



Космический геоинформационный мониторинг

В статье рассмотрено состояние и развитие космического геоинформационного мониторинга. Показано, что космический геоинформационный мониторинг является результатом интеграции глобального геоинформационного мониторинга и космического мониторинга. Описаны информационные особенности этого мониторинга. Показано различие между диверсифицированным космическим мониторингом и космическим геоинформационным мониторингом. Раскрыто содержание технологических особенностей данного мониторинга.

Ключевые слова: информация, философия информации, космические исследования, мониторинг, геоданные, космический геоинформационный мониторинг, глобальный мониторинг



Space geoinformation monitoring

The article describes the state of geo-information and space monitoring development. The article proves that there is space geoinformation monitoring result of the integration of the global geoinformation monitoring and satellite monitoring. This article describes the features of the monitoring information. This article describes the difference between a diversified space monitoring geoinformation and space monitoring. This article describes the contents of the technological features of this monitoring.

Keywords: information, information philosophy, space research, monitoring, geodata, space geoinformation monitoring, global monitoring

Введение

Космические исследования являются важным источником извлечения информации [1, 2, 3] в информационном поле [4] околоземного и наземного пространства. Технологии космических исследований получают информацию в полной зоне спектра электромагнитных волн: тепловом [5], радиолокационном [6], оптическом [7], рентгеновском [8]. Технологии космического мониторинга в настоящее время являются не совокупностью отдельных технологий, а целостной системой, позволяющей дублировать и дополнять информацию получаемую по разным каналам. По масштабу космический мониторинг является

глобальным мониторингом. Глобальный мониторинг [9] служит основой формированию инфраструктуры пространственных данных (Spatial Data Infrastructure) [10]. Глобальный мониторинг в качестве теоретической основы использует геоинформационный мониторинг [11]. Глобальный мониторинг в качестве технологической основы применяет космический мониторинг [8]. Это естественным образом интегрирует оба мониторинга и приводит к новой технологии космический геоинформационный мониторинг.

**Информационные характеристики
космического геоинформационного
мониторинга**

Информационные характеристики относятся к информационно определяемым характеристикам. Космический геоинформационный мониторинг (КГМ) имеет ряд преимуществ, к главным из которых относятся [12, 13]: - 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. Дистанционные аэрокосмические методы зондирования Земли доказали свою эффективность. Особенностью их развития является диверсификация [14, 15] или дифференциация.

При космическом геоинформационном мониторинге выделяют следующие информаци-

онные факторы (рис.1): цель мониторинга; поле мониторинга, объект мониторинга, методы мониторинга, информационная модель объекта мониторинга, информационная ситуация объекта мониторинга, данные мониторинга.

Объект мониторинга находится в информационном поле и вокруг него существует информационная ситуация, которая воздействует на него. Это воздействие определяет область информационной ситуации. Не все поле, а только часть поля, описываемая информационной ситуацией, действует на объект мониторинга и это действие должно быть учтено.

Основными данными КГМ являются геоданные [16]. Их преимуществом является то, что они представляют системный информационный ресурс [17] и позволяют проводить системный анализ в поле мониторинга [18, 19].

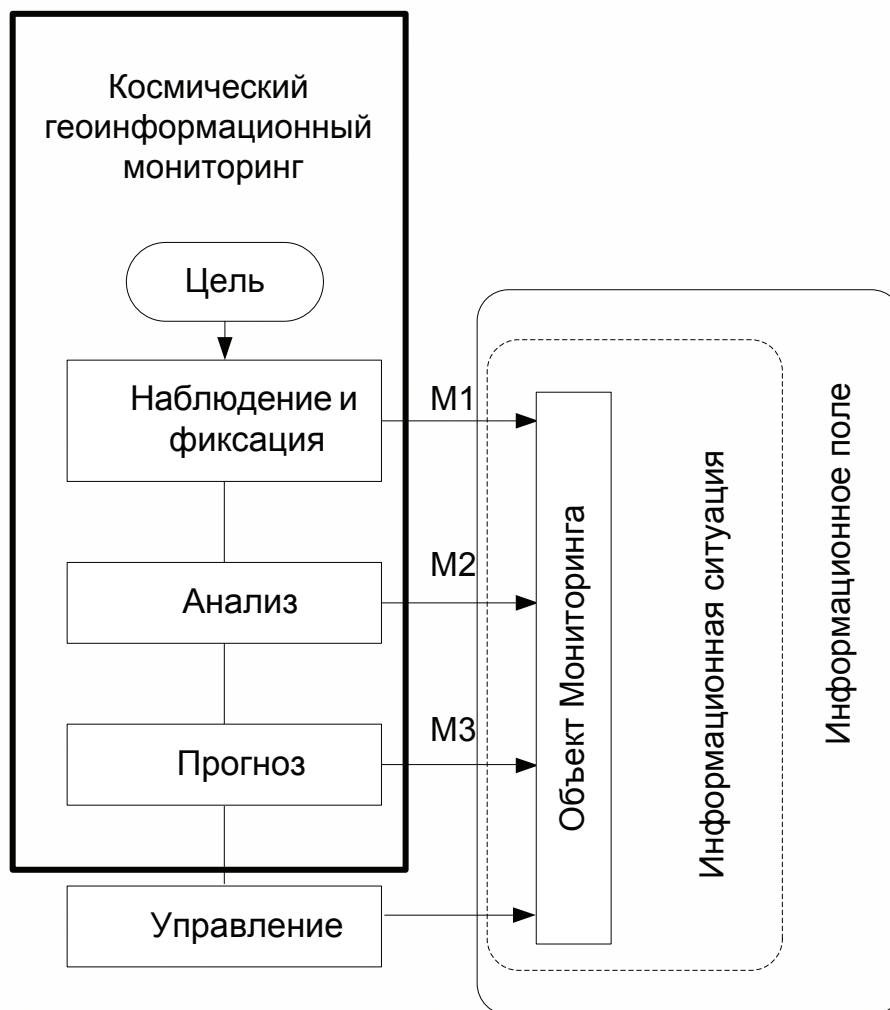


Рис. 1. Основные компоненты космического информационного мониторинга

При космическом мониторинге используют разные информационные модели (Рис.2): информационную конструкцию [20] (обобщенная модель объектов и процессов), информационную модель ситуации; модель информационного взаимодействия [21]; информационные единицы (процессов, представления, хранения и передачи информации) [22].

Космический геоинформационный мониторинг 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.



Рис.2. Взаимосвязи моделей при космическом геоинформационном мониторинге

Технологические особенности космического геоинформационного мониторинга. Современный космический геоинформационный мониторинг является интегрированной технологией, которая объединяет разные технологии. Напомним, что геоинформационный мониторинг [11] включает в общем случае четыре основные функции: наблюдение; анализ, прогнозирование, управление (рис.1). Все эти функции присутствуют в КГМ. Не всегда эти функции используют в полном объеме, но принципиальная возможность их реализации имеется. Таким образом, первой особенностью КГМ является интеграция разных технологий в единую технологию.

Второй особенностью КГМ является возможность комплексной обработки данных получаемых из разных источников и от разных технологий. Это достигается применением геоданных и системой комплементарных информационных ресурсов [23].

На практике широко применяют диверсифицированный космический мониторинг [14, 15]. Необходимо различать космический мониторинг и космический геоинформационный мониторинг. Диверсифицированный космический мониторинг – это мониторинг, который осуществляют с помощью однотипных средств измерений и окончательный результат получают в рамках методик обработки пространственной информации в не стандартизованном виде [24].

Геоинформатика интегрирует науки о Земле. Поэтому космический геоинформационный мониторинг является более широким понятием. КГМ включает большее число технологий наблю-

дения, решает большее число задач и позволяет обрабатывать более разнообразные данные, чем те которые получают в рамках технологий дистанционного зондирования. КГМ распространяется на более широкий класс задач. Например, мониторинг городских территорий, мониторинг пожароопасных зон, мониторинг чрезвычайных ситуаций, мониторинг подвижных объектов, экологический мониторинг, мониторинг земель, мониторинг транспортных объектов.

Кроме того, различие существует на уровне исходных данных. Диверсифицированный мониторинг использует данные одного канала получения информации. Космический геоинформационный мониторинг использует геоданные, которые включают фотограмметрические данные, картографические данные, данные дистанционного зондирования. КГМ может включать диверсифицированный мониторинг как составную часть. Это происходит тогда, когда окончательный результат формируется вне технологий дистанционного зондирования, например в ГИС или имеет картографическую форму представления.

Космический геоинформационный мониторинг может классифицирован по разному, в зависимости от аспекта рассмотрения. По аспекту размера наблюдаемых территорий выделяют следующую иерархию: глобальный, региональный и локальный мониторинг. В совокупности они могут образовывать единую сложную систему мониторинга. Региональный мониторинг является подуровнем глобального, а локальный подуровнем регионального. В тоже время они могут функционировать независимо.

Локальный мониторинг (мониторинг объектов, локальных явлений) применяют к отдельным объектам и районам, подверженным антропогенным воздействиям. К ним относятся отдельные водоемы, лесные и горные массивы, городские районы, отдельные представители растительного и животного мира. Основными объектами наблюдения локального мониторинга являются: приземной слой воздуха, поверхностные и грунтовые воды, промышленные и бытовые стоки, атмосферные выбросы, радиоактивные излучения.

Региональный мониторинг (мониторинг экосистем, региональных явлений) применяют для обследования больших территориальных зон, которые образуют отдельные городские, природные, лесные и водные экосистемы. Целью регионального мониторинга является контроль за параметрами экосистем. Он включает оценку отличия наблюдаемых значений параметров от фоновых, установление влияния на наблюдаемые параметры имеющихся в регионах источников антропогенного воздействия. В ходе его проведения исследуют происходящие биологические круговороты и их нарушения, следят за популяциями представителей животного мира, возможностями природных ресурсов по обеспечению жизнедеятельности конкретных регионов. Региональные изменения параметров атмосферы, гидросферы и литосферы [25].

Глобальный мониторинг [9] (мониторинг поверхности Земли, глобальных явлений) применяют для изучения процессов, протекающих шире, чем региональные процессы, например изучение информации о всей биосфере. 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.

По аспекту выбора станций наблюдения различают: космический, воздушный и наземный мониторинг. В этом аспекте иерархии нет. Эти виды мониторинга дополняют друг друга. Геодезический мониторинг относится к наземному. Например, мониторинг геологической среды, дополнительно к космическому мониторингу, включает: геодезический мониторинг движения земной коры; сейсмический мониторинг; мониторинг оползневых склонов. Система геодезического мониторинга состоит из 250 постоянных пунктов и также включает специализированную сеть по геодинамическим наблюдениям современных движений земной коры и деформаций геологической среды. Сейсмический мониторинг осуществляется на основе использования сети наблюдений, получаемой информации с 8

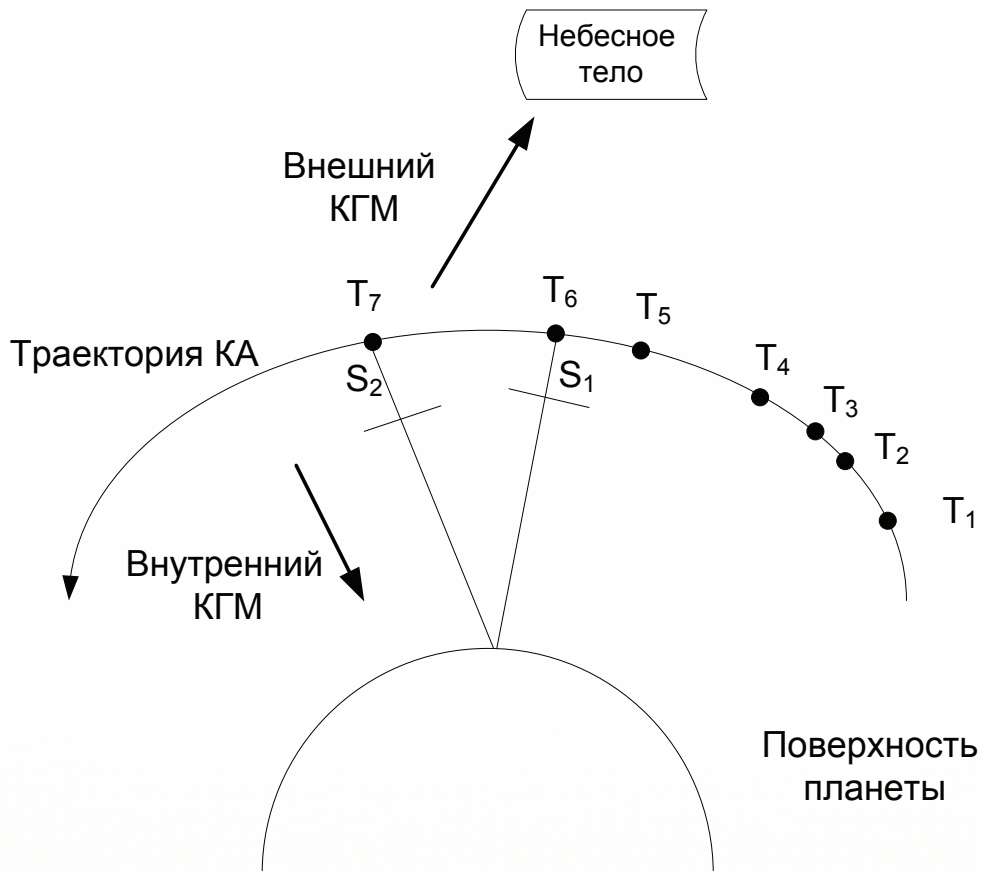


Рис.3. Внешний и внутренний космический геоинформационный мониторинг

постоянных пунктов. Аналогичные наблюдения выполняет Центр региональных геофизических и геоэкологических исследований «Геон», который использует с 1996 года также 8 пунктов наблюдений. В ходе сейсмического мониторинга изучаются воздействия на объекты города сейсмических колебаний от естественных и искусственных источников.

По аспекту направленности мониторинга различают внутренний (земной) и внешний (внеземной) виды геоинформационного мониторинга (рис.3). Внутренний направлен на поверхность Земли и процессы, происходящие на ней. Внешний мониторинг направлен на объекты, влияющие на биосферу Земли и протекающие процессы на ее поверхности. Это Луна, планеты Солнечной системы и особо опасные космические объекты.

На рис.3 отражены принципы внешнего и внутреннего космического геоинформационного мониторинга. Показана траектория движения космического аппарата. Точки Т – это точки наблюдений. В точках Т6 и Т7 производится фотосъемка и, где S1 и S2 условные базисные точки съемки. Внутренний КГМ направлен на поверхность планеты. Внешний КГМ направлен на небесные тела, в первую очередь особо опасные. Кроме того он также изучает ближний и дальний космос.

При этом не надо отождествлять внешний мониторинг с изучением этих объектов. Внешний мониторинг выполняет индикационные функции в первую очередь. То есть, в какой степени изменение состояния внешних объектов негативно влияет или может повлиять на состояние земной цивилизации.

Примером системы внешнего мониторинга является МАКСМ (Международная Аэрокосмическая Система Мониторинга глобальных явлений) – глобальная система прогнозирования природных и техногенных катастроф [26]. Назначение МАКСМ – глобальный мониторинг из космического пространства земной поверхности, атмосферы и околоземного пространства с передачей данных наблюдений в наземные ситуационные центры прогнозирования и оповещения

в квазиреальном времени в интересах решения задач прогнозирования и предупреждения о стихийных бедствиях, а также организация координатно-временного обеспечения и глобального дистанционного обучения.

Общие принципы организации геоинформационного мониторинга включают использование: семантических информационных единиц, информационных моделей объектов, информационных моделей ситуаций.

Общие принципы анализа результатов геоинформационного мониторинга включают использование: оценку надежности результатов, устранение погрешностей и неопределенности, параметрического описания результатов, коррелятивный анализ, визуальное моделирование.

Базовым понятием геоинформационного мониторинга является информационная модель ситуации. Именно она, на основе специальных информационных моделей, позволяет оценить состояние объекта мониторинга, его информационную позицию и его информационное преимущество и прочее.

Заключение

Современный космический геоинформационный мониторинг может рассматриваться как новая технология космических исследований. В настоящее время идут исследования в области космической геоинформатики [27, 28] как нового научного направления. Поэтому введение термина «космический геоинформационный мониторинг» вполне уместно. Современный космический геоинформационный мониторинг может рассматриваться как новая информационная или геоинформационная технология. По существу КГМ это интегрированный комплекс технологий, использующий организацию данных геоинформатики, инструментарий космических исследований и методы обработки информатики. Такая интеграция технологий и данных позволяет решать широкий круг задач, которые с помощью других технологий решить нельзя. Это создает преимущество КГМ как уникального инструмента познания окружающего мира..

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондур В.Г., Шарков Е.А. Статистические характеристики пенных образований на взволнованной морской поверхности // Океанология. 1982. Т.29. №3. С. 372-379
2. Бондур В.Г. Моделирование двумерных случайных полей яркости на входе аэрокосмической аппаратуры методом фазового спектра // Исследование Земли из космоса. 2000. № 5. С.28-44.
3. Савиных В.П. Космические исследования как средство формирования картины мира // Перспективы науки и образования. 2015. № 1. С. 56-62.
4. Бондур В.Г. Информационные поля в космических исследованиях // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. №2 (10). С. 107-113.
5. Савиных В.П., Цветков В.Я. Особенности интеграции геоинформационных технологий и технологий обработки данных дистанционного зондирования // Информационные технологии. 1999. № 10. С. 36-40.
6. Бондур В.Г., Чимитдоржиев Т.Н. Анализ текстуры радиолокационных изображений растительности // Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2008. № 5. С.9-14.
7. Бондур В.Г., Воробьев В.Е. Методы обработки аэрокосмических изображений, полученных при мониторинге объектов нефтегазовой отрасли // в кн. «Аэрокосмический мониторинг объектов нефтегазового комплекса» / под ред. Бондура В.Г. М.: Научный мир, 2012. С.395-409.
8. Цветков В.Я. Космический мониторинг. М.: МАКС Пресс, 2015. 68 с.

9. Tsvetkov V. Ya. Global Monitoring // European Researcher, 2012, Vol.(33), № 11-1. p.1843-1851.
10. Матчин В.Т. Состояние и развитие инфраструктуры пространственных данных // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. №1(9). С. 137-144.
11. Цветков В.Я. Геоинформационный мониторинг // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2005. №5. С.151-155.
12. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Аэросъемка фотограмметрия и дистанционное зондирование: Учебное пособие. М.: МГУПС (МИИТ), 2015. 83 с.
13. Бондур В.Г., Чимитдоржиев Т.Н. Дистанционное зондирование растительности оптико-микроволновыми методами // Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2008. № 6. С.64-73.
14. Савин А.И., Бондур В.Г. Научные основы создания и диверсификации глобальных аэрокосмических систем // Оптика атмосферы и океана. 2000. Т.13. № 1. С. 46-62.
15. Цветков В.Я. Диверсификация космического мониторинга // Славянский форум, 2015. 2(8). С. 302-309.
16. Цветков В.Я. Модель геоданных для управления транспортом // Успехи современного естествознания. 2009. № 4. С. 50-51.
17. 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/S0869587314090278
18. V. G. Bondur, V. Ya. Tsvetkov. System Analysis in Space Research // Russian Journal of Astrophysical Research. Series A. 2015. Vol. 1, Is. 1, pp. 4-12. DOI: 10.13187/rjar.2015.1.4
19. Бондур В.Г., Савин А.И. Принципы моделирования полей сигналов на входе аппаратуры ДЗ аэрокосмических систем мониторинга окружающей среды // Исследование Земли из космоса. 1995. № 4. С. 24-34.
20. Tsvetkov V. Ya. Information Constructions // European Journal of Technology and Design, 2014, Vol (5), № 3. p.147-152.
21. Tsvetkov V. Ya. Information interaction // European Researcher, 2013, Vol.(62), № 11-1. p.2573- 2577.
22. Ozhereleva T. A. Systematics for information units // European Researcher, 2014, Vol.(86), № 11/1, pp. 1894-1900. DOI: 10.13187/er.2014.86. 1900
23. Цветков В.Я. Комплементарность информационных ресурсов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. №2. С. 182-185.
24. Бондур В.Г., Аржененко Н.И. Классификация облачных форм по пространственным спектрам изображений // Оптика атмосферы и океана. 1988. № 11. С.38-45.
25. Бондур В.Г. Методы моделирования полей излучения на входе аэрокосмических систем дистанционного зондирования // Исследование Земли из космоса. 2000. №5. С.16-27.
26. Перминов А.Н. МАКСМ – проект общечеловеческой значимости http://igmass.com/index.php?option=com_content&view=article&id=241:2012-06-20-07-43-49&catid=13:2011-03-10-14-16-11&Itemid=48.
27. V. G. Bondur, V. Ya. Tsvetkov. 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
28. Савиных В.П. О космической и земной геоинформатике // Перспективы науки и образования. 2015. №5. С. 21-26.

Информация об авторе

Цветков Виктор Яковлевич

(Россия, Москва)

Профессор, доктор технических наук

Заместитель руководителя

Центр перспективных фундаментальных и

прикладных исследований ОАО «НИИИАС»

E-mail: cvj2@mail.ru

Information about the author

Tsvetkov Viktor Yakovlevich

(Russia, Moscow)

Professor, Doctor of Technical Sciences

Deputy Head

Center for advanced fundamental and applied

researches of OJSC "NIIAS"

E-mail: cvj2@mail.ru