

ВОЗМОЖНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА XV_SAT

В.А. Егоров, В.О. Ильин, Е.А. Лупян, А.А. Мазуров, Е.В. Флитман

*Институт космических исследований РАН
E-mail: info@d902.iki.rssi.ru*

В настоящей работе представлены основные возможности разработанного в ИКИ РАН программного комплекса XV_SAT. Комплекс предназначен для проведения обработки данных различных спутниковых систем дистанционного зондирования. Комплекс создан на основе программного пакета (XV_HRPT), который более десяти лет разрабатывался и использовался в ИКИ РАН для построения автоматизированных систем приема, архивации, обработки и распространения спутниковых данных. Этот программный пакет позволяет работать с данными, поступающими с различных спутников, и использовался при построении автоматизированных комплексов приема, обработки, архивации и распространения данных в различных информационных системах. Основной нишей, в которой данный пакет использовался, были именно полностью автоматизированные программные комплексы, которые должны были иметь достаточно простые и удобные возможности расширения и масштабирования. Ознакомиться с возможностями пакета XV_HRPT, а также комплексов и систем, созданных на его основе, можно, в частности, в работах [1–10].

Программный пакет XV_HRPT показал себя достаточно эффективным и устойчивым в работе. Однако, поскольку базовые элементы данного пакета были разработаны еще в начале 1990-х гг., многие его элементы в настоящий момент устарели, а использующаяся в нем архитектура стала сильно затруднять его развитие и доработку. В первую очередь, это было связано с тем, что данный программный пакет был спланирован как набор отдельных программ, имеющих некоторую общую базовую часть, но развивающихся независимо для решения конкретных задач (например, первичной обработки данных, географической привязки, тематической обработки данных конкретных приборов и т. д.). Это привело, в частности, к тому, что при разрастании числа таких программ и их возможностей стало трудно выделить в них единую базовую часть, отвечающую в том числе и за однотипность системы организации автоматических процедур. Кроме того, программы пакета не достаточно эффективно использовали появившиеся в последние годы возможности работы с данными большого объема. Программы пакета также были не полностью объектно-ориентированы, что затрудняло использование для их развития современных средств разработки. Все это, в свою очередь, стало затруднять развитие пакета для работы с данными новых систем и расширение его функциональности. Исходя из этого, в 2001 г. в ИКИ РАН была начата разработка нового программного комплекса XV_SAT, основной задачей которого было предоставление современного инструментария для создания, поддержки и развития автоматизированных комплексов обработки спутниковых данных. Следует отметить, что, на наш взгляд, несмотря на то, что сегодня существует достаточно много программных комплексов, предназначенных для обработки спутниковых данных, таких, например, как ERDAS-Imagine [11, 12], в основном они ориентированы на интерактивную обработку и анализ спутниковых данных. В то же время задачи создания именно автоматических систем обработки спутниковых данных в последние годы стали особенно актуальны и для их решения, безусловно, требуется специализированный программный инструментарий.

Исходя из накопленного в ИКИ РАН опыта и изложенных выше соображений, к программному комплексу XV_SAT были выдвинуты следующие основные требования. Комплекс должен:

- работать под единой программной оболочкой;
- иметь объектно-ориентированную архитектуру;

- иметь возможность легкого расширения и добавления внешних процедур и модулей обработки данных;
- иметь возможность легко создавать цепочки процедур обработки данных и поддерживать их выполнение;
- обеспечивать работу в полностью автоматическом режиме;
- обеспечивать возможность удаленного контроля за своим функционированием;
- позволять проводить разработку отдельных модулей независимыми группами программистов.

Исходя из этих требований, была разработана **архитектура комплекса XV_SAT**, представленная на рисунке.

Основными элементами архитектуры комплекса XV_SAT являются набор базовых библиотек, управляющая программа XV Manager и ряд модулей расширения.

Рассмотрим элементы архитектуры более подробно.

Набор базовых библиотек, на основе которых строятся остальные элементы системы, представляет собой библиотеки основных классов, интерфейсов и утилит для работы с изображениями, модулями расширения, операциями и специфичными элементами управления пользовательского графического интерфейса.

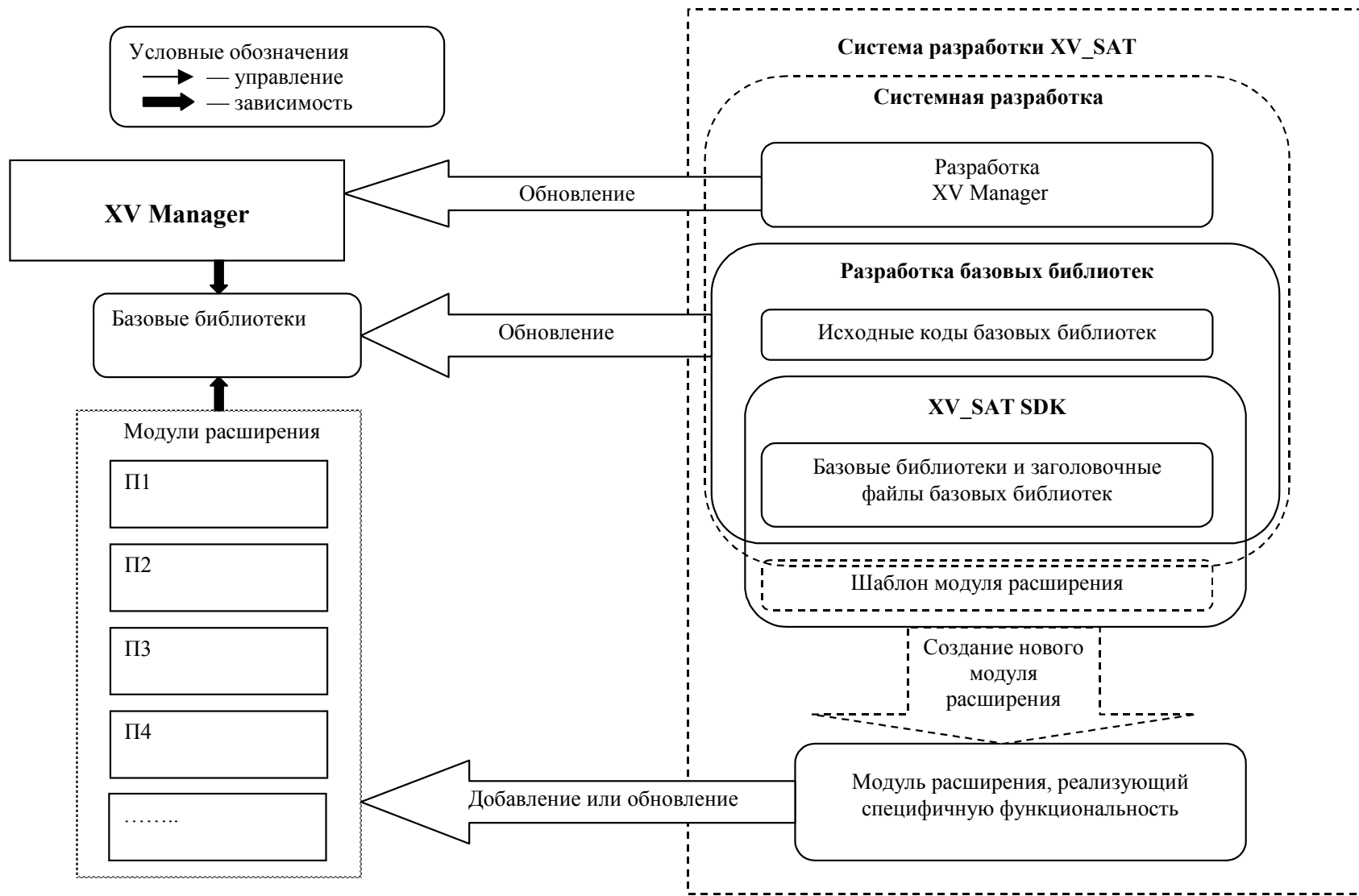
Для того чтобы управлять всеми элементами системы была создана единая программная оболочка XV Manager, представляющая собой графическое приложение. Основные функции XV Manager — работа с изображениями, модулями расширения и операциями. Помимо всего прочего XV Manager поддерживает подсистему автоматической работы.

Для того чтобы удовлетворить требованиям легкой расширяемости, доработки и независимой разработки, потребовалось создать такую архитектуру, которая позволила бы разрабатывать модули расширения, не существующие на момент проектирования комплекса, т. е. от них не должны были бы зависеть базовые библиотеки и XV Manager. Была предложена объектно-ориентированная древовидная архитектура, основанная на операциях и модулях расширения. Согласно концепции этой архитектуры, модули расширения и операции реализуют интерфейсы, определенные в базовых библиотеках. Это позволяет унифицированно работать с ними оболочке XV Manager через заранее определенные интерфейсы без предварительного знания функций конкретных модулей.

Базовой единицей архитектуры XV_SAT служит операция, комплекс ориентирован на работу с операциями. Каждой операции отвечает пункт меню, при нажатии на который вызывается соответствующая операция. Основными элементами операций являются набор общих параметров (имя операции, идентификатор меню операции, текстовый дескриптор операции, флаги), набор специфичных параметров, интерфейсы задания параметров (диалоговый и макро) и основная процедура, выполняющая пользовательское действие.

Операции группируются в модули расширения. Помимо того, что модуль расширения является контейнером, содержащим набор операций, он включает подменю, соответствующее этому набору. При начальной загрузке XV Manager по заранее определенному пути выполняет поиск модулей расширений. При нахождении очередного модуля расширения XV Manager добавляет к своему основному меню подменю соответствующего модуля расширения, увеличивая, таким образом, свою функциональность.

Для того чтобы обеспечить удобный механизм создания новых, специфичных модулей расширений, был реализован набор инструментальных средств разработки XV_SAT SDK, состоящий из базовых библиотек, заголовочных кодов базовых библиотек, специально подготовленного шаблона модуля расширения и инструкций программиста по созданию нового модуля расширения. Набор из XV_SAT SDK и XV Manager позволяет вести параллельную разработку модулей расширения независимыми разработчиками.



Архитектура комплекса XV_SAT

Как уже говорилось, одной из основных задач комплекса XV_SAT является создание блоков полностью автоматической обработки спутниковых данных. Для этого в комплексе разработана подсистема создания и поддержки работы макрокоманд (макросов). Основной единицей макроса служит макрооперация — это стандартная операция комплекса, способная работать в автоматическом режиме. Макрос представляет собой последовательность операций, записанных во внешний файл. Основными элементами подсистемы макрообработки XV Manager являются редактор макросов, позволяющий создавать макросы, и блок выполнения макросов, обеспечивающий их чтение и выполнение.

Комплекс XV_SAT способен работать в полностью автоматическом режиме. Под полностью автоматическим режимом подразумевается запуск комплекса по расписанию, выполнение заданных макросов и последующая выгрузка комплекса. Такой режим обеспечивается поддержкой запуска единой оболочки XV Manager из командной строки и работой в связке с программой XVCron [13], которая представляет собой Windows-аналог UNIX-программы Cron Daemon с дополнительными сетевыми возможностями и выполняет автоматический запуск приложений по расписанию.

Разработка комплекса XV_SAT проводилась в среде Microsoft Visual C++ 6.0 с использованием системы контроля версий Microsoft Visual SourceSafe 6.0. Он рассчитан на работу под управлением операционной системы Windows 9x/NT/2000/Millennium/XP.

В настоящее время комплекс XV_SAT позволяет решать различные задачи, возникающие в процессе обработки спутниковых данных, и работать с данными следующих приборов:

- AVHRR — установлен на спутниках серии NOAA [14];
- МСУ-Э — установлен на спутниках серии «Ресурс», «Океан-О», «Метеор-3М» [15];
- МСУ-СК — установлен на спутниках серии «Ресурс», «Океан-О» [16];
- MODIS — установлен на спутниках серии TERRA, AQUA [16];
- VEGETATION — установлен на спутниках серии SPOT [17];

Комплекс обеспечивает выполнение следующих операций:

- чтение и распаковка данных телеметрии, получаемой в различных центрах приема;
- калибровка данных отдельных приборов;
- фрагментация данных и их аннотирование;
- географическая привязка данных различных приборов;
- фильтрация помех и улучшение качества изображений;
- классификация многоканальных изображений;
- большой набор стандартных операций по работе с изображениями (чтение/запись, печать, формирование псевдоцветных изображений и т. д.)

Комплекс позволяет решать различные тематические задачи, такие, например, как:

- детектирование пожаров;
- построение различных вегетационных индексов;
- выделение облачных структур;
- построение карт температуры поверхности моря;
- детектирование льда.

На основе комплекса сегодня реализованы блоки обработки спутниковых данных в следующих системах:

- Информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров МПР РФ (см. работу «Российская система спутникового мониторинга лесных пожаров» в настоящем сборнике);

- Автоматизированная система обработки и архивации данных НИЦ «Планета» (см. работу «Автоматизированная система сбора, обработки и представления спутниковых данных НИЦ „Планета“» в настоящем сборнике);
- Автоматизированная система архивации данных Госцентра «Природа»;
- Действующий макет системы мониторинга сельскохозяйственных земель (см. работу «Организация системы сбора и обработки спутниковых данных для мониторинга сельскохозяйственных земель» в настоящем сборнике).

В настоящее время ведутся активные работы по развитию комплекса XV_SAT и созданию на его основе систем обработки данных для решения различных научных и прикладных задач.

Литература

1. Захаров М.Ю., Лупян Е.А. Организация обработки данных на персональной станции приема данных высокого разрешения со спутников серии NOAA // Исслед. Земли из космоса. 1993. № 1. С. 36–39.
2. Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Флитман Е.В. Гибкая система модификации программного обеспечения для обработки спутниковых изображений // Исслед. Земли из космоса. 1994. № 1. С. 48–53.
3. Букчин М.А., Захаров М.Ю., Крайнев Ан.Г., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Нартов И.Ю., Флитман Е.В. Первичная обработка данных метеорологических спутников на локальных станциях приема // Исслед. Земли из космоса. 1994. № 5.
4. Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А. Программа обработки данных прибора AVHRR спутников серии NOAA для персональных компьютеров // Исслед. Земли из космоса. 1993. № 4. С. 62–68.
5. Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Нартов И.Ю. Географическая привязка данных прибора AVHRR для задач регионального мониторинга // Исслед. Земли из космоса. 1993. № 5. С. 27–32.
6. Долгополов Б.Я., Захаров М.Ю., Лупян Е.А. Комплекс программ сегментации и классификации многоканальных спутниковых изображений // Исслед. Земли из космоса. 1993. № 6. С. 49–57.
7. Loupian E.A., Zakharov M.Yu., Mazurov A.A., Flitman E.V. Flexible System of Updating Software for Satellite Images // Proc. 1st Intern. Symp. on “Reducing the Cost of Spacecraft Ground Systems and Operations”. 1995. RAL Chilton, Oxfordshire. P. 65.1–65.6.
8. Loupian E.A., Zakharov M.Yu., Mazurov A.A., Flitman E.V. Software for Personal Station for HRPT Data Acquisition // Proc. 1st Intern. Symp. on “Reducing the Cost of Spacecraft Ground Systems and Operations”. 1995. RAL Chilton, Oxfordshire. P. 68.1–68.9.
9. Loupian E.A., Zakharov M.Yu., Mazurov A.A., Flitman E.V. Software for Personal Station for HRPT Data Acquisition // Proc. 1st Intern. Symp. on “Reducing the Cost of Spacecraft Ground Systems and Operations”. 1995. RAL Chilton, Oxfordshire. P. 68.1–68.9.
10. Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Матюшкин Е.В., Назиров Р.Р., Флитман Е.В. Построение архивов данных метеорологических спутников на основе технологий глобальных сетей ИНТЕРНЕТ. М.: ИКИ РАН. Препринт Пр.-1978. 1998. 27 с.
11. [Электронный ресурс] Erdas Essentials. Product Description. <http://gis.leicageo-systems.com/Products/Imagine/default.asp>.
12. The ERDAS IMAGINE Field Guide. Fourth edition, ERDAS, Inc. Atlanta, Georgia.
13. Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В. Система автоматического приема и архивирования спутниковых данных. М.: ИКИ РАН. Препринт Пр-1988. 1998. 19 с.
14. Kidwell K.B., NOAA polar data user’s guide. NOAA NESDIS, NCDC. 1988. 148 p.

15. Оперативные космические системы. М.: Гидрометеиздат. 16 с.
16. *Barnes W.L., Pagano T.S., Salomonson V.V.* Prelaunch characteristics of the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) on EOS-AM1 // IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing. 1998. V. 36. N 4. P. 1088–1100.
17. The VEGETATION User Guide. VEGETATION, 2002. [Электронный ресурс]
<http://www.spotimage.fr/data/images/vege/VEGETAT/home.htm/>