

10. *Цветков В.Я.* Геоинформационные системы как системы пространственно-локализованных данных. М.: ГосНИИ ИТТ «Информика», 1999. 113 с. Номер государственной регистрации 0329900095.
11. *Маркелов В.М., Цветков В.Я.* Модели получения знаний в геоинформатике // Славянский форум. 2015. № 1 (7). С. 177–182.
12. *The Cutting Edge. An encyclopedia of Advanced Technologies.* Oxford. 2000. University Press. 360 p.
13. *W. Frawley and G. Piatetsky-Shapiro and C. Matheus,* Knowledge Discovery in Databases: An Overview. AI Magazine. Fall, 1992. P. 213–228.
14. *D. Hand, H. Mannila, P. Smyth:* Principles of Data Mining. MIT Press, Cambridge, MA, 2001.
15. *Цветков В.Я.* Пространственные знания // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 7. С. 43–47.
16. *Савиных В.П., Цветков В.Я.* Развитие методов искусственного интеллекта в геоинформатике // Транспорт Российской Федерации. 2010. № 5. С. 41–43.
17. *Кулагин В.П., Цветков В.Я.* Геознание: представление и лингвистические аспекты // Информационные технологии. 2013. № 12. С. 2–9.
18. *Винер К.* Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. М.: Сов. радио, 1968.

### **Data and geodata mining**

*Vladimir Mihaylovich Markelov, aspirant, Moscow State University of Geodesy and Cartography*

*This article describes a new smart technology - GeoData Mining. The technology is the development of technologies known Data Mining. Describes the evolution of the concept of geodata. Article shows the difference between Data Mining technology and GeoData Mining. The article reveals the concept of GIS knowledge, spatial knowledge and geoknowledge. Paper describes the problem of intellectualization analysis of geodata.*

*Keywords: Earth science, geoinformatics, intelligent technology, geoznanie, spatial knowledge.*

УДК 004.8+528.06

## **ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ**

*Илья Андреевич Романов, соискатель,*

*E-mail: ir123456aa@yandex.ru,*

*Научно-исследовательский институт аэрокосмического мониторинга*

*«АЭРОКОСМОС»,*

*<http://www.aerocosmos.info>*

*Статья описывает новую интегрированную технологию – геоинформационный космический мониторинг. Эта технология является результатом интеграции геоинформационного и космического мониторинга. Описаны ее особенности и конкретные приложения.*

*Ключевые слова: космические исследования, геоинформатика, мониторинг, геоданные, пространственный анализ.*

### **Введение**

Термин «мониторинг» происходит от английского monitoring в его смысловом значении как контрольное наблюдение. Первое понятие мониторинга окружающей среды относят к 1972 г. Оно трактовалось как «система повторных наблюдений одного и более элементов окружающей природной среды в пространстве и времени с определенными целями с заранее составленной программой» [1]. Дальнейшее развитие теория монито-

ринга окружающей среды получила в трудах академика Ю.А. Израэля [2]. Он дополнил основную функцию «наблюдений» двумя важными функциями: «прогноз» и «управление состоянием окружающей среды» [2]. Такой подход переводит технологии мониторинга из пассивных наблюдательных к активным технологиям управления окружающей средой. В дальнейшем произошла дифференциация видов мониторинга. В частности, в 80–90 гг. сформировалось понятие литомониторинга, как подсистемы мониторинга геологической среды. Одним из важных понятий литомониторинга является понятие природно-технической системы, или геотехнической системы [3, 4]. Контекстуально эти понятия выделили мониторинг объекта наблюдения и мониторинг среды, в которой этот объект находится. В развитии этих понятий с учётом появления нового направления геоинформатики [4], в которой происходит интегральное изучение окружающей среды, целесообразно введение понятия «объекта мониторинга». Кроме того, мониторинг рассматривают как технологию или систему в зависимости от решаемой задачи.

**Геоинформационный мониторинг.** Геоинформатика дает новое развитие теории мониторинга. Оно заключается в том, что геоинформатика основана на применении интегрированных систем данных и интегрированных информационных систем обработки данных. Это дает возможность проводить комплексную обработку информации и приводит к понятию комплексного и интегрированного мониторинга. Это приводит к определению геоинформационного мониторинга [5] как технологии включающей функции: наблюдение, интеграция данных, комплексная обработка, прогноз и автоматизированное управление.

Выделяют четыре признака, характеризующих геоинформационный мониторинг [5]:

- *целенаправленность* – наличие целевой программы мониторинга;
- *комплексность* – многоаспектность наблюдений и методов анализа по заданной цели;
- *системность* – рассмотрение объекта мониторинга и среды, в которой он находится, как единой системы с заданным множеством связей и отношений;
- *наличие информационной базы* – хранение и обновление информации в некоей системе (базе данных или экспертной системе).

Геоинформационный мониторинг основан на реализации технологий мониторинга через геоинформационные технологии и системы, а также проблемно ориентированные информационные системы. Для этой цели необходима интеграция данных и их пространственная локализация. Практическая реализация мониторинга осуществляется через функционирование ГИС. Ее назначение – упорядочение информации, ее обработка, накопление и хранение, использование потребителем. ГИС должна включать в свой состав:

- средства приема информации контактных данных и дистанционного зондирования земной поверхности;
- информационно-вычислительный комплекс приема и обработки информации;
- комплекс накопления, хранения, тиражирования информации.

Геоинформационный мониторинг позволяет принимать оперативные и стратегические решения. В частности он позволяет решать две качественно различных задачи: поисковое (исследовательское) и нормативное прогнозирование.

*Поисковое прогнозирование* – это анализ перспектив развития существующих тенденций на определенный период и определение на этой основе вероятных состояний объектов управления в будущем при условии сохранения существующих тенденций в неизменном состоянии или проведения тех или иных мероприятий с помощью управленческих воздействий.

*Нормативное прогнозирование* заключается в рациональном организованном анализе путей оптимального развития объектов мониторинга. Предметом нормативного прогнозирования выступают инновации и инвестиции.

В ходе мониторинга осуществляют сбор и совместную обработку данных, относящихся к различным природным средам, моделирование и анализ технологических процессов и тенденций их развития, а также использование данных при принятии решений по управлению качеством окружающей среды.

Результат мониторинга, как правило, представляет оперативные данные трёх типов.

*Констатирующие*, измеренные параметры состояния обстановки в момент обследования.

*Оценочные*, результаты обработки измерений и получение на этой основе оценок экологической ситуации.

*Прогнозные*, прогнозирующие развитие обстановки на заданный период времени.

Из этого следует, что в ГИС, настроенной на мониторинг, применяются в первую очередь динамические модели.

Актуальность использования ГИС для мониторинга определяется тем, что значительная часть обрабатываемой и интерпретируемой информации представляется в виде картографического материала или имеет пространственную привязку. С помощью ГИС-технологий и систем можно обеспечивать ввод, обработку, анализ данных и создание электронных карт.

Методологической основой процессов обработки информации в ГИС является цифровое моделирование местности, объединяющей процессы сбора первичной информации, её моделирования и обновления, обработки и формирования документов.

Системы и технологии, применяемые для мониторинга, позволяют создавать программные и технические средства формирования и анализа геоинформационных баз данных. Используемые модули в системах включают обработку данных геодезических измерений, векторизацию и архивизацию карт, схем чертежей, преобразования картографических проекций, совмещение пространственных данных. Возможность компьютерного дизайна и подготовки к изданию разнообразных картографических документов позволяет получать различные технологические решения для информационных систем мониторинга. Геоинформационный мониторинг имеет, как правило, локальный характер [6, 7]. Это означает, что объекты такого мониторинга являются локализованными на небольшом участке местности. Геоинформационный мониторинг служит основой кадастровых работ [8] и мониторинга земель [9, 10].

**Космический мониторинг.** Космические системы мониторинга используются для решения различных научных и прикладных задач, связанных с исследованием и контролем природных и антропогенных явлений, процессов и объектов [11, 12, 13]. Во многих отраслях, таких как метеорология, океанология, картография, сельское и лесное хозяйство и др., спутниковые данные являются незаменимыми источниками информации.

Проблема мониторинга приобрела в наше время глобальное значение и определяется не только научными, но во все возрастающей мере экономическими, социальными и политическим факторами

В развитие этих положений блок-схема системы космического мониторинга имеет вид, представленный на рисунке 1.

Важное значение как средство осуществления космического мониторинга занимает дистанционное зондирование, опирающееся на сеть наземных наблюдений [14]. Структура космического мониторинга представляет собой распределенную систему, включающую в качестве независимых, но связанных между собой: хранилище данных, систему контроля, систем динамических оценок и прогнозирования, систему управления, ИС обработки данных мониторинга.

В качестве такой информационной системы может быть выбрана ГИС или иная

специализированная информационная система [15]. Информационная система мониторинга относится к проблемно ориентированным системам [16].

Эти информационные системы включают специализированные базы моделей. Базы моделей отличительная черта систем мониторинга.

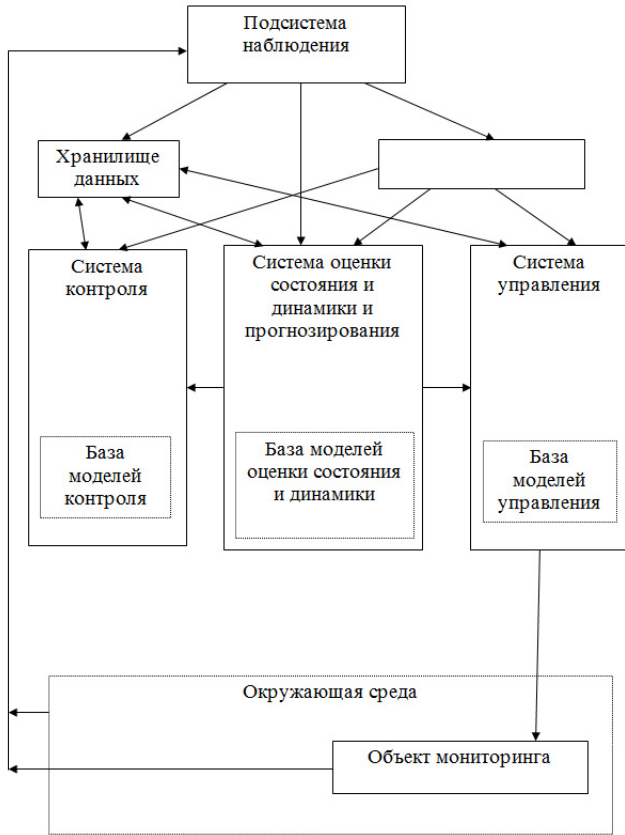


Рисунок 1 – Схема космического мониторинга

сколькx с современных позиций он отвечает требованиям и эволюции, и является обязательным для увеличения жизненного цикла любой системы. Интеграция космического мониторинга и геоинформационного мониторинга привело к созданию геоинформационного космического мониторинга.

**Приложения геоинформационного космического мониторинга.** Каждый вид геоинформационного космического мониторинга имеет свои особенности. Для того чтобы с максимальной полнотой оценить исследуемые явления, необходимо проводить комплексное наблюдение разных параметров. При этом применяют различные методы наблюдений: визуальные, наземные, дистанционное зондирование, гидрогеологические, геодезические, геофизические исследования и т. д. Проведением подобных наблюдений может заниматься несколько служб различной ведомственной принадлежности. Для унификации измерений и облегчения взаимодействия между службами, базовый набор параметров мониторинга приведен в ГОСТ Р 22.1.06-99 [21]. Такая стандартизация позволяет облегчить взаимодействия и обмен данными между системами мониторинга различных уровней (локального, регионального, национального, глобального).

**Экологический мониторинг.** Решение проблем прогнозирования природных изменений требует создания эффективной технологии мониторинга окружающей среды. Эта технология должна включать разделы, отвечающие за планирование измерений, развитие алгоритмов комплексной обработки данных из различных предметных областей знания, создание методов принятия решений на основе анализа динамической информации и оценки риска от реализации этих решений [22, 23].

Решением глобальных проблем экологии занимается эоинформатика, которая обеспечивает совмещение аналитических простых, полуэмпирических и сложных не-

Все системы мониторинга используют специальные типовые наборы моделей, которые на основе агрегации [17] позволяют строить сложные предметные модели. Это упрощает работу специалиста в предметной области и повышает оперативность принятия решений.

Особенностью космического мониторинга является необходимость координатного обеспечения этого мониторинга [18, 19]. По масштабу комический мониторинг является глобальным [20].

В результате выработки управляющего решения оказывается воздействие на объект мониторинга. Результаты управления и данные об окружающей среде поступают в подсистему наблюдения. Таким образом, система геоинформационного мониторинга образует замкнутую самоорганизующуюся систему. Эффект самоорганизации очень важен, поскольку с современных позиций он отвечает требованиям и эволюции, и является обязательным для увеличения жизненного цикла любой системы.

линейных моделей экосистем с обновляемыми глобальными базами данных [18]. Она включает теоретические положения теории катастроф и анализ рисков [22, 23]. Их применение к описанию событий и процессов в реальном окружающем пространстве требует исследования методов системного анализа для синтеза глобальной модели системы «Природа-Общество» (СПО) [18] с привлечением технических средств спутникового мониторинга. Для оценки экологической ситуации на земном шаре необходима глобальная модель СПО как инструмент прогнозирования природных катастроф. Для эффективного использования такой модели необходим единый центр глобального геоинформационного мониторинга.

*Мониторинг лесов.* Современный мониторинг лесов основан на обработке космических снимков. В настоящее время достаточно изучено влияние загрязнения атмосферы на леса в зонах воздействия крупных промышленных предприятий, например, цветной металлургии, где уровень загрязнения атмосферы настолько высок, что зачастую приводит к полной деградации древостоев на обширных территориях. На космических снимках хорошо видны последствия такого воздействия [11, 15]. Как правило, выявляются зоны деградации со значительными изменениями в структуре растительного покрова, когда все или часть деревьев отмирает.

*Мониторинг экзогенных процессов.* Экзогенные процессы представляют собой геологические процессы, происходящие на поверхности Земли и ее приповерхностном слое. Они возникают в зоне действия факторов эрозии, выветривания, склоновых и береговых деформаций. Экзогенные процессы вызваны внешними по отношению к литосфере силами, такими как солнечная энергия, атмосферные, гидросферные воздействия, гравитация. Среди экзогенных процессов можно выделить оползни, обвалы, карсты, суффозию, эрозию, абразию, просадки в лессовых грунтах. Все эти процессы могут оказывать существенное влияние на нормальное функционирование и безопасность технических систем и нуждаются в постоянном мониторинге и контроле.

Современные модели [24], используемые для прогнозирования экзогенных процессов, могут использовать дополнительные наборы данных, характеризующие конкретную территорию или явление. Эти данные могут получаться либо от служб, ведущих наблюдения на территории региона (в том числе, не связанные напрямую с наблюдаемым экзогенным процессом), либо от вновь создаваемых пунктов наблюдения. Кроме того, многие модели требуют получение данных о территории с большей детализованностью, чем это осуществляется в настоящее время.

*Мониторинг водной поверхности.* Идентификация и мониторинг загрязнений на морской поверхности сложный и неоднозначный процесс [25]. Для этой цели используют радиолокационные изображения (РЛИ) [26]. Сложность выявления загрязнений на РЛИ заключается в необходимости их отличия от других явлений. Геоинформатика является основой интеграции многих научных направлений. В силу этого геоинформационный космический мониторинг является интегрирующей технологией сбора и анализа данных. Целью данного геомониторинга является идентификация нефтяных загрязнений на морской поверхности. Однако изложенные идеи и принципы могут быть использованы для решения более широкого круга задач.

Мониторинг загрязнений на морской поверхности использует идею инкрементального подхода [26]. Для получения набора классификационных признаков была использована идея информационных единиц как индикаторов и информационных характеристик загрязнений. Были разработаны базисные и казуальные признаки. К базисным признакам относят признаки, идентифицирующие загрязнение. К казуальным признакам относят причинно-следственные признаки, которые делятся на предшествующие и последующие. Были обоснованы три группы казуальных классификационных признаков. Такой подход позволил выявлять и идентифицировать виды загрязнений и принимать меры по их уменьшению.



**Заключение.** Геоинформационный космический мониторинг является интеграцией геоинформационного и космического мониторинга. Он использует интегрированную модель данных геоинформационного мониторинга и дистанционные методы наблюдения космического мониторинга. Геоинформационный космический мониторинг допускает комплексирование наземных методов с космическими. Это повышает надежность и точность измерений и мониторинга. Геоинформационный космический мониторинг является наиболее полным мониторингом, поскольку выполняет все функции мониторинга: наблюдение, анализ, прогнозирование и управление.

### Литература

1. *Королев В.А.* Мониторинг геологической среды. М.: МГУ, 1995. 270 с.
2. *Израэль Ю.А.* Экология и контроль состояния природной среды. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 560 с.
3. *Епишин В.К., Трофимов В.Т.* Особенности взаимодействия геологической среды и инженерных сооружений // Теоретические основы инженерной геологии. Социально-экономические аспекты / под ред. акад. Е.М. Сергеева. М.: Недра, 1985. С. 32–36.
4. *Цветков В.Я.* Геоинформационный геотехнический мониторинг // Науки о земле. 2012. № 4. С. 54–58.
5. *Цветков В.Я., Решетнева Т.Г., Булгакова Т.В., Мазина А.С.* Основы геоинформационного мониторинга // Вестник Амурского государственного университета / сер. Естественные и экономические науки. 2003. № 21. С. 75–78.
6. *Никаноров А.М., Страдомская А.Г., Иваник В.М.* Локальный мониторинг загрязнения водных объектов в районах высоких техногенных воздействий топливно-энергетического комплекса. СПб.: Гидрометеоздат, 2002.
7. *Цветков В.Я., Павлов А.И., Потанов А.С.* Геомониторинг деформаций. М.: МИИГАиК, «Госинформобр», 2006. 88 с.
8. *Пылаева А.В., Безруков В.Б.* О реализации проекта «Разработка и тестирование системы кадастровой (массовой) оценки объектов недвижимости» // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2010. № 3.
9. *Черныш А.Ф.* Мониторинг земель. Минск: БГУ, 2003.
10. *Цветков В.Я.* Мониторинг земель // Современные проблемы науки и образования. 2008. № 4. С. 49–50.
11. *Бондур В.Г.* Космический мониторинг природных пожаров в России в условиях аномальной жары 2010 г. // Исследование Земли из космоса. 2011. № 3. С. 3–13.
12. *Асмус В.В., Кровотынцев В.А., Пяткин В.П.* Космический мониторинг ледяного покрова Арктики // в сб. ГЕО-СИБИРЬ–2009. Новосибирск: СГГА. С. 115–122.
13. *Бондур В.Г.* Аэрокосмические методы и технологии мониторинга нефтегазоносных территорий и объектов нефтегазового комплекса // Исследование Земли из космоса. 2010. № 6. С. 3–17.
14. *Бондур В.Г., Савин А.И.* Концепция создания систем мониторинга окружающей среды в экологических и природно-ресурсных целях // Исследование Земли из космоса. 1992. № 6. С. 70–78.
15. *Лулян Е.А.* и др. Технологии построения информационных систем дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 1. С. 26–43.
16. *Цветков В.Я.* Разработка проблемно ориентированных систем управления. М.: ГКНТ, ВНИЦентр, 1991. 131 с.
17. *Цветков В.Я., Матчин В.Т.* Агрегирование информационных моделей // Славянский форум. 2(6). С. 77–81.
18. *Бондур В.Г., Кондратьев К.Я., Крапивин В.Ф., Савиных В.П.* Проблемы мониторинга и предсказания природных катастроф // Исследования Земли из космоса. 2005. № 1. С. 3–14.
19. *Егоров В.М., Цветков В.Я.* Координатное обеспечение международной аэрокосмической системы глобального мониторинга // Полет. 2012. № 4. С. 34–37.
20. *Tsvetkov V.Ya.* Global Monitoring // European Researcher. 2012. Vol. (33). № 11-1. P. 1843–1851.
21. ГОСТ Р 22.1.06-99. «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования». М., 1999.
22. *Бондур В.Г., Зверев А.Т.* Метод прогнозирования землетрясений на основе линейного анализа космических изображений // Доклады Академии наук. 2005. Т. 402. № 1. С. 98–

105.

23. Бондур В.Г., Зверев А.Т. Механизмы формирования линеаментов, регистрируемых на космических изображениях при мониторинге сейсмоопасных территорий // Исследование Земли из космоса. 2007. № 1. С. 47–56.

24. Шаранов Р. В. Мониторинг экзогенных процессов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2012. № 2. С. 39–42.

25. Бондур В.Г., Килер Р.Н., Старченков С.А., Рыбакова Н.И. Мониторинг загрязнений прибрежных акваторий океана с использованием многоспектральных спутниковых изображений высокого пространственного разрешения // Исследование Земли из космоса. 2006. № 6. С. 42–49.

26. Бармин И.В., Савиных В.П., Цветков В.Я., Зятыгалова В.В. Мониторинг загрязнений моря судами по данным дистанционного зондирования // Морской сборник. 2013. Т. 1998. № 9. С. 41–49.

### Geoinformation space monitoring

Romanov Iliya Andreevich. Aspirant, Research Institute of Aerospace Monitoring «Aerocosmos»

*This article describes a new integrated technology - Geoinformation space monitoring. This technology is the result of the integration of geo-information and space monitoring. We describe its features and specific applications.*

*Keywords: space research, geoinformatics, monitoring, geodata, spatial analysis*

УДК 528.88; 551.465; 551.463.8; 551.463.6; 528.873.044.1; 629.78

## ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЗЕМЛИ

*Евгений Евгеньевич Чехарин, соискатель,*

*E-mail: mireanir@bk.ru,*

*Научно-исследовательский институт*

*аэрокосмического мониторинга «Аэрокосмос»,*

*<http://www.aerocosmos.info>*

*Статья описывает интерпретацию космической информации при исследовании Земли. Вводится понятие информационной конструкции как обобщённого понятия для разных объектов в космической информации. Предлагается интерпретировать объекты с использованием понятий интерпретационного поля и семантического окружения. Описан структурный анализ информационной конструкции как этап её интерпретации. Описаны разные интерпретационные поля, свойственные космической информации.*

*Ключевые слова: космические исследования, информационные конструкции, информационные единицы, интерпретационное поле, когнитивная семантика, интерпретация.*

### Введение

В широком понимании космические исследования представляют собой комплекс научных и технологических программ, направленных на сбор информации о космическом и околоземном пространстве [1, 2]. Современные фундаментальные космические исследования оказывают мощное воздействие на развитие технологий. В этой области есть специфическое направление, связанное с исследованием Земли из космоса [3, 4, 5]. Исследование Земли из космоса интенсивно развивается, что обусловлено рядом причин. Актуальная в последние годы проблема гло-



**Е.Е. Чехарин**