

УДК 528.7:528.8

Е. И. Бушуев¹, В. И. Волошин¹, Е. И. Махонин², С. П. Мосов³

¹Державне підприємство «Дніпрокосмос», Дніпропетровськ

²Національне космічне агентство України, Київ

³Національна академія оборони України, Київ

Системные обработки

схемы данных

технологий ДЗЗ

Розглянуто сучасні технологічні схеми і рівні обробки даних дистанційного зондування Землі. Обґрунтовано необхідність проведення тематичної обробки в спеціалізованих регіональних і відомчих центрах. Розглянуто принципи створення і функціонування таких центрів.

В технологической цепочке планирования, сбора, передачи и усвоения данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) обработка занимает исключительно важное место, поскольку именно на этом этапе происходит превращение исходного потока данных от КА в готовый информационный продукт.

Для современных условий важность и трудоемкость этого этапа характеризуется и тем, что в стоимости готового продукта затраты на обработку могут достигать 80 %, а затраты на получение данных ДЗЗ — 20 %.

Для современных космических систем наблюдения Земли с передачей информации по радиоканалам технологический цикл обработки можно представить в виде отдельных этапов с характерными группами операций для каждого этапа, и обеспечивающих достижение **определенного уровня** (см. рис. 1).

Относительная стоимость продукта в зависимости от уровня обработки приведена на рис. 2.

В зависимости от оснащенности, подготовки и интересов пользователей им нужна информация различных уровней. Так, автономные пункты приема информации (АППИ) пользователей получают информацию уровня *R*, большие и хорошо оснащенные ведомственные и региональные геоинформационные центры будут предпочитать информацию уровней 0 или 1. В настоящее время достаточ-

но широк и продолжает активно развиваться слой пользователей, имеющих ГИС-средства. Для них предпочтительными являются данные ДЗЗ на уровнях обработки 2 или 3. И наконец, наиболее представительным для условий Украины является слой пользователей, заинтересованных в получении продуктов тематической обработки уровнями 3 или 4.

Для современных космических систем EOS, «Landsat», «Spot», «Ikonos» и др. (<http://eosps.nasa.gov>; <http://landsat.gsfc.nasa.gov>; <http://www.spotimage.fr>; <http://www.spaceimaging.com>) общепризнанно, что наземный специальный комплекс космической системы проводит только предварительную валовую обработку поступающей информации с целью ее приведения к некоторому стандартизованному уровню 0, 1 или в некоторых случаях 2.

Более глубокая обработка уровнями 2, 3, 4 проводится в специализированных тематических центрах с привлечением дополнительной информации из других источников.

Для наилучшего удовлетворения потребностей пользователей и с целью повышения отдачи от КС ДЗЗ в состав космической системы целесообразно ввести пользовательский сегмент системы (рис. 3) в качестве функционально-привлекательного элемента КС. Об актуальности решения такой задачи говорит тот факт, что в настоящее время Европейская



ROW	Регистрация «сырого» потока, принимаемого с КА		Аннотация +
Предварительная обработка	Уровень 0	Распаковка по приборам и каналам Преобразование в растровую структуру	+
Нормализация	1. Уровень 1	Привязка по орбитальным данным Разделение на кадры. Оценка качества	+
	1A	+ Радиометрическая коррекция + % сбойных пикселей	+
	1B	+ Геометрическая коррекция	+
	1C	+ Привязка по картам местности + % облачности	+
	1D	+ Привязка по опорным точкам	+
Межотраслевая обработка - картооснова	2. Уровень 2	Пересчет в заданную картографическую проекцию	+
	2A	+ Полная радиометрическая коррекция	+
	2B	+ Полная геометрическая коррекция	+
	2C	+ Орторектификация	+
Межотраслевая обработка - тематика по заказу пользователя	Уровень 3	Формирование тематических слоев	+
	Уровень 4	Выходные модели, карты, ГИС-проекты	+

Рис. 1. Уровни обработки

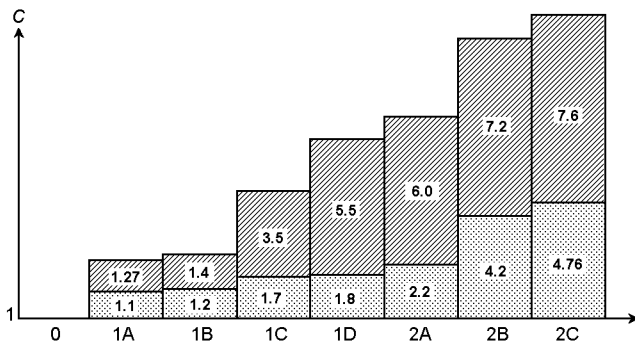


Рис. 2. Зависимость относительной стоимости информационного продукта ДЗЗ от уровня обработки

комиссия и Европейское космическое агентство планируют к 2008 г. масштабное строительство подобной структуры Global Monitoring Environment and Security — GMES как постоянно действующей эксплуатационной службы (<http://earth.esa.int/gmes>).

Задачами пользовательского сегмента являются:

1. Своевременное и регулярное снабжение субъектов хозяйствования и государственного управления аэрокосмической информацией (АКИ), в том числе:
 - данными наблюдения Земли от авиакосмических средств;
 - данными геопозиционирования от спутниковых навигационных систем;

- результатами обработки АКИ с использованием наземной заверочной информации (ортокосмокарты, тематические карты и др.).

2. Формирование рынка пользователей АКИ путем:

- предоставления услуг пользователям по участию в отработке технологий решения целевых задач пользователей,
- тематической обработке АКИ по согласованной технологии,
- подготовки и обучения пользователей,
- оснащения пользователей специализированными аппаратно-программными средствами для приема и обработки АКИ;
- реализации совместных прикладных программ и экспериментов на договорной основе.

3. Выработка требований к перспективному КС ДЗЗ, исходя из нужд пользователей.

Структурно пользовательский сегмент (ПС) представляет сеть специализированных региональных и предметно-ориентированных центров обработки данных ДЗЗ. Первую очередь таких центров предлагается создать на базе организаций, активно занимающихся обработкой данных и участвующих в выполнении Национальной космической программе Украины (таблица).

В Национальной космической программе Украины на 2003—2007 гг. предусматривается создание отдельных элементов пользовательского сегмента в



Рис. 3. Структура космической системы наблюдения Земли

рамках проектов «Антикриз», «Космокарта», УМАКС, «Мониторинг». В целом организация в НКАУ космической деятельности по ДЗЗ, охватывающая все три сегмента КС ДЗЗ, представлена на рис. 4.

Однако, учитывая характер решаемых ПС задач, следует признать, что полномасштабное строительство ПС по существу является задачей государственного и межведомственного уровня, поскольку направлено на качественное улучшение геоинформационного обеспечения в самых различных областях управленческой и хозяйственной деятельности.

В этом плане целесообразно рассмотреть основные принципы создания и функционирования пользовательского сегмента.

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО СЕГМЕНТА (ПС)

1. Правовой основой для создания и функционирования пользовательского сегмента является Указ Президента Украины «Про заходи щодо використання космічних технологій для інноваційного розвитку економіки держави» от 06.02.2001, № 73, Закон Украины «Про національну програму інформатизації» и заданий «Национальной программы информатизации». Исходя из заданий этой программы на 2000—2002 гг. (Постанова Верховної Ради від 06.07.2000 г. № 1851-III), следует определить ПС как основной держатель национальных геоинформационных ресурсов в части данных ДЗЗ и как специализированную систему геоинформационного космического обеспечения (СГИКО), взаимодей-

ствующую с ведомственными и региональными информационно-аналитическими системами.

2. СГИКО представляет сеть региональных и ведомственных центров тематической обработки данных ДЗЗ, которые создаются и эксплуатируются при поддержке Национального космического агентства Украины и заинтересованных пользователей.

3. Система СГИКО дополняет существующие и создаваемые информационно-аналитические системы (ИАС) пользователей национального, регионального и ведомственного уровня аэрокосмическими данными.

При этом с помощью аэрокосмических данных должны обеспечиваться:

- валидация данных от разнородных ведомственных источников, проверка их достоверности;
- генерализация и актуализация данных по всей площади области интереса пользователя;
- геопозиционирование субъектов и объектов хозяйственной деятельности, природных процессов и явлений в единой системе координат;
- регулярный мониторинг области интереса пользователей по согласованному регламенту наблюдений.

4. Наземную заверочную информацию для СГИКО должны поставлять прикладные информационно-аналитические системы (ИАС) пользователей и информационные фонды по согласованной структуре и регламенту обмена информацией.

5. Система СГИКО должна разрабатываться в архитектуре распределенных ГИС систем с использованием современных сетевых и телекоммуникационных технологий.

6. Система СГИКО создается поэтапно, путем наращивания информационных возможностей и расширения состава абонентов системы.

7. СГИКО должна быть системой, открытой для сотрудничества на коммерческой основе.

8. СГИКО является элементом национальной распределенной системы информационных ресурсов, состоящей из базовой сети региональных и специализированных центров ГИКО, обеспечивающих усвоение и интеграцию АКИ в ИАС государственного управления и в ведомственных ИАС.

9. Для гарантированного обеспечения информацией центры СГИКО должны иметь собственные источники данных в составе автотранспортной и беспилотного легкого летательного аппарата ДЗЗ (БПЛА-ДЗЗ).

10. Источником информации для СГИКО являются:

- данные, получаемые от космической системы «Січ»;
- данные ДЗЗ, получаемые через международные

Состав и функции центров сети геоинформационного космического обеспечения

Принцип: Сеть развивается и функционирует на долевой основе НКАУ, НАНУ и заинтересованных пользователей

№ п/п	Центры		Функции, выполняемые организацией	
	базовые организации	в рамках КС	регионального уровня (обслуживаемые территории)	Базовые тематические и методические задачи
1	Институт космических исследований НАН и НКА Украины, Киев	Интеграция потребностей общества в услугах ДЗЗ и формирование требований к КС	Украина	Информационная инфраструктура ПС
2	Центр аэрокосмических исследований Земли НАН Украины (ЦАКИЗ), Киев	Научно-методический центр ДЗЗ. Программа научно-прикладных исследований	Украина	Оптические наблюдения. Геоэкология. Водные ресурсы. Лесное хозяйство
3	Центр архивации и распространения данных ГНПП «Природа»	Поддержка и обслуживание распределенной базы данных ДЗЗ. Государственный архив данных ДЗЗ	Украина, Киев Обслуживание ведомств	Стандарты, форматы и процедуры обмена данными
4	Украинский центр менеджмента земельных ресурсов (УЦМЗР)	Станция приема 1. 7 ГГц	Украина	Чрезвычайные ситуации, Земельные ресурсы
5	НЦУИКС, г. Макаров		Украина	Контроль космического пространства
6	ЛЦ ИКИ, г. Львов	Бортовая аппаратура для исследования космического пространства	Украина	Космическая погода
7	Приднепровский, Днепропетровск ГП «Днепркосмос»	Разработка ПО для планирования работы и управления КС, обработки данных ДЗЗ. Обучение пользователей	Днепропетровская, Запорожская, Кировоградская, Донецкая обл.	Агроземельные ресурсы. Геоинформационное обеспечение органов гос. управления регионального уровня
8	Причерноморский, Евпатория НЦУИКС	Эксплуатация КС Интеграция данных от региональных центров	Крым, Херсонская, Одесская, Николаевская обл.	Оперативный информационно-аналитический центр ИАС НКАУ
9	Подольский, Дунаевцы НЦУИКС	Главный центр приема и обработки КИ. Оператор системы навигационного обеспечения СНО.	Хмельницкая, Тернопольская, Винницкая обл.	
10	Восточный, Хайков ЦРЗЗ, НАН	Региональный центр приема 137 Мгц	Харьковская, Полтавская, Сумская, Луганская обл.	Радиолокационное наблюдение
11	Морской, Севастополь МГИ, НАН	Региональный центр приема 1.7 ГГц и обработки КИ	Мировой океан, Черное и Азовское моря	Океанография. Морское и рыбное хозяйство. Экология моря
12	Западный, Львов АКИЭМ НАНУ		Волынская, Львовская, Закарпатская, Ивано-франковская, Черновицкая обл.	Лесное хозяйство. Экология

сети распространения данных ДЗЗ, архивные данные ДЗЗ;

- данные от собственных наземных и авиационных средств ДЗЗ;
- данные наземных обследований и режимных наблюдений, поступающие по согласованному регламенту от прикладных ИАС отдельных пользователей;
- данные от навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и Navstar.

Основной задачей ГИКО является переработка исходной информации в товарный продукт и доведение этого продукта до пользователей по согласо-

ванному регламенту в рамках прикладных информационно-аналитических систем пользователей.

11. Состав аппаратно-программных средств региональной подсистемы СГИКО-Р:

- аппаратно-программный комплекс обработки данных ДЗЗ, например, на базе разработанного ГП «Днепркосмос» и переданного в опытную эксплуатацию в 2003 г. ПТК обработки изображений;
- телекоммуникационный сервер обмена данными ДЗЗ, доступа в интернет и коммуникационную сеть ИАС со средствами защиты информации;



Рис. 4. Схема космической деятельности

- СУБД для управления и администрирования распределенной базы геопространственных данных ИАС;
- региональный пункт контроля навигационного поля с 2-3 полевыми комплектами GPS-приемников;
- автोलaborатория контроля окружающей среды, оснащенная вычислительными средствами, GPS-приемником, БПЛА-ДЗЗ, радиоканалом обмена данными с региональным центром СГИ-КО-Р и сменным набором приборов для экспресс-обследований состояния окружающей среды.

Усвоение данных ДЗЗ с помощью СГИКО на регулярной основе выдвигает и более высокие требования к качеству данных ДЗЗ в части преемственности данных, их регулярной радиометрической и геометрической калибровки в процессе полета,

интеркалибровки различных съемочных систем, обеспечению атмосферной коррекции.

Решение этих задач и формирование пользовательского сегмента КС является важнейшей задачей оператора космической системы и заинтересованных пользователей.

SYSTEM PROCESS FLOWSHEETS OF REMOTE SENSING DATA PROCESSING

E. I. Bushuev, V. I. Voloshin, E. I. Mahonin, S. P. Mosov

Some modern process flowsheets and levels of the processing of Earth remote sensing data are considered. The necessity of carrying out subject processing in specialized regional and departmental centres is justified. Some principles of creation and functioning of such centres are discussed.