

Развитие средств автоматизации приёма и обработки спутниковой информации региональной системы ДЗЗ СФУ

Ю.А. Маглинец, Р.В. Брежнев

*Сибирский федеральный университет (СФУ)
Институт космических и информационных технологий (ИКИТ),
660041 Красноярск, пр. Свободный 79
E-mails: ymaglinets@sfu-kras.ru, brejnev.ruslan@gmail.com*

В статье обсуждается гибкая технология организации управления вычислительными процессами в гетерогенной операционно-вычислительной среде, основанная на концепции Workflow. В качестве объекта управления выступает региональная система дистанционного зондирования (ДЗЗ) Земли из космоса Сибирского федерального университета.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, технологии workflow, принципы workflow, обработка данных ДЗЗ, прием данных ДЗЗ.

Введение

Современная система ДЗЗ регионального уровня представляет собой сложную гетерогенную систему [1], включающую множество разнородных компонент, таких, как пакеты прикладных программ обработки изображений, базы векторной и растровой видеоинформации, хранилища атрибутивной информации, подсистемы для оперирования с геоинформационными данными и поддержки принятия решений, web-серверы, серверы приложений и т.д. При построении таких систем, как правило, осуществляется комплексование покупных пакетов прикладных программ и (или) их компонент, свободно-распространяемого программного обеспечения, авторского программного обеспечения. Указанные компоненты зачастую требуют различного аппаратного и операционного окружения.

Современный этап развития отрасли ДЗЗ характеризуется интенсивным развитием космических программ, появлением новых типов спутниковых данных, в условиях отсутствия единого подхода к стандартизации методов представления и протоколов передачи информации [2]. На практике, при регистрации в региональной системе ДЗЗ новых источников данных, это приводит к необходимости перепрограммирования модулей, ответственных за передачу и предварительную обработку космоснимков.

Тем самым, актуальна разработка гибкой технологии, обеспечивающей трансформирование комбинаций процессов обработки данных в условиях масштабирования системы, при изменении сетевой или аппаратной инфраструктуры комплекса ДЗЗ.

В литературе [3-7] описан ряд подсистем управления обработкой и передачей данных систем ДЗЗ. Организация управления в них базируется на использовании скриптовых языков, обеспечивающих вызовы функций в результате осуществления событий, либо по таймеру в автоматическом режиме. Интерфейсы рассмотренных систем ориентированы на использование программистами; не освещены вопросы масштабирования систем в условиях изменяющегося внешнего окружения.

В настоящей работе предлагается решение рассматриваемой задачи на основе реализации подхода к управлению потоками работ (workflow), хорошо зарекомендовавшего себя в гибко перенастраиваемых системах автоматизации деятельности предприятий.

Обсуждение концепции workflow

Рабочий поток представляет собой простой список действий, которыми могут являться функции или процедуры. Сам по себе рабочий поток представляет собой еще один тип действий. Следовательно, под управлением рабочими потоками следует понимать управление последовательностью действий [8].

Концепция workflow, развитая в работах авторов, представляющих влиятельные научно-производственные консорциумы [9 – 12], характеризуется следующими особенностями.

1. Сбор необходимых характеристик для объективного представления процесса;
2. Позиционирование основного внимания управлению потоками работ;
3. Анализ и автоматизация бизнес-процессов;
4. Планирование потоков работ и диспетчеризация;
5. Интеграция в рамках единого процесса, труда как сотрудников, так и компьютерных систем предприятия;
6. Использование языков описания рабочих потоков – таких, как DFD, IDEF3, XPDL и др.
7. Использование паттернов Workflow. Под паттернами понимаются устойчивые структуры внутри бизнес-процессов, инвариантные к предметной области управления;
8. Постоянное развитие идеологии и практики workflow международными научно-производственными консорциумами: WfMC (Workflow Management Coalition) [9], BPMI (Business Process Management Initiative) [10], Коалиция IBM, Microsoft, BEA, SAP, Siebel, OMG (Object Management Group) [11] и др.

В настоящее время на рынке представлено существенное число различных workflow-систем, как многоцелевых, так и узконаправленных. Среди наиболее распространенных платформ workflow можно указать такие, как Windows Workflow Foundation, MQSeries, Staffware, Werve workflow, OPTIMA-WorkFlow, Система DocsVision, DIRECTUM, ДЕЛО, БОСС-Референт, CompanyMedia, PayDox, ЕВФРАТ и другие. Как видно из приведенного списка, системы workflow разрабатываются не только зарубежными сообществами, но и отечественными компаниями, такими как Cognitive Technologies (ЕВФРАТ), «Электронные офисные системы» (ДЕЛО) и т.д.

Основной целью рассмотрения этих систем был поиск решения, способного в полной мере осуществлять управление региональной распределенной системой ДЗЗ и позволять гибко конфигурировать рабочие потоки в условиях разнородного программного окружения.

Проведенный литературный обзор показал, что инструментарий рассмотренных решений служит для построения следующих типов workflow систем:

- электронного документооборота;
- автоматизации делопроизводства и контроля исполнительской дисциплины;
- создания электронных архивов документов;
- автоматизации кадрового учета;
- автоматизации бухгалтерии;
- управления информационными системами;

- комплексных workflow систем для приложений, поддерживающих сервисную архитектуру (SOA – service oriented applications) и т.д.

Непосредственное встраивание одной из представленных на рынке workflow-систем общего назначения, в качестве компоненты, отвечающей за управление процессами обработки данных системы ДЗЗ не представляется возможным вследствие целого ряда причин. Это – избыточность базового функционала, высокая стоимость, закрытость исходного кода (для большинства из них), неполное функциональное соответствие рассматриваемым задачам и др.

В данной связи была поставлена задача трансформации (реинжиниринга) существующей системы управления и мониторинга региональной системы ДЗЗ СФУ в соответствии с концепцией workflow.

Постановка задачи управления региональной системой ДЗЗ в терминах концепции workflow

Нотацией по разработке workflow-систем предусмотрены три основные этапа создания и эксплуатации:

1. **Этап создания.** Проектирование и описание процессов. На этом этапе используются инструменты анализа, моделирования и описания бизнес-процессов, выявляются workflow паттерны.

2. **Этап исполнения.** Конкретизация и управление процессами. Реализация workflow.

3. **Этап исполнения.** Взаимодействие с пользователями и прикладными инструментами (сторонним программным обеспечением).

На начальном этапе были проанализированы основные процессы, осуществляемые системой ДЗЗ и выявлены предъявляемые к ней требования. К ключевым требованиям организации управления региональной системой ДЗЗ относятся следующие:

- Способность функционировать в распределенном режиме. Этот критерий подразумевает способность системы управления запускать как комплексные процессы, так и отдельные функции процессов на выполнение на распределенном программно-аппаратном комплексе, отслеживать состояние работы и вести общий лог работы всех управляемых компонент.

- Осуществление оперативного доступа к актуальным пространственным данным. Задача организации оперативного доступа к данным осуществляется посредством системы управления, которая выполняет заранее подготовленный ряд функций (процесс), что влияет на быстрдействие запросов пользователей.

- Автоматическая манипуляция пространственными данными в рамках системы ДЗЗ. Транспортировка данных между серверами является типовой задачей при построении распределенных информационных системах, особенно в системах ДЗЗ, где под отдельные виды обработки выделяются специализированные серверы. Требуемый функционал сводится к операциям копирования, переноса, удаления, поиска данных – как по сети, так и внутри отдельно взятого сервера.

- Диагностика сбоев аппаратного обеспечения. К подобным сбоям относится потеря сетевого соединения, отсутствие электропитания серверов и сетевых устройств, выход из строя компонент антенного комплекса и др.

- Диагностика сбоев на программном уровне. К подобным сбоям относятся ошибки обработки данных, ошибки транспортировки данных, ошибки запуска компонент самой системы управления. Такие ошибки могут возникать как вследствие сбоев аппаратного обеспечения, так и из-за сбоев программного обеспечения, в том числе и операционной системы.

- Документирование работы системы управления. Получение оперативных и исчерпывающих отчетов о действиях системы управления, в которых должна содержаться информация о результатах работы с данными, диагностике аппаратных, сетевых и программных сред и других действиях, предусмотренных в рамках системы ДЗЗ.

- Предоставление гибкого, полнофункционального интерфейса оператора системы управления. Интерфейс оператора должен содержать необходимые инструменты для управления действиями системы, а так же возможность получать и отображать информацию о текущем состоянии модулей системы ДЗЗ.

В качестве примера рассмотрим модель одного из ключевых процессов системы ДЗЗ, рис. 1. Процесс получения и регистрации спутниковых данных является сложным многофункциональным процессом. В качестве функции выступает описание элемента работы, образующего один логический этап в рамках процесса. В рамках рассматриваемого процесса функциями являются прием, предварительная обработка, транспортировка, индексация и архивация данных. Эти функции выполняются в автоматическом режиме; часть из них способна выполняться параллельно.

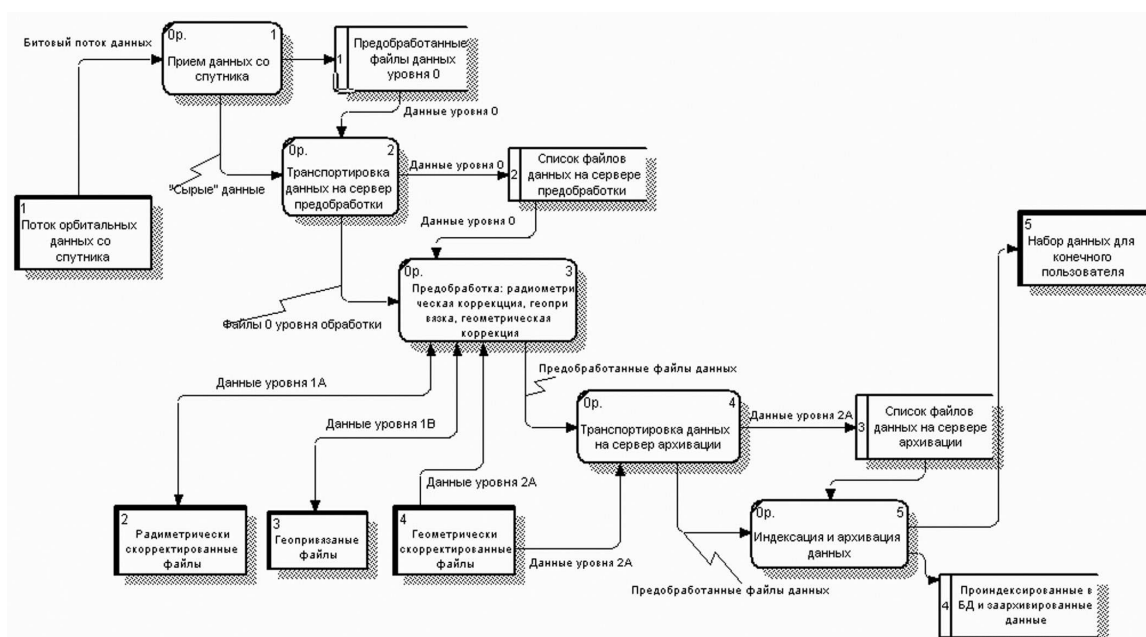


Рис. 1. Data Flow Diagram (Диаграмма потока данных) процесса получения и регистрации спутниковых данных

Архитектура подсистемы управления региональной системой ДЗЗ

Осуществлено выделение и классификация процессов, реализуемых в системе. Сформулирована общая схему управления, выделены ресурсы, рабочие объекты, списки работ. Анализ процессов, протекающих внутри системы ДЗЗ, позволил определить необходимый и достаточный набор программных компонент, составляющих ядро системы управления и выделить это ядро в отдельную подсистему внутри системы управления.

В ходе работы удалось спроектировать архитектуру системы таким образом, чтобы она была легко расширяема при добавлении новых задач, при этом оставляя ядро системы управления неизменным. Созданная архитектура была направлена на достижение соответствия эталонной модели workflow, разработанной коалицией WfMC для стандартизации workflow систем [12]. На рис. 2 визуальна изображена модель подсистемы управления системой ДЗЗ в соответствии с эталонной моделью WfMC.

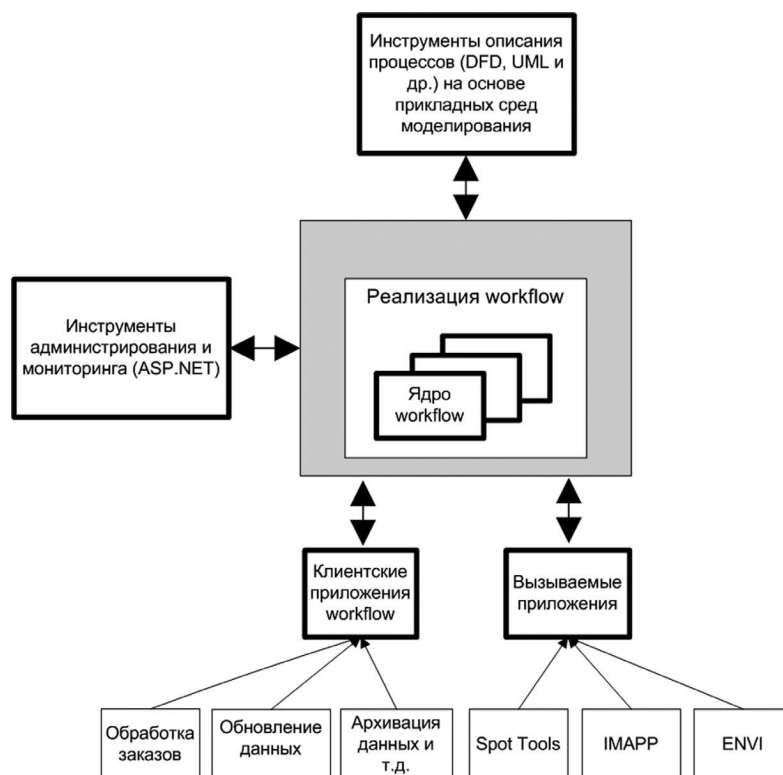


Рис. 2. Структурная модель подсистемы управления

Созданный интерфейс панели администратора системы управления бизнес-процессами позволяет легко изменять и настраивать цепочки работ. Разработанная технология потенциально имеет возможность взаимодействовать с другими workflow-системами через дополнительные шлюзы или интерфейсы, для которых требуются отдельные утилиты. К настоящему времени в подсистеме отсутствуют встроенные инструменты графического моделирования процессов: для этих целей используются сторонние средства.

Более детально ядро системы управления представлено на комбинированной UML-диаграмме компонентов и развертывания (рис. 3), из которой видно, что система состоит из двенадцати компонентов, которые объединены логической взаимосвязью управления процессами и потоками. Ядро системы реализовано на языке PHP и ASP.NET.

С точки зрения workflow каждый компонент представляет собой функцию, которая привязана к участнику workflow, который выполняет действия над рабочими объектами, а именно, выполняет и контролирует процессы внутри системы ДЗЗ.

Таким образом, была разработана и внедрена новая технология управления рабочими потоками, удовлетворяющая всем предъявленным требованиям, как исходящих из целевых задач управления, так и требований концепции workflow. Технология прошла тестовые этапы эксплуатации и позволила охватить полный цикл управления разнородными процессами на базе региональной системы ДЗЗ.

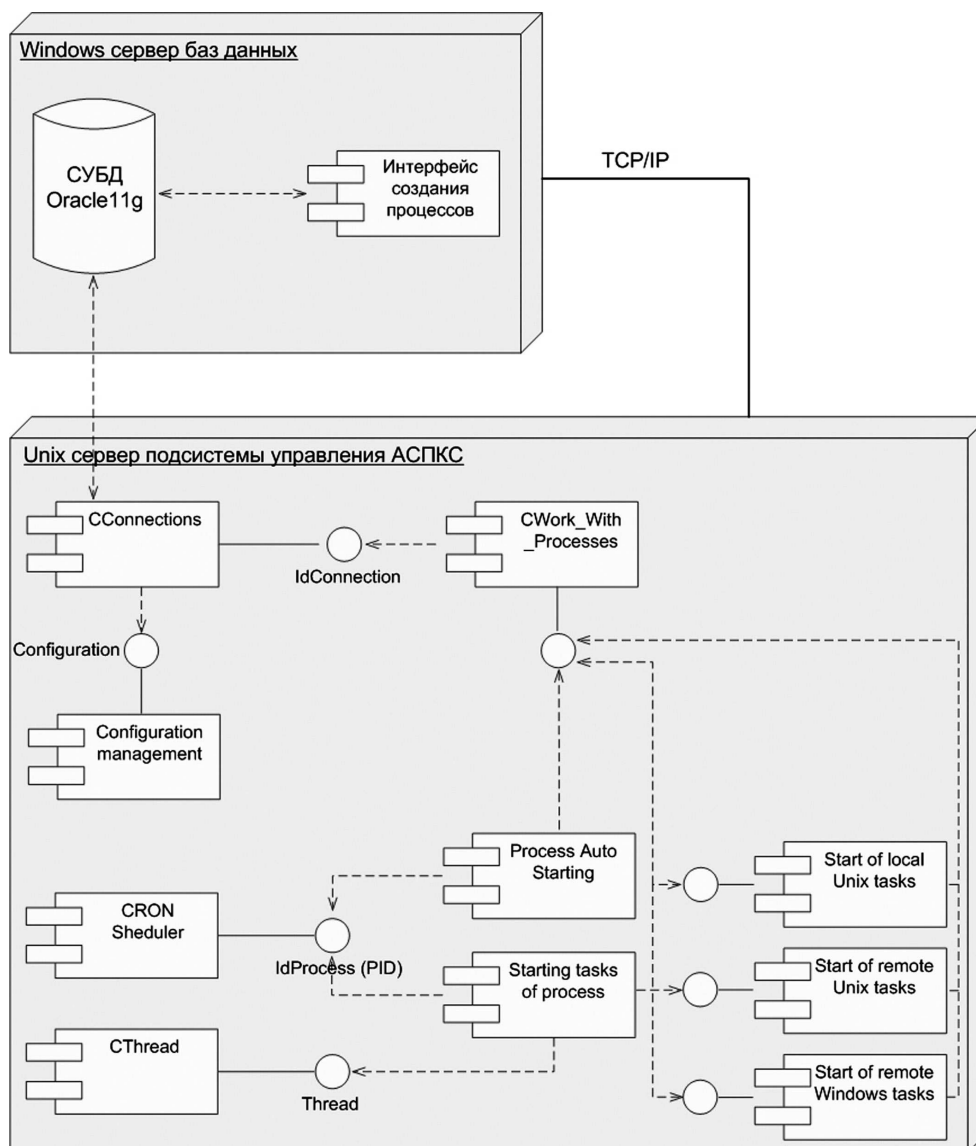


Рис. 3. Подсистема управления региональной системы ДЗЗ. UML диаграмма компонентов и развертывания

Апробация разработанной технологии

Система управления позволяет решать актуальные задачи обслуживания и управления процессами в области дистанционного зондирования Земли. Примером работы системы может являться автоматическое сопровождение и поддержка процесса архивации спутниковых данных космического аппарата (КА) SPOT-4. Для более детального представления примера, следует подробнее описать упомянутый процесс работы со спутниковыми данными с помощью развернутой модели компонентов на языке UML.

Прием и обработка спутниковых данных с КА SPOT-4 осуществляется на наземной приемной станции УниСкан-36, которая представляет собой аппаратно-программный комплекс. Аппаратной частью является приемная антенна, а программной – программное обеспечение для визуализации процесса приема, первоначальной обработки до уровня 0 и хранения принятых данных.

Разработанные программные модули, контролируемые и регулируемые системой управления, ведут мониторинг приема и сообщают оператору о состоянии работы приемной

станции: включена ли станция, ведется ли в текущий момент прием спутниковых данных или уже завершён. В случае завершения сеанса трансляции данных, компонент мониторинга станции (Station Monitoring) сообщает об этом модулю транспортировки данных (Data transition), который передает принятые данные по сети в архив на сервер обработки, индексации и архивации, при этом последними тремя функциями занимается один программный компонент (Spot parser). С точки зрения workflow, экземпляр процесса, описанного выше и проанализированного на рис. 1, выглядит следующим образом (рис. 4).

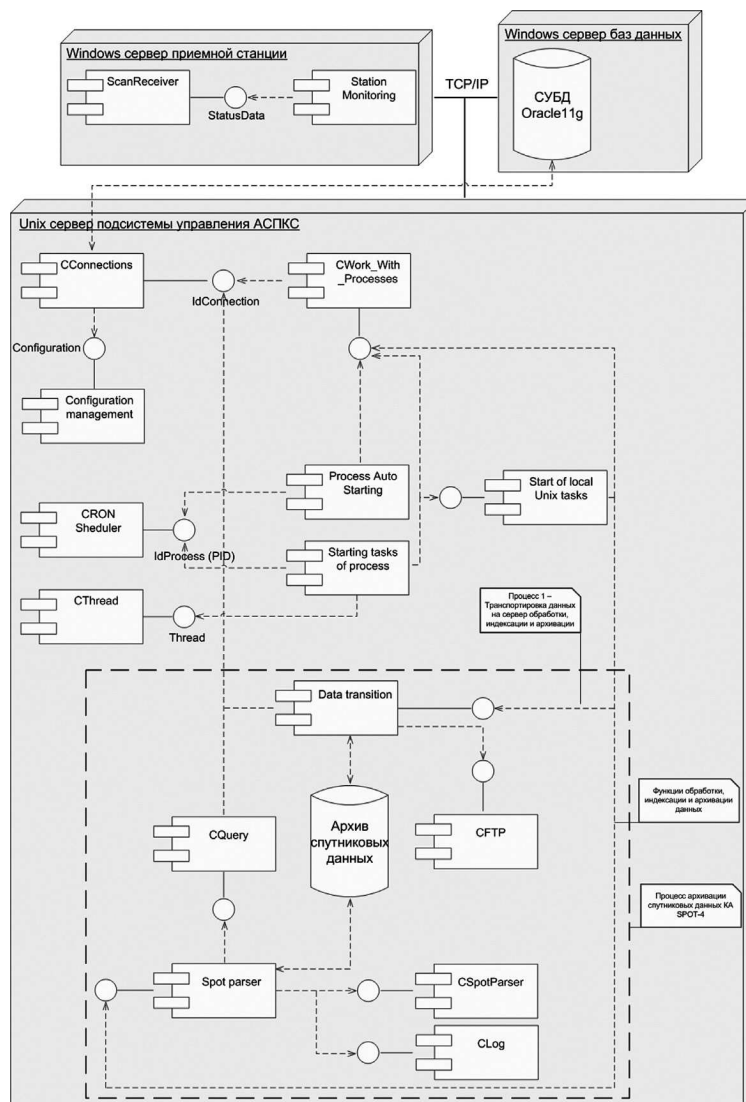


Рис. 4. Экземпляр процесса архивации спутниковых данных КА SPOT-4. UML диаграмма компонентов и развертывания

На рис. 4 визуально представлены все компоненты, участвующие в указанном экземпляре процесса архивации.

Описанный пример следует рассматривать в качестве шаблона, на котором можно базировать соответствующие операции обработки и передачи данных различных космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли. Специфика организации поступления и усвоения информации от того или иного КА определяется компонентами цепочки обработки, индексации и архивации ввиду различия в структурах данных дистанционного зондирования и уровнях обработки.

Еще одним примером автоматической работы системы, достигнутой благодаря системе управления, является процесс обработки заказов пользователей системы. Суть этого процесса состоит в том, что пользователи системы могут загружать с сервера требуемые спутниковые данные, выбрав номенклатуру сцен и оставив в системе свой запрос на загрузку. Системе необходимо оперативно отреагировать на эти события и предоставить пользователям заказанные данные. Система управления позволяет добиться такой оперативности при помощи стандартной схемы автоматического запуска модуля обработки заказов (Orders processing).

Помимо аспектов, рассмотренных выше, субъектами управления подсистемы являются существенное количество процессов и заданий, число которых постоянно возрастает по мере развития системы ДЗЗ. Так, в автоматическом режиме выполняется оценка облачности космоснимков [13], обновление данных NORAD TLE, мониторинг работоспособности удаленных серверов с почтовой рассылкой сообщений о событиях, ведение логов, и многое другое.

Заключение

Принципы концепции workflow, положенные в основу разработанной технологии организации управления рабочими потоками в региональной системе дистанционного зондирования Земли, позволили осуществить реинжиниринг подсистемы управления региональной системы ДЗЗ Сибирского федерального университета, решив при этом поставленные задачи, а именно – создание среды управления и мониторинга запуска модулей системы, настраиваемой под изменяемые внешние условия.

Результирующая подсистема построена по модульному принципу, что позволяет оперативно расширять функционал разработанной системы. Данный подход позволил повысить гибкость, надежность и устойчивость системы, в процессе организации взаимодействия как с самостоятельно разработанными программными компонентами, так и с утилитами сторонних разработчиков.

Потенциально разработанную технологию можно внедрять и в других предметных областях, для которых актуально решение задач автоматического управления большими гетерогенными информационными средами.

Работа выполнена при поддержке Красноярского краевого фонда науки.

Литература

1. *Маглинец Ю.А., Цибульский Г.М.* Multipurpose Geoinformation Management System of Territories Along the Yenisei Meridian // Pattern Recognition and Image Analysis. Advances in Mathematical Theory and Applications. Т. 21. 2011. No. 2. С. 290–292.
2. *Маглинец Ю.А., Брежнев Р.В., Курносков В.Ю., Соснин А.С.* The Technology of Dynamic Extension of Attribute Set for the Search of Satellite Images in a Database // Pattern Recognition and Image Analysis. Advances in Mathematical Theory and Applications. Т. 21. 2011. No. 1. С. 35–40.
3. *Ефремов В.Ю., Е.А. Лупян, А.А. Мазуров, А.А. Прошин, Е.В. Флитман* Технология построения автоматизированных систем хранения спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2004. Выпуск 1. С. 437–443.

4. *Матвеев А.А., Мамаев А.С., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Организация контроля над функционированием распределенной системы ИСДМ Рослесхоз // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2009. Вып. 6. Т. 2. С. 535-541.
5. *Саворский В.П.* Автоматизированная система управления данными, максимизирующая скорость доступа к архиву ДЗЗ // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2008. Вып. 5. Т. 2. С. 568-570.
6. *Ефремов В.Ю., Е.А. Луян, А.А. Мазуров, А.А. Прошин, Е.В. Флитман* Управление и контроль работоспособности систем автоматизированной обработки спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2004. Вып. 1. С. 467-475.
7. *Андреев М.В., Галеев А.А., Ефремов В.Ю., Ильин В.О., Крашенинникова Ю.С., Луян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Построение автоматизированных систем сбора, хранения, обработки и представления спутниковых данных для решения задач мониторинга окружающей среды // Всерос. конф. «Дистанц. зондирование поверхности Земли и атмосферы». Иркутск, 2–6 июня 2003 г. С. 4.
8. Обзор рабочего потока Windows Workflow. Часть 3 [Электронный ресурс] : программные продукты, статьи – Электрон. дан., 2011 – Режим доступа: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=23755>, свободный. – Яз. рус.
9. The Workflow Management Coalition [Электронный ресурс] : официальный сайт коалиции – Электрон. дан., 2011 – Режим доступа: <http://www.wfmc.org/>, свободный. – Яз. англ.
10. Business Process Management Initiative [Электронный ресурс] : официальный сайт коалиции – Электрон. дан., 2011 – Режим доступа: <http://www.bpmi.org/>, свободный. – Яз. англ.
11. Object Management Group [Электронный ресурс] : официальный сайт коалиции, развитие workflow концепций и стандартов – Электрон. дан., 2011 – Режим доступа: <http://www.omg.org/>, свободный. – Яз. англ.
12. Спецификация Коалиции по управлению workflow (Workflow Management Coalition). Терминология и Глоссарий WfMC. 1994, 1995, 1996 Workflow Management Coalition.
13. *Сиротин Э.Е., Перфильев С.Е., Цибульский Г.М.* Extracting a Cluster of Clouds in the SPOT 4 Satellite Images // Pattern Recognition and Image Analysis. Advances in Mathematical Theory and Applications. Т. 21. 2011. No. 2. С. 501–504.

Development of automatization means of satellite data acquisition and processing in the regional system of remote sensing data of Siberian Federal University

Y.A. Maglinec, R.V. Brezhnev

*1Siberian Federal University (SFU)
Institute of Space and Information Technology (ISIT)
660041, Krasnoyarsk, 79 Svobodnyy
E-mails: ymaglinets@sfu-kras.ru, brejnev.ruslan@gmail.com*

The flexible technology of computing processes management in heterogeneous operational computing environment based on the Workflow concept is discussed in this article. The management object is the regional system of Earth remote sensing from the space of Siberian Federal University.

Keywords: Earth remote sensing, workflow technology, workflow principles, Earth remote sensing data processing, remote sensing data acquisition.