



Применение информационных технологий в исследовании Земли из космоса

Рассмотрено применение информационных технологий при исследовании Земли из космоса. Показана многоаспектность применения информационных технологий при космических исследованиях. Информационные технологии выполняют прикладные, фундаментальные и системные функции. Раскрыт когнитивный аспект применения информационных технологий в космических исследованиях. Показана диверсификация применения ИТ при исследовании Земли из космоса. Раскрыто влияние космических исследований на информационное моделирование и информационные модели. Отмечено появление новой информационной модели: пространственной информационной модели. Показано, что диверсификация информационных технологий привела к образованию групп пространственных информационных моделей. Показана интегрирующая роль геоинформатики в развитии информационных технологий.

Ключевые слова: космические исследования, информационные технологии, диверсификация, интеграция, пространственные информационные модели, познание



Application of information technologies in the study of Earth from space

The article analyzes the use of information technologies in the study of Earth from space. The article shows the multidimensional nature of the application of information technology in space research. The article shows that information technology applications operate, and the fundamental system functions. This article describes the cognitive aspect of the application of information technology in space research. The article reveals the diversification of the use of IT in the study of Earth from space. The article describes the influence of space research on information modeling, and information models. The article reveals the content of a new information model: the spatial information model. The article says that diversification of information technology has led to the formation of groups of spatial data models. This article describes the integrating role of geoinformatics in the development of information technology.

Keywords: space research, information technology, diversification, integration, spatial information models, cognition

Введение

С выходом человека в космос появилась возможность наблюдений и измерений на земной поверхности с точек вне поверхности Земли. Эти пункты наблюдений и измерений удалены от поверхности на несколько земных радиусов. Измерения из космического пространства значительно информативней наземных и воздушных [1, 2]. Так для получения части территории поверхности Земли требовалось

до сотни аэрофотоснимков. В тоже время один космический снимок может дать изображение всей земной полусферы. По мере исследования Земли из космоса появляются и решаются новые задачи и проблемы. Наряду с решением научных и прикладных задач происходит совершенствование инструментария исследования. Периодически возникает необходимость систематизации и обобщения накопленного опыта, что способствует дальнейшему развитию науки и решению прикладных задач. В настоящее время накоплен

опыт применения информационных технологий в космических исследованиях и это делает актуальным анализ этого направления.

Многоаспектность применения информационных технологий

Аспект поддержки. Необходимо отметить многовариантность применения информационных технологий (ИТ) в космических исследованиях [3]. Первоначально и в настоящее время информационная поддержка космических исследований является важной функцией ИТ. В этом аспекте ИТ выполняют вспомогательные функции поддержки космических исследований и информационного обеспечения космических исследований. В дальнейшем у ИТ в космических исследованиях появились дополнительные функции.

Прикладной аспект. Информационные технологии являются важным инструментарием космических исследований. В этом аспекте ИТ выполняют прикладные функции добычи данных в космических исследованиях. В этом плане доминирующими являются геоинформационные технологии [4].

Когнитивный аспект. Информационные технологии всегда служили инструментом познания. В космических исследованиях ИТ служат средством извлечения знаний из информационного поля [5, 6] и являются инструментом познания окружающего мира. В этом аспекте ИТ выполняют системные функции анализа и синтеза космической информации. Этот аспект развития ИТ способствовал развитию семантической теории информации и привел к появлению семантических информационных единиц как единиц носителей содержания информации. Этот аспект привел к развитию информационных когнитивных моделей и позволил по новому взглянуть на проблему человека машинных систем.

Системный аспект. Современные информационные технологии широко применяют системный анализ и служат средством системного анализа. В космических исследованиях ИТ служат средством системного анализа и исследования системы космических пространств. Системный анализ позволил по новому взглянуть на проблему «человек техника» при освоении космического пространства [7].

Фундаментальный аспект. Современные ИТ всегда служили инструментом формирования фундаментальных знаний. В космических исследованиях ИТ служат средством извлечения знаний из информационного поля и являются инструментом познания окружающего мира. Каждое исследование ставит своей целью получение новых знаний. Особенностью космических исследований является получение новых знаний среди которых пространственные знания [8] за-

нимают важное место пространственных знаний. В этом аспекте ИТ выполняют фундаментальные функции формирования картины мира. Поэтому в широком смысле под применением ИТ в космических исследованиях Земли будем понимать информационный комплекс, который опирается на ИТ как на поддержку и применяет ИТ как инструментальный.

Диверсификация и интеграция информационных технологий

Особенность космических исследований состоит в многоканальности и получении информации в разных диапазонах. Поэтому на первой стадии это привело к диверсификации космических исследований [1, 9, 10]. Каждая технология обслуживала свой канал получения информации и развивалась в направлении совершенствования специальных технологий.

Появление геоинформатики привело к процессу интеграции разных технологий и данных в единую систему. Появился процесс интеграции технологий и данных единый комплекс. Такой подход позволял успешно решать глобальные и комплексные задачи, которые диверсифицированные технологии не могли решить.

Общим для информационных технологий при исследовании Земли являются экологические и природно-ресурсные цели [11, 12]. Решение проблем охраны окружающей среды, рационального природопользования, а также контроля чрезвычайных ситуаций, вызванных природными катастрофами, техногенными авариями, региональными и локальными военными конфликтами, становится одной из наиболее актуальных задач для человечества в целом. Для решения этих проблем применяют космические системы мониторинга (КСМ) [13],

Важным приложением информационных технологий как инструмента исследований является область океанологии [14, 15, 16]. Изучение топографии морского дна, особенно в шельфовой зоне, имеет важное практическое значение. Традиционные методы измерения подводного рельефа с помощью эхолотных промеров глубины позволяют определять топографию дна лишь на ограниченных участках. В связи с этим необходимо развитие новых оперативных методов определения рельефа дна в прибрежных зонах морей и океанов на больших площадях. Решение этой проблемы возможно с использованием дистанционных средств, регистрирующих различные эффекты на поверхности моря [14].

Важным направлением космического мониторинга являются задачи прогнозирования природных катастроф [11, 17]. При анализе возникновения конкретных природных катастроф процессы взаимодействия природы и общества рассматриваются как интерактивные природ-

но-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.

Особое внимание уделено синтезу систем мониторинга окружающей среды, обеспечивающих сбор, хранение и обработку необходимой информации, формируемой космическими, воздушными, наземными (водными) источниками. Развивается концепция создания информационных систем мониторинга, основанная на алгоритмах и методах экоинформатики и состоящая в совместном использовании информационных технологий и моделей эволюции подсистем окружающей среды. Основным смыслом предлагаемого подхода состоит в совместном использовании методов математического моделирования и аэрокосмического мониторинга при интеграции в созданную систему знаний из различных наук, так или иначе определяющих функционирование системы природа-общество. В целом это направление продолжает развитие подходов к изучению динамики глобальной системы природа-общество, обращая особое внимание на задачи оценки, обнаружения, предотвращения и прогнозирования природных катастроф, как естественного происхождения, так и инициированных антропогенными процессами.

В рамках этого направления диверсифицируется направление прогноза землетрясений. Предложен [18] метод прогноза землетрясений на основе линеаментного анализа космических изображений сейсмоопасных территорий. Приводятся результаты исследования динамик систем линеаментов по космическим изображениям, полученным на период подготовки и завершения ряда землетрясений, произошедших в 2001-2004 гг. в Калифорнии (США) и Перу. Установлено увеличение степени выраженности систем линеаментов при подготовке землетрясения, которое начинается за 2-3 мес. и достигает максимума в среднем за 20 дней до него. После землетрясения степень выраженности линеаментов постепенно понижается и примерно через 2-3 мес. достигает прежнего состояния. С учетом зависимости характера изменения систем линеаментов от геологических и геодинимических особенностей региона, предложено формировать эталоны изменений линеаментов в период подготовок ранее случившихся землетрясений в конкретных регионах.

Особо развивается направление мониторинга наземных пожаров. Пожары причиняют большой ущерб [19]. С ростом населения они становятся все более опасным явлением, а борьба с ними становится государственной проблемой не

только в России, но и в других государствах. Неэффективные меры, по тушению огня, способствуют распространению пожаров на огромной площади и делают их чрезвычайно опасными для жизни человека.

Развитие информационного моделирования

Развитие информационного моделирования в космических исследованиях привело к появлению нового вида информационных моделей – пространственных информационных моделей (ПИМ) [20]. Информационные пространственные модели обладают спецификой существенно отличающей их от прочих информационных моделей. Напомним, что информационной моделью называют [21] целенаправленное формализованное отображение существующего объекта или системы объектов с помощью совокупности взаимосвязанных, идентифицируемых, информативно определяемых параметров, отображающих наиболее существенные свойства, связи и отношения объекта.

Многообразие исследований и наличие диверсифицированных ИТ привело к тому что образовались группы пространственных информационных моделей. Необходимость решения измерительных задач привела к формированию группы «метрических ПИМ». К характеристикам этой группы относятся: «измеряемость», «точность», «масштаб».

Пространственные информационные модели имеют определенные функциональные возможности и могут быть использованы для достижения определенных целей. Это отражается группой ПИМ, которые можно обозначить термином «функциональные». К этим характеристикам моделей этой группы относятся: «функциональность», «целевая определенность», «ситуационная определенность», «полнота», «достоверность», «актуальность», «согласованность», «надежность», «время согласования».

Как средство информационной поддержки пространственные информационные модели образуют группу ПИМ, которую можно обозначить термином «информационные». К этим характеристикам ПИМ этой группы относятся: «информированность», «информационная асимметричность», «информационная определенность», «информационная идентифицируемость», «информационный объем», «пространственная референция».

Как пространственные модели ПИМ образуют группу, которые можно обозначить термином «конфигурационные» [22]. К характеристикам ПИМ этой группы относятся: «координатная поддержка», «топология», «конфигурация», «пространственный тип», «геометрическая сложность», «геометрическая размерность», «координатное описание».

Как элементы сложных систем, пространственные информационные модели образуют

группу, которую можно обозначить термином «системные» [20]. К характеристикам ПИМ этой группы относятся: «структура», «иерархия», «связи», «отношения», «структурная сложность», «линейность или нелинейность», «эмерджентность».

Выводы

Применение информационных технологий в исследовании Земли из космоса приводит к вза-

имному обогащению обеих научных направлений. Специфика задач космических исследований способствует развитию дифференцированных информационных технологий. Информационные технологии как технологии с высокой степенью формализации информации способствуют систематизации и унификации космической информации. Большое значение в космических исследованиях имеют геоинформационные технологии [4, 23]. Они играют интегрирующую роль в системе информационных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савин А.И., Бондур В.Г. Научные основы создания и диверсификации глобальных аэрокосмических систем // Оптика атмосферы и океана. 2000. Том 13. № 1. С. 46–62.
2. Цветков В.Я. Космический мониторинг. М.: МАКС Пресс, 2015. 68 с.
3. Савиных В.П. Информационное обеспечение научных и прикладных исследований на основе космической информации // Перспективы науки и образования. 2015. №2. С.51-59.
4. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Космическая геоинформатика: Учебное пособие. М.: МГУПС (МИИТ), 2015. 72 с.
5. Бондур В.Г. Информационные поля в космических исследованиях // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. №2 (10). С. 107-113.
6. Tsvetkov V.Ya. Information field // Life Science Journal. 2014. 11(5). pp. 551-554.
7. Попович П.Р., Гусинский А.И., Колесников Г.М., Савиных В.П. Системный анализ комплексов «космонавт – техника». М.: Машиностроение, 1994. 192 с.
8. Цветков В.Я. Пространственные знания // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 7. С. 43-47.
9. Цветков В.Я. Диверсификация космического мониторинга // Славянский форум. 2015. № 2(8). С. 302-309.
10. Бондур В.Г., Цветков В.Я. Дифференциация космического мониторинга объектов транспорта // Перспективы науки и образования. 2015. № 5. С. 130-135.
11. 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.
12. 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.
13. Бондур В.Г. Принципы построения космической системы мониторинга Земли в экологических и природно-ресурсных целях // Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1995. № 2. С. 14–38.
14. Бондур В.Г., Журбас В.М., Гребенюк Ю.В. Математическое моделирование турбулентных струй глубинных стоков в прибрежных акваториях // Океанология. 2006. Т. 46. № 6. С. 805–820.
15. Бондур В.Г., Гребенюк Ю.В. Аэрокосмические методы определения рельефа дна в прибрежных зонах морей и океанов // Исследование Земли из космоса. 2000. № 6. С.59–73.
16. Бондур В.Г., Гребенюк Ю.В. Аэрокосмические методы определения рельефа дна в прибрежных зонах морей и океанов // Исследование Земли из космоса. 2000. № 6. С.59–73.
17. Бондур В.Г., Крапивин В.Ф., Савиных В.П. Мониторинг и прогнозирование природных катастроф. М: Научный мир, 2009. 692 с.
18. Бондур В.Г., Зверев А.Т. Космический метод прогноза землетрясений на основе анализа динамики систем линеаментов // Исследование Земли из космоса. 2005. № 3. С. 37–52.
19. Бондур В.Г. Космический мониторинг природных пожаров // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. 2011. №2–3. С. 78–94.
20. Tsvetkov V. Ya. Spatial Information Models // European Researcher. 2013. Vol.(60). № 10-1, p.2386-2392.
21. Поляков А.А., Цветков В.Я. Прикладная информатика. Учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по специальности «прикладная информатика» (по областям) и другим междисциплинарным специальностям: В 2-х частях: / Под общ. ред. А.Н. Тихонова. М.: МАКС Пресс. Том 1. 2008. 788 с.
22. Цветков В.Я. Формирование пространственных знаний. М.: МАКС Пресс, 2015. 68 с.
23. Майоров А.А., Цветков В.Я. Геоинформатика как важнейшее направление развития информатики // Информационные технологии. 2013. № 11. С. 2-7.

Информация об авторе

Савиных Виктор Петрович

Доктор технических наук, профессор
Президент Московского государственного
университета геодезии и картографии
E-mail: president@miigaik.ru

Information about the author

Savinykh Victor Petrovich

Doctor of Technical Sciences, Professor
The President of the Moscow State University of
Geodesy and Cartography
E-mail: president@miigaik.ru