocity, *Modern Physics Letters A*, 3(16), pp. 1527-1532.
- Schwarzschild, 1998 – Schwarzschild, B. (1998). Very Distant Supernovae Suggest that the Cosmic Expansion Is Speeding Up, *Physics Today*, June, pp. 17-19.
- Tift, 1976 – Tift, W.G. (1976). Discrete states of redshift and galaxy dynamics. I. Internal motions in single galaxies, *Ap. J.*, 206, pp. 38-56.
- Tift, 1978 – Tift, W.G. (1978). The absolute solar motion and the discrete redshift, *Ap. J.*, 221, pp.756-775.
- Tift, Cocke, 1984 – Tift, W.G., Cocke, W.J. (1984). Global redshift quantization, *Ap. J.*, 287, pp. 492-507.

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): 33-40

DOI: 10.13187/rjar.2017.3.33
www.ejournal28.com



UDC 001.89 528.8

Evolution of Space Monitoring

V.P. Savinych ^{a, *}^a Moscow State University of Geodesy and Cartography, Russian Federation

Abstract

Satellite monitoring is a step in the evolution of society. Society Globalization has led to the emergence of a global monitoring. This article describes the evolution of space monitoring of private monitoring technology to integrated global monitoring technology. The article shows that methodically space monitoring based on geoinformation monitoring. The article shows that the technology space monitoring using remote sensing of the Earth. Global space monitoring is not a single technology, but includes different types and technologies.

Keywords: monitoring, satellite monitoring, global monitoring, space research, geo monitoring, geoinformation monitoring, remote sensing, modeling.

1. Введение

Космические исследования являются источником получения информации о процессах и явлениях на земной поверхности и в мировом океане. Технологии космического мониторинга имеют преимущество по обзорности. Один космический снимок может заменить до 1000 аэрофотоснимков. Технологии космического мониторинга позволяют получать информацию в полной зоне спектра электромагнитных волн. С системных позиций технологии космического мониторинга являются целостной системой, позволяющей дублировать и обновлять информацию, получаемую по разным каналам. Большое значение космические методы имеют при формировании инфраструктуры пространственных данных (Georgiadou et al., 2006).

Развитие современного исследования Земли невозможно без применения космического мониторинга. Это обусловлено его преимуществами, к главным из которых относятся (Савиных, Цветков, 2001; Бондур и др., 2005): – большая обзорность космических средств; оперативность получения информации; возможность наблюдений в любых труднодоступных районах; возможность получения информации в широком диапазоне электромагнитных волн; возможность передачи космической информации потребителям различных уровней. Современные процессы глобализации привели к важному понятию глобального мониторинга (Tsvetkov, 2012; Barmin et al., 2014). Глобальный мониторинг является интегрированной технологией и целостной системой. В настоящее время накоплен разнообразны опыт использования космического мониторинга, что требует обобщения его как научного феномена и современного метода исследования окружающего мира.

* Corresponding author
 E-mail addresses: president@miigaik.ru (V.P. Savinych)

2. Материал и методы исследования

В качестве материала использовались работы в области космического мониторинга, геоинформационного мониторинга, дистанционного зондирования Земли, исследования околоземного пространства, теории моделирования, информационному моделированию, геоинформатики. В качестве методики исследования применялся системный анализ, пространственный, анализ, геоинформационный анализ. Метод исследования включает.

3. Результаты исследования

Многоаспектность космического мониторинга.

В аспекте масштаба современный космический мониторинг является глобальным, поскольку, в силу необходимости целостного изучения масштабных процессов и явления, происходящих на поверхности Земли, в мировом океане и в атмосфере, он осуществляет глобально по всей поверхности Земли. Разумеется, есть исключения, когда объектом мониторинга становятся выделенные участки поверхности. Однако масштаб исследования сохраняется.

Методической особенностью глобального мониторинга является то, что он является геоинформационным (Цветков, 2012). Это обусловлено тем, что геоинформатика как наука является интеграционной и большинство ее технологий построены на основе интеграции других технологий. По этой причине геоинформационный мониторинг интегрирует множество технологий сбора, обработки и анализа информации. Дополнительной причиной является то, что современной дистанционное зондирование основано на методах интеграции технологий дистанционного зондирования и геоинформатики (Савиных, Цветков, 1999). Инструментальной основой космического мониторинга являются методы и аппаратура дистанционного зондирования Земли. Особенностью целевого развития космического мониторинга является первоначальная диверсификация (Савин, Бондур, 2000) и последующая интеграция.

Важным приложением космического мониторинга являются задачи прогнозирования природных катастроф. При анализе возникновения конкретных природных катастроф процессы взаимодействия природы и общества рассматриваются как интерактивные природно-антропогенные механизмы, поиск стратегии управления которыми является одним из путей преодоления возможных кризисных ситуаций в окружающей среде. Для решения этих задач предлагается трехуровневая процедура принятия решений о появлении признаков природной катастрофы, основанная на расчете соответствующих индикаторов и математической модели процессов, происходящих в окружающей среде. Однако, в общем стратегическая задача космического мониторинга состоит в информационном обеспечении научных исследований (Савиных, 2015) фундаментальных и прикладных наук.

Развитие мониторинга

Космический мониторинг развивался первоначально как самостоятельное направление. В качестве методической основы космический мониторинг использовал не только космические методы и средства, но и специальные информационные и физические модели (Бондур, 2000). Но постепенно по мере появления комплексных задач он все более интегрировался с геоинформационным мониторингом. Отчасти это обусловлено тем, что при космическом мониторинге информация получается по разным каналам. Это требовало интеграции такой информации в единую информационную основу. Геоинформатика обладает наиболее развитым механизмом интеграции данных среди множества других наук. Поэтому оптимально интеграция данных дистанционного зондирования осуществлялась с применением методов интеграции, разработанных в геоинформатике.

Применение методов геоинформатики привело к появлению космического геоинформационного мониторинга (Романов, 2015), а затем к появлению глобального мониторинга (Майоров, 2015; Varmin et al., 2014; Бармин и др., 2013). Это направление интеграции космического и геоинформационного мониторинга следует назвать технологическим. Теоретическое обобщение и интеграции принципов геоинформатики и космических исследований привело к появлению космической геоинформатики (Bondur, Tsvetkov, 2015).

Информационное поле космического мониторинга

Информационное поле в широком смысле служит источником информации об окружающем мире (Майоров, 2015). Информационное поле космического мониторинга, как поле проблемной области, содержит основные характеристики или факторы мониторинга, как факторы этой проблемной области. При космическом мониторинге, геоинформационном мониторинге, глобальном космическом мониторинге одинаково выделяют следующие факторы информационного поля: цель мониторинга (The purpose of monitoring); поле мониторинга (Field of monitoring), объект мониторинга (Object of monitoring), методы или технологии мониторинга (methods or technologies for monitoring), модель объекта мониторинга, систему мониторинга (рис. 1).

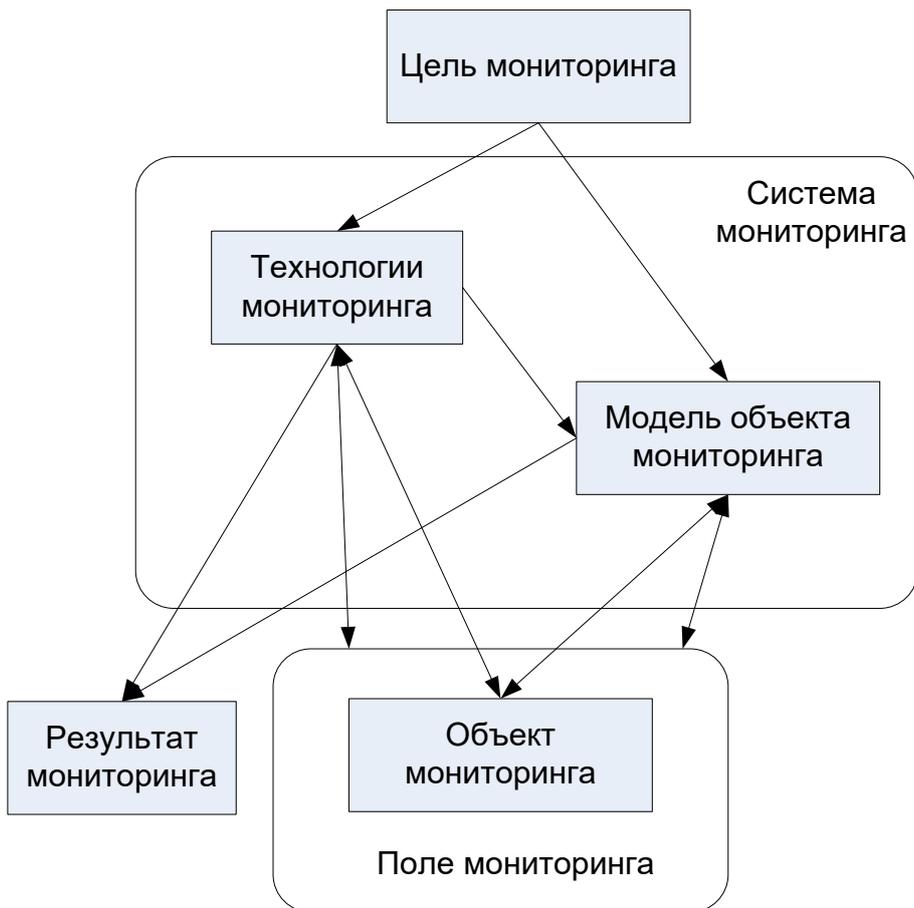


Рис. 1. Обобщенная схема космического мониторинга

Основные функции космического мониторинга следующие: наблюдение, анализ (обработку), прогнозирование (моделирование), управление (локальное, региональное, глобальное) (Цветков, 2015).

Модель объекта мониторинга строят чаще всего после проведения мониторинга. Но, если имеется информация до мониторинга, то строят модель с возможностью исследований этой модели на основе мониторинга. Объект мониторинга находится в информационном поле, которое воздействует на него. По этой причине возможны два варианта мониторинга с использованием модели объекта наблюдения и мониторинга только за счет технологий мониторинга.

Результат мониторинга получается опосредованно через технологии и модель объекта мониторинга, если она применяется. В процессе мониторинга модель может уточняться и корректироваться.

Схема космического мониторинга, приведенная на рис. 1 является общей. Она применима к наземному и космическому мониторингу. При мониторинге используют

разные технологии. Их выбор зависит от объекта мониторинга и цели мониторинга.

При любом виде мониторинга нужны информационные ресурсы. Информационные ресурсы применяют для моделирования, анализа и представления информации. При глобальном мониторинге в качестве информационных ресурсов используют: информационные модели объектов, информационные конструкции (Tsvetkov, 2014), информационные модели ситуации; модели информационного взаимодействия; пространственные информационные модели, информационные модели процессов, прескриптивные и дескриптивные информационные модели (Цветков, 2015).

Принципиальной особенностью космического мониторинга является создание двух типов моделей: прескриптивных и дескриптивных. Дескриптивные модели являются фиксирующими описаниями. Прескриптивные модели описывают два типа процессов. Процессы, происходящие с объектом мониторинга и процессы, которые необходимо выполнять для проведения мониторинга.

При глобальном космическом мониторинге имеется существенное отличие от частных видов мониторинга. Базисными данными глобального космического мониторинга должны быть геоданные (Савиных, Цветков, 2014). Соответственно базовыми информационными моделями должны быть пространственные модели. Системный подход требует организации таких моделей как сложных систем на основе применения специальных элементов – информационных единиц (Павлов, 2015).

При исследовании динамических моделей и явлений применяют динамические информационные модели. Формирование динамической модели объекта мониторинга основано на применении единой координатной системы и применение математических динамических моделей которые описывают не только состояние, но и динамику объектов в реальном пространстве. Информационное пространство мониторинга основано на моделях, которые включают информационно-ресурсную, технологическую – составляющие.

Глобальный мониторинг применяют для решения разных задач: мониторинг территорий (Савиных, 2012), исследования экологического состояния (Савиных, 2012); контроль за движением транспортных средств; контроль за объектами недвижимости, анализ пожароопасных ситуаций, контроль за трубопроводным транспортом; контроль за транспортной инфраструктурой. Это подчеркивает специфику и дифференциацию мониторинга.

Мониторинг включает не только наблюдение, но еще и систематизацию данных, обработку и интерпретацию. Дифференциация мониторинга обуславливает выбор канала электромагнитных волн как основного источника данных. Например, при исследовании пожаров и пожароопасной обстановки необходим инфракрасный диапазон. Он является основным индикатором пожароопасной ситуации. При исследовании арктических или антарктических территорий характерна либо полярная ночь, либо яркий белый фон забивающий оптический диапазон. Это приводит к необходимости применение радиолокационных снимков высокого разрешения.

Множество проблем обуславливает необходимость применения комплексного космического мониторинга инфраструктуры и мониторинга подвижных объектов совместно. Мониторинг применяют для разных целей. Это требует применения классификации мониторинга в зависимости от его назначения и применения. В таблице 1 дана классификация мониторинга объектов.

Таблица 1. Классификация глобального космического мониторинга по факторам

Фактор	Вид мониторинга
1. Активность технологии объекта мониторинга	
1.1. Активная	Активный
1.2. Пассивная	Пассивный
2. Объект мониторинга	
2.1. Локальный объект	Точечный
2.2. Ареал, регион	Ареальный
2.3. Материальный поток	Логистический

3. Масштаб мониторинга	
3.1. Объект	Локальный
3.2. Регион	Региональный
3.3. Страна	Глобальный
3.4. Континент	Глобальный
4. Система поддержки мониторинга	
4.1. Наземная (водная)	Наземный
4.2. Воздушная	Воздушный
4.3. Космическая	Глобальный
4.4. Комплексная	Глобальный
5. Диапазон электромагнитных волн	
5.1. Инфракрасный	Тепловой
5.2. Оптический	Фотограмметрический, геодезический
5.3. Радиолокационный	Радиолокационный
5.4. Рентгеновский	Рентгеновский

Глобальный мониторинг охватывает все пункты [таблицы 1](#), что подчеркивает его важность и значимость. Глобальный мониторинг применяют в первую очередь для изучения процессов и явлений, протекающих в масштабе земного шара. Он изучает планетарные изменения, осуществляет наблюдения за состоянием морей и океанов, а также за состоянием почвы, растительного и животного мира в целом всей планеты. Вопросами организации глобального мониторинга окружающей природной среды осуществляется в рамках программ ООН и Всемирной метеорологической организации. Глобальный мониторинг широко применяют для глобального управления транспортными средствами.

4. Заключение

Эволюция космического мониторинга привела к интеграции его с геоинформационным мониторингом, а затем к появлению глобального мониторинга. Глобальный космический мониторинг является следствием технологической эволюции человечества и решает не только прикладные задачи, но фундаментальные научные задачи. Он повышает качество, и обоснованность результатов мониторинга. Глобальный космический мониторинг повышает качество, оперативность и эффективность управления. В поле глобального мониторинга попадают все виды наземных объектов. Это делает его эффективным средством контроля за земной поверхностью и мировым океаном. Современный глобальный мониторинг является новым научным направлением. Глобальный мониторинг является широким понятием и исследует не только отдельные объекты, но их инфраструктуру, среду и ситуацию, включая прогноз состояния объекта. Глобальный мониторинг использует большое число математических и информационных моделей, что в настоящее время затрудняет создание единой теории мониторинга. Глобальный мониторинг является технологической средой развития общества и требует дальнейших научных исследований.

Литература

[Бармин и др., 2013](#) – Бармин И.В., Ляцук Б.А., Савиных В.П., Цветков В.Я. Принципы глобального космического мониторинга // *Полет. Общероссийский научно-технический журнал*. 2013. № 4. с. 30-36.

[Бондур и др., 2005](#) – Бондур, В.Г., Кондратьев, К.Я., Крапивин, В.Ф., Савиных, В.П. (2005). Проблемы мониторинга и предсказания природных катастроф // *Исследования Земли из космоса*. 2005. № 1. с. 3-14.

[Бондур, 2000](#) – Бондур В.Г. Методы моделирования полей излучения на входе аэрокосмических систем дистанционного зондирования // *Исследование Земли из космоса*. 2000. №5. С. 16-27.

[Затягалова, 2014](#) – Затягалова В.В. Геоэкологический мониторинг загрязнений моря по данным дистанционного зондирования // *Образовательные ресурсы и технологии*. 2014. №5(8). с. 94-99.

- [Майоров, 2015](#) – Майоров А.А. Информационные объекты в информационном поле // *Образовательные ресурсы и технологии*. 2015. №1(9). с. 66-73.
- [Павлов, 2015](#) – Павлов А.И. Информационные модели и информационные единицы // *Перспективы науки и образования*. 2015. №6. с. 12-17.
- [Романов, 2015](#) – Романов И.А. Геоинформационный космический мониторинг // *Образовательные ресурсы и технологии*. 2015. №2 (10). с. 131-137.
- [Савин, Бондур, 2000](#) – Савин, А.И., Бондур, В.Г. Научные основы создания и диверсификации глобальных аэрокосмических систем // *Оптика атмосферы и океана*. Т. 13. №1. С. 46-62.
- [Савиных, 2012](#) – Савиных В.П. Исследование северных территорий по материалам ДДЗ // *Славянский форум*. 2012. 2(2). с. 64-67.
- [Савиных, 2015](#) – Савиных, В.П. Информационное обеспечение научных и прикладных исследований на основе космической информации // *Перспективы науки и образования*. 2015. №2. с. 51-59.
- [Савиных, Цветков, 1999](#) – Савиных, В.П., Цветков, В.Я. (1999). Особенности интеграции геоинформационных технологий и технологий обработки данных дистанционного зондирования // *Информационные технологии*. №10. с. 36-40.
- [Савиных, Цветков, 2001](#) – Савиных, В.П., Цветков, В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. М.: Картоцентр-Геодезиздат, 2001. 224 с.
- [Савиных, Цветков, 2014](#) – Савиных, В.П., Цветков, В.Я. Геоданные как системный информационный ресурс // *Вестник Российской Академии Наук*, 2014, т. 84, № 9, с. 826–829.
- [Цветков, 2012](#) – Цветков, В.Я. Геоинформационный геотехнический мониторинг // *Международный научно-технический и производственный журнал «НАУКИ О ЗЕМЛЕ»*. 2012. №4. с. 54-58.
- [Цветков, 2015](#) – Цветков, В.Я. Дескриптивные и прескриптивные информационные модели // *Дистанционное и виртуальное обучение*, 2015. №7. с. 48-54.
- [Цветков, 2015](#) – Цветков, В.Я. Космический мониторинг: Монография. М.: МАКС Пресс, 2015. 68 с.
- [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
- [Bondur, Tsvetkov, 2015](#) – Bondur, V.G., Tsvetkov, V.Ya. New Scientific Direction of Space Geoinformatics // *European Journal of Technology and Design*, 2015, 4. Vol. 10, Is. 4, pp. 118-126, DOI: 10.13187/ejtd.2015.10.118
- [Georgiadou et al., 2006](#) – Georgiadou, Y., Rodriguez-Pabón, O., Lance, K.T. Spatial data infrastructure (SDI) and e-governance: A quest for appropriate evaluation approaches // *URISA-WASHINGTON DC*, 2006, V.18. №2. p. 43.
- [Tsvetkov, 2012](#) – Tsvetkov, V.Ya. Global Monitoring // *European researcher. Series A*. 2012. № 11-1 (33). С. 1843-1851.
- [Tsvetkov, 2014](#) – Tsvetkov, V.Ya. Information Constructions. *European Journal of Technology and Design*, 2014, Vol (5), № 3. pp. 147-152.

References

- [Barmin i dr., 2013](#) – Barmin, I.V., Lyashchuk, B.A., Savinykh, V.P., Tsvetkov, V.Ya. (2013). Printsipy global'nogo kosmicheskogo monitoringa [Principles of global space monitoring]. *Polet. Obshcherossiiskii nauchno-tekhnicheskii zhurnal*. № 4. s. 30-36.
- [Bondur i dr., 2005](#) – Bondur, V.G., Kondrat'ev, K.Ya., Krapivin, V.F., Savinykh, V.P. (2005). Problemy monitoringa i predskazaniya prirodnykh katastrof [Problems of monitoring and prediction of natural disasters]. *Issledovaniya Zemli iz kosmosa*. № 1. s. 3-14.
- [Bondur, 2000](#) – Bondur, V.G. (2000). Metody modelirovaniya polei izlucheniya na vkhode aerokosmicheskikh sistem distantsionnogo zondirovaniya [Methods of simulation of radiation fields at the entrance of aerospace remote sensing systems]. *Issledovanie Zemli iz kosmosa*. №5. S. 16-27.
- [Zatyagalova, 2014](#) – Zatyagalova, V.V. (2014). Geoekologicheskii monitoring zagryaznenii morya po dannym distantsionnogo zondirovaniya [Geoenvironmental monitoring of marine

pollution from remote sensing data]. *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*. №5(8). s. 94-99.

[Maiorov, 2015](#) – *Maiorov, A.A.* (2015). Informatsionnye ob"ekty v informatsionnom pole [Information objects in the information field]. *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*. №1(9). s. 66-73.

[Pavlov, 2015](#) – *Pavlov, A.I.* (2015). Informatsionnye modeli i informatsionnye edinitsy [Information objects in the information field]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. №6. s. 12-17.

[Romanov, 2015](#) – *Romanov, I.A.* (2015). Geoinformatsionnyi kosmicheskii monitoring [Information models and information units]. *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*. №2 (10). s. 131-137.

[Savin, Bondur, 2000](#) – *Savin, A.I., Bondur, V.G.* (2000). Nauchnye osnovy sozdaniya i diversifikatsii global'nykh aerokosmicheskikh system [Scientific foundations of creation and diversification of global aerospace systems]. *Optika atmosfery i okeana*. T. 13. №1. S. 46-62.

[Savinykh, 2012](#) – *Savinykh, V.P.* (2012). Issledovanie severnykh territorii po materialam DDZ [A study of northern territories on the basis of DSD materials]. *Slavyanskii forum*. 2(2). s. 64-67.

[Savinykh, 2015](#) – *Savinykh, V.P.* (2015). Informatsionnoe obespechenie nauchnykh i prikladnykh issledovaniy na osnove kosmicheskoi informatsii [Information support of scientific and applied research on the basis of space information]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. №2. s. 51-59.

[Savinykh, Tsvetkov, 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 for processing remote sensing data]. *Informatsionnye tekhnologii*. №10. s. 36-40.

[Savinykh, Tsvetkov, 2001](#) – *Savinykh, V.P., Tsvetkov, V.Ya.* (2001). Geoinformatsionnyi analiz dannykh distantsionnogo zondirovaniya [Geoinformation analysis of remote sensing data]. M.: Kartotsentr-Geodezizdat, 224 s.

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

[Tsvetkov, 2012](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* (2012). Geoinformatsionnyi geotekhnicheskii monitoring [Geoinformation Geotechnical Monitoring]. *Mezhdunarodnyi nauchno-tekhnicheskii i proizvodstvennyi zhurnal «NAUKI O ZEMLE»*. №4. s. 54-58.

[Tsvetkov, 2015](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* (2015). Deskriptivnye i preskriptivnye informatsionnye modeli [Descriptive and prescriptive information models]. *Distantsionnoe i virtual'noe obuchenie*, 2015. №7. s. 48-54.

[Tsvetkov, 2015](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* (2015). Kosmicheskii monitoring [Space monitoring]: Monografiya. M.: MAKSPress, 68 s.

[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

[Bondur, Tsvetkov, 2015](#) – *Bondur, V.G., Tsvetkov, V.Ya.* (2015). New Scientific Direction of Space Geoinformatics. *European Journal of Technology and Design*, 4. Vol. 10, Is. 4, pp. 118-126, DOI: 10.13187/ejtd.2015.10.118

[Georgiadou et al., 2006](#) – *Georgiadou, Y., Rodriguez-Pabón, O., Lance, K.T.* (2006). Spatial data infrastructure (SDI) and e-governance: A quest for appropriate evaluation approaches. *URISA-WASHINGTON DC*, V.18. №2. p. 43.

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

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

УДК 001.89 528.8

Эволюция космического мониторинга

В.П. Савиных ^{а, *}

^а МИИГАиК, Российская Федерация

Аннотация. Космический мониторинг является этапом эволюции общества. Глобализация привела к появлению глобального мониторинга. Статья описывает эволюцию космического мониторинга от частной технологии мониторинга к интегрированной технологии глобального мониторинга. Показано, что методически космический мониторинг опирается на геоинформационный мониторинг. Как технология космический мониторинг применяет средства дистанционного зондирования Земли. Глобальный космический мониторинг не является единой технологией, а включает разные виды и технологии.

Ключевые слова: мониторинг, космический мониторинг, глобальный мониторинг, космические исследования, геомониторинг, геоинформационный мониторинг, дистанционное зондирование, моделирование.

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: president@miigaik.ru (В.П. Савиных)

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): 41-46

DOI: 10.13187/rjar.2017.3.41
www.ejournal28.com



UDC 52-32, 52-34, 004.041

The Logarithmic Measure the Orbits of the Planets of the Solar System

V.Ya. Tsvetkov ^{a,*}^aMoscow technological University (MIREA), Russian Federation

Abstract

The article explores the structure of the solar system with the use of natural units. The article reveals the shortcomings of anthropocentric approach to the knowledge of the outside world. The article argues that the anthropocentric approach, in some cases giving correct quantitative descriptions of some processes. The article argues that the anthropocentric approach in general leads to a distortion of the natural world view. The article examines the pattern of distribution of the orbits of the planets of the solar system. The article shows that the artificial units produce unstable estimates of this distribution. The article shows that the natural units provide robust estimates of the distribution of the radii of the orbits. The article shows that the logarithmic measure of assessment gives a stable orbits and allocation is preferred.

Keywords: The solar system, astrophysics, cognition, picture of the world, system analysis, the anthropocentric approach, artificial units, natural units, harmonic analysis, natural scale, logarithmic scale.

1. Введение

Длительное время наблюдение окружающего мира и движение небесных светил человек проводил с поверхности Земли. Земля вращается вокруг своей оси и в соответствии с принципом относительности человек воспринимал земное вращение как вращение небесной сферы (Zellik, 2002). Это на протяжении многих столетий препятствовало осознанию структуры Солнечной системы. Мир можно рассматривать как систему вложенных систем (Savinykh, 2014; Tsvetkov, 2015). Но вложенность этих систем зависит от восприятия и умения человека анализировать не только отношение, но движение систем. Видимые относительные движения планет и Солнца человечество воспринимало как их истинные движения вокруг неподвижной Земли. Это следствие антропоцентрического подхода. По этой причине достаточно долго для описания окружающего мира применялась геоцентрическая модель, в соответствии с которой в центре вселенной находится неподвижная Земля, а вокруг неё по достаточно сложным законам движутся все небесные тела. Наиболее полно такая модель была разработана античным математиком и астрономом Клавдием Птолемеом. Несмотря на концептуальную ошибочность такой модели мира, она позволяла с достаточной точностью описывать наблюдаемые движения светил. Но налицо был семантический разрыв (Tsvetkov, 2013) между воспринимаемой (кажущейся) картиной мира (Savinykh, 2015; Tsvetkov, 2014a) и ее реальной моделью. Сущность семантического

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

разрыва состояла в том, что истинная вложенность систем мира трактовалась на основе воспринимаемости и ошибочного предположении неподвижности Земли. Однако это лишь отражение общего антропоцентрического подхода человека к познанию окружающего мира. Цель настоящего исследования – нахождение устойчивых естественных единиц в структуре Солнечной системы.

2. Материал и методы исследования

В качестве материала использовались существующие работы в области структуры Солнечной системы и работы в области единиц измерения. В качестве методики исследования применялся системный анализ, корреляционный и регрессионный анализ.

3. Результаты

Преодоление первого семантического разрыва

Преодоление семантического разрыва в понимании истинной вложенности систем, создающих картину мира и структуры Солнечной системы, произошёл в XVI веке, благодаря исследованиям польского астронома Николая Коперника. Он предложил гелиоцентрическую модель (Rufus, 1923) для описания вложенности систем, которая создала гелиоцентрическую картину мира. В основе гелиоцентрической модели лежали следующие положения:

- в центре мира находится Солнце, а не Земля;
- Земля вращается вокруг своей оси, и это вращение объясняет видимое суточное движение светил;
- Земля, как и все другие планеты, обращается вокруг Солнца по круговым орбитам, и это вращение объясняет видимое движение Солнца среди звёзд;
- все движения представляются в виде комбинации равномерных круговых движений;
- кажущиеся прямые и попятные движения планет (Kleczek, 1961) принадлежат не планетам, а обусловлены вращением Земли.

Благодаря гелиоцентрической модели Солнце перестало считаться планетой, как и Луна, которая стала спутником Земли. В 1672 году Джованни Кассини и Жан Рише определили расстояние до Марса, благодаря чему была определена астрономическая единица (Williams, 1997), которая получила выражение в земных (искусственных) единицах измерения расстояния. Это стало одним из прецедентов отношений между антропоцентрическими и естественными мерами. Однако и эта гелиоцентрическая модель являлась условной, поскольку центром вселенной считалось Солнце. В этом также следует рассматривать элемент антропоцентрического подхода. Определим антропоцентрический подход как метод создания теории, модели или картины мира, в котором человеческие (земные) единицы измерений или его точка зрения преувеличивается в сравнении с объективно существующей ситуацией или картиной мира.

Меры и единицы измерения

Меры измерения, а чаще единицы измерения (*Measurement unit, unit of measurement*) представляют собой физическую величину фиксированного размера и определенного качества, которой условно по соглашению присвоено числовое значение, равное единице. Качество задается шкалами измерения и физической размерностью величины. Единица измерения служит основой сравнения или измерения любой другой величины того же качества и выразить их отношение в виде числа (числовой меры). Единица измерения применяется для количественного выражения однородных с ней физических величин. Единицы измерения имеют присвоенные им по соглашению наименования и обозначения (IUPAC, 2008). Число с указанием единицы измерения называется именованным. В настоящее время понятие единиц измерения распространилось и в информационную область (Tsvetkov, 2009; Ozhereleva, 2014).

Введение единиц измерения на протяжении длительного развития человечества характеризуется также антропоцентрическим подходом. Например, любые единицы: дюйм, ярд, локоть, метр, сажень, верста, градус, килограмм - мотивированы человеческими аргументами без привязки к естественным отношениям в пространстве. Эти единицы следует считать искусственными, образующими искусственное информационное поле (Tsvetkov, 2014b). Естественными следует считать единицы, которые заданы природой или существующими в ней устойчивыми отношениями. К таким естественным единицам относится радиус Земли,

расстояние между центром Земли и центром Луны, астрономическая единица и др. К естественным отношениям можно отнести числа Фибоначчи, отношение сторон (3, 4, 5) в прямоугольном треугольнике, отношения между звуками и размерами и пр. Здесь следует остановиться на том, что в природе существуют закономерности которые называют гармоническими. Гармоничность связана либо с целочисленными значениями, либо с устойчивыми отношениями для разных объектов одного качества.

Структура Солнечной системы и ее естественные единицы

Солнечная система — планетная система, которая включает Солнце и все естественные космические объекты, вращающиеся вокруг неё. Солнечная система входит в состав галактики Млечный Путь. Система включает восемь планет, имеющих почти круговые орбиты, и объекты, называемые малыми телами солнечной системы.

Солнечную систему разделяют на регионы. Внутренняя часть Солнечной системы включает четыре планеты земной группы и пояс астероидов. Внешняя часть начинается за пределами пояса астероидов и включает четыре газовых гиганта ([Overview, 2016](#)). После открытия пояса Койпера наиболее удалённой частью Солнечной системы считают регион, состоящий из объектов, расположенных дальше Нептуна ([Overview, 2016](#)). Четыре (внутренние) планеты: Меркурий, Венера, Земля и Марс — называют планетами земной группы. Четыре (внешние) планеты: Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун — называют газовыми гигантами и они намного массивнее, чем планеты земной группы.

В Солнечной системе имеются две области, заполненные малыми телами. Первая область — пояс астероидов, находящийся между Марсом и Юпитером, сходен по составу с планетами земной группы, поскольку состоит из силикатов и металлов. Вторую область образуют объекты пояса Койпера. Пояс Койпера — область Солнечной системы от орбиты Нептуна (30 а.е. от Солнца) до расстояния около 55 а.е. от Солнца ([Woolfson, 2000](#)). Пояс Койпера примерно в 20 раз шире и в 20—200 раз массивнее пояса астероидов. Как и пояс астероидов, он состоит в основном из малых тел, оставшихся после формирования Солнечной системы.

Такая модель в качестве критерия построения структуры Солнечной системы использует критерий близости к Солнцу. Она по существу описывает приближение небесного тела к Солнцу, безотносительно к его приближению к планетам. В настоящее время эта модель использует для оценки близости или удаленности естественную единицу, которую называют астрономической. Антропоцентричность состоит в том, что именно расстояние от Солнца до Земли взято за эталон, а не расстояние между внеземными объектами.

Попытка применить естественные меры — радиус Земли и астрономическую единицу дана в работе ([Barmin, 2014](#)) при определении границ: околоземного, подлунного и залунного пространств. По существу была дана дополнительная структуризация Солнечной системы, связанная: околоземным, подлунным, залунным - пространствами, внутренней (оставшейся частью) и внешней частью Солнечной системы. Залунное пространство простирается от Солнца до орбиты Марса ([Barmin, 2014](#)).

Любое пространство или множество создается по принципу однородности свойства элементов пространства или элементов множества. Такая детализация пространства, вложенного в пространство Солнечной системы, была продиктована необходимостью учета астероидной опасности. Такая модель описывает приближение небесного тела в первую очередь к Солнцу и Земле, безотносительно к его приближению к другим планетам ([Tsvetkov, 2016](#)).

Анализ орбит

В [таблице 1](#) представлены радиусы орбит разных планет, для которых в качестве единицы измерения использовались последовательно радиусы орбит каждой из планет и расстояние между Землей и Луной ([Savinykh, 2012](#)).

Таблица 1. Орбиты планет, выраженные в радиусах разных планет и Луны

№		Меркурий	Венера	Земля	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун	Луна
1	Меркурий	1	0,5	0,2	0,25	0,07	0,0	0,020	0,013	148,3
2	Венера	1,9	1,00	0,6	0,47	0,14	0,1	0,037	0,024	280,9
3	Земля	2,6	1,4	1	0,66	0,19	0,1	0,052	0,033	390,2
4	Марс	4,0	2,1	1,9	1,00	0,29	0,2	0,079	0,051	593,1
5	Юпитер	13,7	7,2	11,9	3,42	1	0,5	0,271	0,173	2028,9
6	Сатурн	25,1	13,3	29,5	6,28	1,83	1,0	0,496	0,317	3722,2
7	Уран	50,6	26,7	84,0	12,64	3,70	2,0	1,000	0,639	7499,0
8	Нептун	79,1	41,8	164,8	19,78	5,78	3,2	1,564	1,000	11728,4
9	ККор.	0,886	0,886	0,821	0,886	0,886	0,886	0,886	0,886	0,886
10	Регресс.	10,32	5,4	19,81	2,58	0,75	0,41	0,20	0,13	1530,76

В строке 9 вычислены коэффициенты корреляции (ККор) между радиусами орбит и номером планеты от 1 до 8. Выпадает астрономическая единица как естественная мера измерения по отношению к другим радиусам орбит.

В строке 10 вычислены коэффициенты регрессии, которые характеризуют наклон линейной регрессии для каждой единицы измерения расстояния орбит. Имеет место тенденция для строки 10 – разброс наклонов линейных регрессий.

В таблице 2 представлены значения натуральных логарифмов величин, приведенных в таблице в строках 1-8, и рассчитанные для этих значений коэффициенты корреляции (строка 9) и наклоны линейной регрессии (строка 10). Значения представлены упрощенно, в реальности расчеты проводились до 6 знака и именно такие значения служили основой вычислений.

Таблица 2. Логарифмы орбит планет, выраженные в радиусах разных планет и Луны

№		Меркурий	Венера	Земля	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун	Луна
1	Меркурий	0	-0,6	-1,4	-1,4	-2,6	-3,2	-3,9	-4,4	5,0
2	Венера	0,6	0,0	-0,5	-0,7	-2,0	-2,6	-3,3	-3,7	5,6
3	Земля	1,0	0,3	0,0	-0,4	-1,6	-2,3	-3,0	-3,4	6,0
4	Марс	1,4	0,7	0,6	0,0	-1,2	-1,8	-2,5	-3,0	6,4
5	Юпитер	2,6	2,0	2,5	1,2	0,0	-0,6	-1,3	-1,8	7,6
6	Сатурн	3,2	2,6	3,4	1,8	0,6	0	-0,7	-1,1	8,2
7	Уран	3,9	3,3	4,4	2,5	1,3	0,7	0	-0,4	8,9
8	Нептун	4,4	3,7	5,1	3,0	1,8	1,1	0,4	0	9,4
9	ККор.	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991
10	Регресс.	0,6549	0,6549	0,9794	0,6549	0,6549	0,6549	0,6549	0,6549	0,6549

Сравнение строк 9 для таблиц 1 и 2 показывает, что логарифмическая зависимость обладает большей устойчивостью, чем натуральные измерения орбит.

Сравнение строк 10 для таблиц 1 и 2 показывает, что логарифмическая зависимость дает устойчивые значения наклонов линейной регрессии для планет, что может характеризовать данную оценку как устойчивую и естественную. Наклон линии, характеризующей зависимость логарифма орбиты от номера планеты, един для разных единиц измерения и становится константой. Это дает считать данную зависимость естественной, в отличие от разброса линий регрессии в [таблице 1](#).

4. Обсуждение

Тенденция использования антропоцентрического подхода в познании окружающего мира, без учета его естественных свойств создает искусственные модели и меры, которые в отдельных случаях искажают картину мира и не выделяют его существенные качественные характеристики. Проведенный анализ показывает, что применение логарифмических мер измерения расстояний в Солнечной системе дает более устойчивые отношения и закономерности в сравнении с натуральными измерениями в любых единицах. Пока логарифмические меры мало применяют в исследовании окружающего пространства. Поэтому дальнейшим этапом исследований в этом направлении является разработка инвариантов, применяющих логарифмические меры измерений. Логарифмические меры измерений применяют в акустике. Человек воспринимает звук по логарифмической шкале. Поэтому применение логарифмической шкалы в исследовании космического пространства не является принципиально новым с точки зрения физики.

На наш взгляд гармонический анализ также должен служить критерием поиска естественных единиц измерения и естественных отношений в противовес антропоцентрическим единицам и закономерностям. В большом необходимо проанализировать все единицы измерений, применяемые человеком для оценки их естественного или искусственного характера. В малом необходимо проводить исследования с выявлением естественности или искусственности применяемых единиц измерения и закономерностей. Естественные закономерности и единицы должны характеризоваться большей устойчивостью меньшим разбросом значений параметров.

Существуют понятия естественной и искусственной классификации ([Tsvetkov, 2008](#); [Elsukov, 2016](#)), которые отражают антропоцентрический и естественный подходы. Точно также необходимо сделать при исследовании космического пространства и Солнечной системы в частности.

5. Заключение

Анализ работ в области исследования космического пространства показывает преобладание использования размерных натуральных единиц измерения в противовес использованию безразмерным единицам измерения и логарифмическим единицам в частности. Безразмерность уменьшает антропоцентризм, то есть рассмотрение картины мира с позиций искусственных единиц измерения в противовес естественным. Применение логарифмической меры дает инвариант в строке 10 таблицы 2 в противовес разбросу значений этой же величины (строка 10, [таблица 1](#)). Исследования показали целесообразность применения логарифмической шкалы для изучения структуры Солнечной системы и возможно всего космического пространства. Пока можно констатировать этот факт. Теоретические объяснения этого феномена возможны в дальнейших исследованиях.

References

- [Barmin, 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/
- [Elsukov, 2016](#) – *Elsukov, P.Yu.* (2016). Classification and typing in computer science // *Prospects of science and education*, 2016, №2. pp. 7-11.
- [IUPAC, 2008](#) – *Iupac, B., Oiml, I.* (2008). International Vocabulary of Metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM).
- [Kleczeq, 1961](#) – *Kleczeq, J.* (1961). *Astronomical Dictionary in Six Languages*. Nakl. ČSAV.

- Overview, 2016** – An Overview of the Solar System. The Nine Planets. (2016). [Electronic resource]. URL: <http://nineplanets.org/overview.html> (data view: 09.07.2016).
- Ozhereleva, 2014** – Ozhereleva, T.A. (2014). Systematics for information units // *European Researcher*, 2014, Vol.(86), № 11(1), pp. 1894-1900. DOI: 10.13187/er.2014.86.1900
- Rufus, 1923** – Rufus, W.C. (1923). The astronomical system of Copernicus // *Popular Astronomy*. Vol. 31. P. 510.
- Savinykh, 2012** – Savinykh, V.P., Tsvetkov, V. Ya. (2012). Comparative Planetology. Moscow. MIIGAiK.
- Savinykh, 2014** – Savinykh, V. P. (2014). Information support of space research // *Prospects for Science and Education*. №2, pp. 9-14.
- Savinykh, 2015** – Savinykh, V.P. (2015). Space research as a means of forming the world picture // *Prospects for Science and Education*. №1. pp. 56-62.
- Tsvetkov, 2008** – Tsvetkov, V.Ya. (2008). Formal and substantive classification // *Modern high technologies*. №6. pp. 85-86.
- Tsvetkov, 2009** – Tsvetkov, V.Ya. (2009). Logic units of information systems // *European Journal of Natural History*. № 2. pp. 99-100.
- Tsvetkov, 2013** – Tsvetkov, V.Ya. (2013). Information Interaction as a Mechanism of Semantic Gap Elimination // *European Researcher. Series A*. Vol.(45), № 4-1, pp. 782-786.
- Tsvetkov, 2014a** – Tsvetkov, V.Ya. (2014). Worldview Model as the Result of Education // *World Applied Sciences Journal*. 31(2). pp. 211-215.
- Tsvetkov, 2014b** – Tsvetkov, V.Ya. (2014). Natural and artificial information field // *International Journal of Applied and Basic Research*. №5-2. pp. 178-180.
- Tsvetkov, 2015** – Tsvetkov, V.Ya. (2015). Space monitoring. Moscow.: MAKS Press.
- Tsvetkov, 2016** – Tsvetkov, V.Ya. (2016). The Problem of Asteroid-Comet Danger // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*. Vol. 2, Is. 1, pp. 33-40.
- Williams, 1997** – Williams Gareth V. (1997). "Astronomical unit", in James H. Shirley, Rhodes Whitmore Fairbridge, *Encyclopedia of planetary sciences*, Springer, c. 48, ISBN 0412069512
- Woolfson, 2000** – Woolfson, M. (2000). The origin and evolution of the solar system // *Astronomy & Geophysics*. V. 41. P. 1.12. DOI:10.1046/j.1468-4004.2000.00012/
- Zellik, 2002** – Zellik, Michael (2002). *Astronomy: The Evolving Universe*. 9th ed. Cambridge University Press.

УДК 52-32, 52-34, 004.041

Логарифмическая мера орбит планет Солнечной системы

Виктор Яковлевич Цветков^{а,*}

^аМосковский технологический университет (МИРЭА), Российская Федерация

Аннотация. Статья исследует структуру Солнечной системы с применением естественных единиц измерения. Статья раскрывает недостатки антропоцентрического подхода при познании окружающего мира. Показано, что антропоцентрический подход, хотя и дает правильные описания некоторых процессов, в целом ведет к искажению естественной картины мира. Исследована закономерность распределения орбит планет солнечной системы. Показано, что искусственные единицы измерения дают неустойчивые оценки такого распределения. Показано, что естественные единицы измерения дают устойчивые оценки такого распределения. Показано, что логарифмическая мера измерения дает устойчивую оценку распределения орбит и является предпочтительной.

Ключевые слова: солнечная система, астрофизика, познание, картина мира, системный анализ, антропоцентрический подход, искусственные единицы измерения, естественные единицы измерения, гармонический анализ, натуральная шкала, логарифмическая шкала.

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