

УДК 621.39

К. П. СТОРЧАК, канд. техн. наук, доцент,
Державний університет телекомунікацій, Київ

Методи інформаційно-технологічної побудови супутникової системи збору та обробки даних

Проаналізовано особливості й тенденції розвитку сучасних систем дистанційного моніторингу та можливості використання сучасних технологій для їх побудови.

Ключові слова: системи дистанційного моніторингу; інформаційна система; супутникова система; дистанційне зондування Землі; обробка даних, архіви.

Вступ

Сьогодні набувають дедалі більшого розвитку космічні системи передавання інформації. Відомо, що ефективність будь-якої діяльності багато в чому залежить від наявності та своєчасності отримання об'єктивної інформації, необхідної для планування та виконання відповідних дій. Не випадково, що останніми роками стрімко зростає кількість розробок із зазначеної тематики та відбувається активне впровадження різноманітних інформаційних систем. Особливо важливі такі системи в галузях, де доводиться оперативного отримувати різноманітну об'єктивну інформацію стосовно швидкоплинних процесів, що охоплюють достатньо великі території.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Небачені досі можливості інформаційних технологій, комп'ютерних, комунікаційних та супутникових систем дозволяють швидко створювати й широко впроваджувати численні системи дистанційного моніторингу (СДМ) різних явищ, об'єктів і ресурсів, особливо коли йдеться про супутникові системи спостереження Землі. Адже величезні обсяги інформації, яка безперервно надходить від них [1], змушують розробляти нові підходи та методи організації роботи з даними дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) [2] і розвивати технології побудови СДМ.

Зауважимо, що на основі існуючих технологій [3] уже створено і набуває розвитку понад десяток великих СДМ [4]. Практичне використання розроблених технологій і досвід експлуатації та розвитку різних СДМ, створених на їх основі, дозволяють аналізувати тенденції розвитку таких систем, розробляти й використовувати нові підходи та інструменти, необхідні для створення та експлуатації СДМ.

Основна частина

Для того щоб виокремити головні напрямки розвитку СДМ за останні роки, слід спочатку стисло розглянути принципові зміни, які сталися у пов'язаній із використанням даних супутниково-

го ДЗЗ області при розв'язанні різних наукових і прикладних задач. До найважливіших змін, які суттєво впливають на технології створення і використання СДМ, належать такі.

◆ Надзвичайно зросли можливості супутникових систем ДЗЗ, причому передусім за рахунок збільшення кількості космічних апаратів ДЗЗ зросла частота і підвищились обсяги інформації, яка надходить у СДМ. Це дало змогу здійснювати моніторинг швидкоплинних процесів. Наприклад, замість самої лише фіксації наявності тих чи інших процесів уможливилось їх виявлення на ранніх стадіях розвитку.

◆ Зросла кількість супутникових систем ДЗЗ, що мають «вимірювальні» властивості, тобто здатні надавати не тільки якісну, а й добре калібровану кількісну інформацію про різні об'єкти, процеси та явища. Це дозволило використовувати дані ДЗЗ як для формування якісної оцінки ситуації, так і для отримання на їх основі кількісних оцінок, використовуваних з метою прогнозування перебігу різних процесів і явищ, необхідних, зокрема, для оперативного реагування на них.

◆ Підвищився рівень доступності інформації. Дані багатьох супутникових систем стали вільно поширюватися. Це дозволило почати масове використання їх у різних СДМ без істотних фінансових витрат. Тому природно, що в багатьох випадках стало більш рентабельно створювати СДМ, ніж розвивати наземні чи авіаційні системи спостереження.

◆ Зростання обсягів супутникової інформації та підвищення вимог і вартості систем їх прийому і первинної обробки призвели до посилення тенденції щодо переходу від використання локальних систем прийому до введення в дію великих спеціалізованих центрів з обробки інформації. Слід, вочевидь, визнати, що незабаром спеціалізовані професійні СДМ практично повністю перейдуть на такі схеми забезпечення даними і будуть організовувати і підтримувати центри прийому в своїх інтересах лише тоді, коли конкретна СДМ буде володіти своїми власними супутниковими засобами.

© К. П. Сторчак, 2017

◆ Доступність інформації ДЗЗ і зростання її обсягів зумовили необхідність істотно поліпшити технології роботи з даними ДЗЗ у багатьох аспектах, зокрема стосовно підвищення рівня автоматизації процесів отримання і обробки даних, оптимізації ведення власних архівів даних і використання можливостей зовнішніх систем, що забезпечують ведення надвеликих архівів супутникових даних, а також тих, які надають різні обчислювальні ресурси для роботи з ними.

◆ Необхідність оптимізації систем обробки даних у різних СДМ призвела до того, що в конкретній системі немає економічного сенсу створювати й підтримувати весь цикл обробки даних. Насамперед це торкнулося проведення стандартної первинної обробки та формування базових інформаційних продуктів [5], для виробництва яких вже нині потрібні значні обчислювальні ресурси. Це, у свою чергу, призвело до того, що СДМ стали здебільшого орієнтуватися на отримання досить стандартизованих, стабільних, добре відкаліброваних базових продуктів.

◆ З'явилися нові технологічні можливості, що дозволяють організувати принципово нові схеми роботи з даними, скажімо ефективно працювати з розподіленими надвеликими архівами та різними обчислювальними ресурсами.

◆ Істотне розширення завдань, що їх розв'язують системи моніторингу, і збільшення кількості задіяних у їх роботі фахівців — це ті чинники, які змусили дбати про створення нових доступних інструментів роботи з супутниковими даними та різними інформаційними продуктами, отримуваними на їх основі, що дозволяють, зокрема, використовувати можливості різних розподілених обчислювальних ресурсів.

Таким чином, можна зазначити, що у сфері роботи з даними ДЗЗ і пов'язаними з ними технологіями відбуваються досить серйозні зміни. Тому для того, аби забезпечити максимальну ефективність роботи СДМ, знадобилося вдосконалення схеми роботи з даними, а також розробка нових методів та інструментів для їх застосування.

Раніше на перших етапах розвитку СДМ при побудові конкретної системи в ній доводилося реалізовувати всі етапи обробки даних ДЗЗ і повністю створювати для цього спеціальну інфраструктуру. Натомість сьогодні цього можна уникнути. З'явилися можливості задіяти в інтересах конкретної системи різні «зовнішні» інформаційні та обчислювальні ресурси. У цьому разі можна запропонувати узагальнену схему побудови СДМ (див. рисунок). Головна особливість цієї схеми полягає в тому, що в інтересах СДМ створюються і підтримуються лише ті блоки, які забезпечують роботу з даними ДЗЗ з метою виконання спеціальних завдань, характерних для конкретної

системи. Тоді СДМ не має потреби дублювати інформаційні та технічні можливості центрів збору, обробки, архівації та поширення супутникової інформації. Новітні технології дозволяють ефективно задіювати ресурси таких центрів для вирішення завдань побудови різних блоків і підсистем конкретної СДМ. Усе це дає змогу спрощувати процеси створення та підтримки СДМ, зменшуючи їхню ресурсомісткість. За такого підходу в інтересах конкретної СДМ створюються перелічені далі основні блоки та підсистеми:

- підсистема обробки даних;
- підсистема ведення архівів даних;
- підсистема надання та аналізу даних;
- блок управління і контролю роботоздатності.



Загальна схема системи дистанційного моніторингу

Із метою реалізації системи обробки даних у конкретній СДМ для організації окремих її блоків може бути задіяно обладнання, що надається центрами прийому та обробки інформації. Це дозволяє в багатьох випадках уникнути необхідності передавати значні обсяги інформації з центрів у СДМ. Так, наприклад, блоки СДМ, реалізовані на обчислювальних потужностях центрів, проводячи обробку даних безпосередньо в центрі, дозволяють організувати передавання в СДМ тільки інформаційних продуктів, які використовуються для виконання вирішуваних нею завдань. Окрім того, власникам СДМ у цьому випадку немає необхідності створювати і підтримувати власні потужні обчислювальні комплекси.

Безумовно, основним чинником, що визначає вибір підходів і методів побудови архівів СДМ, є швидке зростання обсягів супутникової інформації. Це призводить до того, що зрештою при побудові СДМ доводиться відмовлятися від традиційного шляху використання даних ДЗЗ —

отримання (збору) усіляких даних із різних джерел і розміщення їх у власні архіви СДМ. Такий шлях призводить до того, що або СДМ доводиться істотно обмежувати стосовно складу використовуваних даних, або створювати і підтримувати власні величезні й високоартісні потужності зберігання. Обидва шляхи мають очевидні недоліки.

Найбільш розумним вибором є використання розподілених систем зберігання даних, можливість роботи з якими надають чимало постачальників інформації, а також центри прийому, обробки та архівації даних ДЗЗ. У цьому разі СДМ передплачують не з огляду на можливість отримання всього необхідного потоку даних, а на можливість online-отримання інформації з архівів постачальників у будь-який момент часу, коли це необхідно СДМ і її користувачам. За такого підходу СДМ може зосередитися на веденні своїх власних спеціальних архівів даних, створюваних у результаті спеціальної тематичної обробки для задоволення своїх потреб. Варто наголосити, що такий підхід багато в чому забезпечується можливістю використання не тільки ресурсів зберігання, що надаються постачальниками даних ДЗЗ, а й обчислювальних ресурсів, які можуть бути надані СДМ для проведення обробки.

Ще одним істотним чинником впливу на вибір підходів до побудови архівів даних СДМ є активний розвиток новітніх технологій аналізу даних ДЗЗ і результатів їх обробки. Зокрема, з'являються можливості створення досить ефективних інструментів обробки та аналізу даних ДЗЗ [6; 8], а також активно впроваджуються методи, що дозволяють «на ходу» формувати та надавати користувачам різні інформаційні продукти [7; 8]. Усе це вимагає такої організації архівів даних ДЗЗ, що гарантувала б швидкий доступ до даних як із призначених для користувача інтерфейсів, так і для процедур обробки даних. Слід також зазначити, що в багатьох випадках СДМ стають не тільки споживачами різної інформації, а й постачальниками її в інші СДМ, оскільки створювані архіви даних мають забезпечувати можливість роботи з інформацією, що зберігається в них, як для своїх (користувачів конкретної СДМ), так і для зовнішніх користувачів.

Традиційним чинником, що визначає архітектуру систем архівації даних ДЗЗ і результатів їх обробки, є досить велика різноманітність систем спостереження і даних, що надходять від них. Оскільки сучасним СДМ доводиться зазвичай працювати з великими й різноманітними наборами інформації, усе гостріше постають питання уніфікації систем зберігання даних. Для ефективної роботи з даними системи архівації сьогодні мають забезпечувати зберігання і роботу не лише із самими даними і набором метаданих (калібрування, якість, де і коли отримані тощо), але і з інформацією про

те, які продукти (у тому числі й «віртуальні» (під «віртуальними» продуктами розуміємо продукти обробки даних, які не зберігаються в системі, а формуються «на ходу» за наявності запиту користувача)) можуть бути отримані на основі цих даних, зокрема з описом схем (алгоритмів) отримання таких продуктів. Така інформація має зберігатися у формалізованому вигляді, аби її можна було використовувати в автоматизованих процедурах обробки даних.

Одним із найважливіших елементів будь-якої СДМ є підсистема надання та аналізу інформації. Можна виокремити кілька основних факторів впливу на технології створення і розвитку цих підсистем.

Перший фактор полягає в тому, що більшість СДМ мають забезпечувати можливість роботи з наданою ними інформацією та інструментами для її аналізу розподіленим користувачам. Саме через це одним із головних інструментів для забезпечення роботи з даними стають web-інтерфейси. Така ситуація, одного боку, накладає певні обмеження на функціональність зазначених інтерфейсів, а з другого, дає незаперечну перевагу перед традиційно використовуваними настільними додатками. Перевага пов'язана передусім із простотою їх актуалізації, а також із тим, що відповідає потреба закуповувати і підтримувати чимало ліцензій, необхідних для створення та впровадження настільних додатків.

Другий фактор — активно здійснювані роботи з формування підходів до розробки складних інструментів розподіленого аналізу даних із використанням різних інтернет-технологій [6; 8]. Слід очікувати, що незабаром більшість СДМ практично повністю перейде на використання web-інтерфейсів для надання користувачам доступу до різної інформації та здійснення її аналізу.

Третій фактор — швидке вдосконалення технічних можливостей забезпечення online-доступу до даних зовнішніх інформаційних систем, зокрема й до ресурсів постачальників даних ДЗЗ. Це дозволяє працювати в інтерфейсах конкретних СДМ з інформацією, отриманою з різних джерел на момент запиту. Завдяки розвитку відповідних технологій самі СДМ мають уже великі можливості надання формованої ними спеціалізованої інформації різним зовнішнім користувачами. Таким чином, СДМ самі можуть надавати послуги з надання різних інформаційних сервісів. Можна очікувати, що напрямок надання спеціалізованої інформації, отриманої на основі даних ДЗЗ, буде й надалі швидко розвиватися. Це, зокрема, дозволить при побудові СДМ розширити сферу використання готових інформаційних продуктів, отриманих на основі поглибленої обробки базової супутникової інформації.

Висновки

З огляду на те, що ми останніми роками сильно еволюціонували підходи до створення і розвитку СДМ, істотних змін зазнали технології, спрямовані на побудову блоків управління і контролю роботоздатності СДМ. Інфраструктура більшості СДМ стала фактично розподіленою, збільшилася кількість використовуваних джерел інформації і архівів даних, а також процедур обробки та надання даних. Усе це, безумовно, вимагає підвищення рівня автоматизації процесів контролю роботоздатності СДМ, а також створення технологій автоматизованого діагностування критичних ситуацій у функціонуванні СДМ.

Список використаної літератури

1. Трофимов, Д. М. Методы дистанционного зондирования при разведке и разработке месторождений нефти и газа / Д. М. Трофимов, М. Д. Каргер, М. К. Шузаева. — М.: Инфра-Инженерия, 2015. — 80 с.
2. Современные подходы и технологии организации работы с данными дистанционного зондирования Земли для решения научных задач / [В. П. Саворский, Ю. И. Шокин, О. Ю. Панова и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2012. — Т. 9, № 1. — С. 21–44.
3. Технологии построения информационных систем дистанционного мониторинга / [Е. А. Лупян, А. А. Мазуров, Р. Р. Назиров и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2011. — Т. 8, № 1. — С. 26–43.

4. Основные возможности и структура информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ Рослесхоз) / [С. А. Барталев, Д. В. Ершов, Г. Н. Коровин и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2010. — Т. 7, № 2. — С. 97–105.

5. Лупян, Е. А. Основные продукты обработки данных дистанционного зондирования Земли / Е. А. Лупян, В. П. Саворский // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2012. — Т. 9, № 2. — С. 87–97.

6. Создание инструментов для удаленной обработки спутниковых данных в современных информационных системах / [А. В. Кашицкий, И. В. Балашов, Е. А. Лупян и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2015. — Т. 12, № 1. — С. 156–170.

7. Построение архивов результатов обработки спутниковых данных для систем динамического формирования производных информационных продуктов / [И. В. Балашов, М. Ю. Бурцев, В. Ю. Ефремов и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2008. — Т. 5, № 1. — С. 26–32.

8. Козелкова, Е. С. Методика повышения качества моделирования многоспутниковой низкоорбитальной экологической системы дистанционного зондирования Земли: монография / Е. С. Козелкова. — К.: ЦНИИ НиУ, 2004. — 120 с.

Рецензент: доктор техн. наук, професор К. С. Козелкова, Державний університет телекомунікацій, Київ.

К. П. Сторчак

**МЕТОДЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОСТРОЕНИЯ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ
СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ**

Проанализированы особенности и тенденции развития современных систем дистанционного мониторинга и возможности использования современных технологий для их построения.

Ключевые слова: системы дистанционного мониторинга; информационная система; спутниковая система; дистанционное зондирование Земли; обработка данных; архивы.

K. P. Storchak

**METHODS OF INFORMATION AND TECHNOLOGICAL CONSTRUCTION OF THE SATISFACTORY SYSTEM
OF DATA COLLECTION AND DATA PROCESSING**

The work analyzes the features and trends of the development of modern remote monitoring systems and the possibilities of using modern technologies for their construction.

Keywords: remote monitoring systems; information systems; satellite system; remote sensing of the Earth; data processing; archives.