

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).

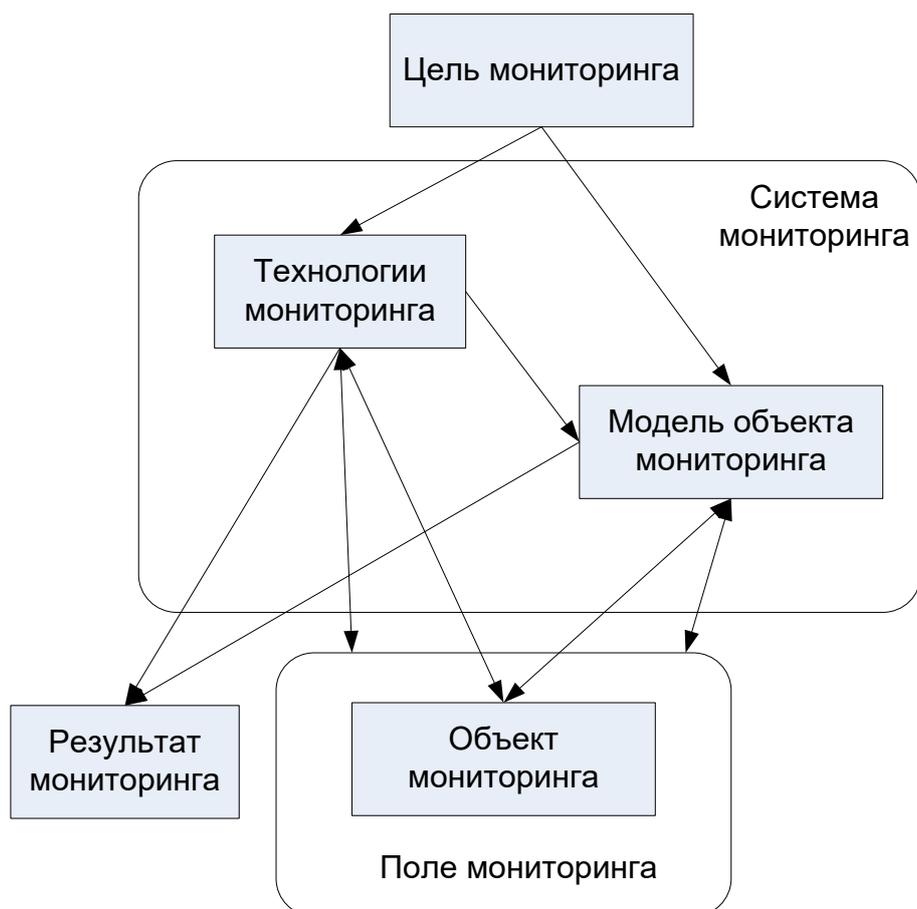


Рис. 1. Обобщенная схема космического мониторинга

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 опосредовано 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. Deskriptivnye i preskriptivnye informatsionnye modeli // *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, *}

^аМИИГАиК, 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)