Архитектура геоинформационного сервиса «Банк базовых продуктов»

А.Н. Марков, А.И. Васильев, Н.А. Ольшевский, А.П. Коршунов, Р.А. Михаленков,
Б.Б. Салимонов, А.С. Стрёмов

*АО «Российские космические системы»,
Научный центр оперативного мониторинга Земли, Москва, 127490, Россия
E-mail: nova@ntsomz.ru*

В целях обеспечения потребителей достоверной геопространственной информацией при решении множества задач в различных отраслях экономики разработчиками НЦ ОМЗ АО «Российские космические системы» создан геоинформационный сервис «Банк базовых продуктов» (<http://bbp.ntsomz.ru/>), предоставляющий услуги по поиску, формированию и распространению информационных продуктов ДЗЗ, в том числе базовых продуктов межведомственного использования (БП). Проведен краткий анализ подходов к разработке сервисов автоматической обработки данных ДЗЗ. Подробно рассмотрены архитектура сервиса как информационной системы, описаны используемые методы и технологии при реализации ее компонентов, представляющих собой пять подсистем: администрирования ресурсов, архивирования и каталогизации, создания БП, распространения БП, верификации БП. Рассмотрены особенности аппаратного и программного обеспечения, определены ключевые элементы аппаратной инфраструктуры. Приведены результаты опытной эксплуатации системы. В ходе отработки было заказано и получено более 300 заказов общим объемом 150 Гбайт информации, при этом среднее время выполнения заказа составляло в среднем 10–20 мин. В ходе тестирования удалось отчасти обозначить нижнюю границу вычислительных возможностей сконфигурированной системы: за сутки сервис выполнил более 50 заказов, заявки на выполнение которых формировались операторами с использованием веб-интерфейса системы.

Ключевые слова: обработка космических снимков, банк базовых продуктов, архитектура информационной системы обработки данных ДЗЗ, технологии создания и распространения базовых продуктов

*Одобрена к печати: 07.10.2016
DOI: 10.21046/2070-7401-2016-13-5-39-51*

Введение

На сегодняшний день зарубежные операторы космических систем (КС) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) помимо распространения информации ДЗЗ стандартных уровней обработки также формируют продукты высоких уровней обработки, таких как карты состояния растительности и почвы, снежного покрова и ледовой обстановки, пожаров и гарей. На основании предложенной в работах (Лупян, Саворский, 2012; Васильев и др., 2015) терминологии информационные продукты, являющиеся многоцелевой основой для решения множества узких тематических задач, будем называть базовыми продуктами (БП).

Подходы к формированию стандартных продуктов (СП) по данным отечественных космических аппаратов (КА) ДЗЗ освещены в работах (Антонушкина и др., 2015; Бекренёв и др., 2015; Лобзенёв, Логванёв, 2014; Катаманов, 2014; Васильев, 2015) и в общем заключаются в формировании трансформированного в картографическую проекцию изображения местности с учетом особенностей процесса съемки и съемочной аппаратуры. При этом в указанных работах не рассматривались имеющие большое значение вопросы перехода от цифровых отсчетов, зафиксированных сенсором, к абсолютным физическим величинам (в частности, для оптико-электронной аппаратуры это энергетическая яркость в различных спектральных каналах), а также достоверность измеряемых величин. Указанные проблемы рассмотрены частично только для съемочной аппаратуры КА «Метеор-М» (Жуков

и др., 2014; Митник, Митник, 2016). Примеры различных базовых и тематических продуктов, формируемых по данным отечественных КА ДЗЗ, продемонстрированы либо в виде весьма специализированных продуктов КА «Метеор-М» (Кузнецов, Соловьёв, 2014), либо в виде единичных исследований при решении спектрометрических задач (Рыбалко и др., 2016). Более того, номенклатура информационных продуктов отечественных КА ДЗЗ, распространяемых Роскосмосом (<http://ntsomz.ru/>) и Росгидрометом (<http://planet.iitr.ru>), представлена преимущественно продуктами различных уровней стандартной обработки и сформированными на их основе картографическими материалами.

Все это обуславливает актуальность создания и развития сервиса «Банк базовых продуктов», в первую очередь предназначенного для создания и распространения базовых продуктов, формируемых по данным отечественных КА ДЗЗ.

Подходы к разработке сервисов потоковой обработки данных ДЗЗ

В России в настоящее время созданием сервисов потоковой обработки данных ДЗЗ занимаются в основном академические организации, среди которых следует выделить разработки ИКИ РАН (Балашов и др., 2008; Кашницкий и др., 2015), ИВТ СО РАН (Шокин и др., 2012) и ИАПУ ДВО РАН (Бабяк, Недолужко, Фомин, 2011). Создаваемые ими сервисы ориентированы на интеграцию данных (преимущественно зарубежных КА) и продуктов их обработки с возможностью доступа к данным посредством веб-интерфейса. Каждый из рассматриваемых сервисов поддерживает типовой набор структурных компонент:

- архив данных ДЗЗ полного разрешения;
- каталог метаданных;
- веб-доступ к каталогу и средствам обработки;
- менеджер задач выполнения заказов по обработке;
- набор специализированного программного обеспечения (СПО) обработки данных ДЗЗ.

В зависимости от специализации определяются особенности рассматриваемых сервисов. Для информационной системы ИКИ РАН характерно формирование оперативных отчетных материалов с использованием (по возможности) онлайн доступа ко всему множеству архивных данных зарубежных (Landsat, Terra/Aqua, EO-1, Sentinel и др.) и отечественных («Метеор-М», «Канопус-В», «Ресурс-П») КА ДЗЗ, а также продуктов обработки этих данных. Для этого в ИКИ РАН предложен подход к хранению данных в виде фрагментированных полноразмерных изображений (набора «гранул») на дисковом пространстве вычислительной системы (Балашов и др., 2008) и подход к разработке инструментов удаленной обработки (Кашницкий и др., 2015). Сервис ИВТ СО РАН для данных MODIS КА Terra/Aqua, поступающих в режиме онлайн из Сибирского центра ФГБУ «НИЦ «Планета», обеспечивает распределенную обработку и формирование тематических продуктов с возможностью оперативного доступа к этим данным посредством веб-интерфейса. В ИАПУ

ДВО РАН разрабатывается сервис, использующий двухуровневую систему хранения данных зарубежных метеорологических КА ДЗЗ с возможностью формирования заказа на офлайн-обработку через веб-интерфейс.

Концептуально в основу архитектуры информационного сервиса «Банк базовых продуктов», общий облик которого был рассмотрен в работе (Васильев и др., 2015), положен подход, используемый ИАПУ ДВО РАН. Далее рассмотрена архитектура созданной системы, приведено описание компонентов, описано аппаратное обеспечение, а также представлены результаты опытной эксплуатации.

Архитектура сервиса

На *рис. 1* приведена архитектура геоинформационного сервиса «Банк базовых продуктов», представляющего собой территориально-распределенную информационную систему, которая включает пять основных компонентов (Васильев и др., 2015):

- администрирования ресурсов;
- архивирования и каталогизации;
- создания БП;
- распространения БП;
- верификации БП.

Рис. 1. Обобщенная архитектура сервиса «Банк базовых продуктов». Стрелками показаны возможные механизмы информационного взаимодействия между элементами компонентов

Обобщенная логика выполнения заказа по формированию БП включает несколько основных последовательных этапов, схематично представленных на *рис. 1*. Посредством

компонента распространения БП пользователь формирует заказ, который заносится в базу данных (БД) системы. Далее, компонент администрирования ресурсов декомпозирует заказ на задачи, которые передаются на соответствующие модули компонента администрирования ресурсов. По результатам выполнения заказа модуль-диспетчер записывает в БД информацию о готовности заказа и отправляет ссылку на tar-архив потребителю в виде письма на электронную почту. Уведомление о готовности также отображается в личном кабинете пользователя. Время доступа для скачивания продуктов определяется регламентом (доступен на <http://bbp.ntsomz.ru/>), после чего продукты удаляются.

Рассмотрим особенности каждого из компонентов подробнее.

Компонент администрирования ресурсов предназначен для диспетчеризации задач на формирование БП, балансировки нагрузки вычислительной системы сервиса, а также контроля хода выполнения заказов потребителей. В основу этого компонента легла программная модель Map-Reduce, в частности, используемая в менеджерах задач типа Gearman (<http://gearman.org/>) и представленная в виде трехуровневой иерархической системы модулей:

- модуль-диспетчер (Dispatcher) реализует диспетчеризацию заказов (order) на уровне сегментов и балансировку нагрузки вычислительной системы сегмента на уровне количества передаваемых в обработку заказов, формирование и рассылку потребителям информационных сообщений и др.;

- модуль-контроллер (Controller) реализует диспетчеризацию заказов на уровне контура обработки сегмента (см. *рис. 2*), который включает пул технологических модулей и пул модулей обработки, а также модуль для извлечения данных из долговременного архива (стрелки на рисунке демонстрируют последовательность запуска модулей), декомпозицию заказа на технологические и тематические задачи (см. *рис. 3*), балансировку нагрузки вычислительной системы на уровне выполнения тематических задач и др.;

- модуль-рабочий (Worker) реализует запуск консольной команды и контролирует корректность возвращаемого значения.

Компонент архивирования и каталогизации предназначен для хранения метаданных в каталоге системы, ведения подсистемы нормативно-справочной информации (НСИ), а также хранения полноразмерных данных в архиве.

Структура каталога информационного сервиса «Банк базовых продуктов» разработана в виде объектной модели классов и связей на основе профиля Единого банка геопространственных данных (Лошкарев, Тохиян, 2013) и развернута на базе СУБД Oracle. Подсистема НСИ включает в себя набор справочников и классификаторов, алгоритмы кодификации, актуальный контент НСИ обозначений, учитывающий специфику обработки геоданных (с использованием модулей Oracle Spatial и Oracle Locator), механизмы взаимодействия (перекодировки) с внешними подсистемами НСИ.

Архитектура подсистемы хранения основывается на двухуровневой платформе, состоящей из оперативного буфера объемом 3 Тбайт и долговременного архива объемом 2 Пбайт. Оперативный буфер развернут на дисковом пространстве вычислительной

системы, имеет ограниченные размеры и обеспечивает относительно быстрый доступ к данным. Долговременный архив задействует ленточную библиотеку и характеризуется более продолжительным по времени процессом чтения данных. Миграция данных между долговременным и оперативным архивом, а также контроль свободной памяти оперативного архива обеспечивается компонентом администрирования (модулем работы с архивом, см. рис. 2–3).

Рис. 2. Контур обработки сегмента

Рис. 3. Типовая декомпозиция заказа на технологические задачи и задачи обработки

Данные первичных БП в долговременном архиве хранятся в виде zip-архивов, содержащих необходимые метаданные и растровые данные (преимущественно 16-битные) в формате tif. Различие пространственного разрешения различных спектральных каналов съемочной аппаратуры (например, данные ШМСА КА «Ресурс-П» или OLI-TIRS КА Landsat8) обуславливает потребность в хранении данных в виде набора многоканальных и/или одноканальных изображений (либо использования специальных форматов типа HDF). При этом возможности разработанной системы администрирования позволяют хранить данные в любых форматах и осуществлять приведение данных к требуемому виду в процессе подготовки и последующей обработки данных соответствующими модулями.

Компонент потоковой обработки данных предназначен для автоматического формирования БП различного целевого применения (лесное и сельское хозяйство, морская среда и экологическая обстановка, чрезвычайные ситуации) на основе хранящихся в компоненте архивирования и каталогизации данных. Номенклатура формируемых БП (Васильев и др., 2015) обеспечивается набором программно-математического обеспечения (ПМО) обработки мульти- и гиперспектральных данных, который предназначен для расчета:

- вегетационных индексов;
- мультिवременных композитов;
- индексов экологического состояния поверхностных вод.

Рис. 4. Общий вид электронного каталога геоинформационного сервиса «Банк базовых продуктов»

Требования к ПМО обуславливаются особенностями компонента архивирования и каталогизации, а также компонента администрирования ресурсов. Первый определяет специфику набора исходных данных, второй – формат запуска приложения и возвращаемых кодов ошибок выполнения программ. Более того, запуск исполняемого файла ПМО реализуется с помощью модуля типа «рабочий» в виде отдельного процесса на основе пути к исполняемому файлу, получаемому от модуля типа «контроллер». Такой подход обуславливает инвариантность к операционной системе (ОС) ПМО и возможность двухэтапного обновления ПМО: 1) копированием исполняемых файлов на вычислительные системы, на которых развернуты модули типа «рабочий»; 2) обновления настроек (списка рассылаемых путей к исполняемым файлам) модуля типа «контроллер».

Компонент распространения БП предназначен для доступа к ресурсам сервиса на основе протокола HTTP. В основу этого компонента был положен архитектурный стиль, соответствующий спецификации REST (Representational State Transfer, передача состояния представления), который обеспечивает создание программного доступа (веб-API) к ресурсам сервиса и надстройки в виде графического веб-приложения (веб-GUI) для организации персонализированного доступа.

Программный доступ реализует возможность осуществления HTTP-запросов (традиционных для такого класса систем), поиска интересующих сцен (для указанных атрибутов типа «полигон интереса», «диапазон дат» и др.), постраничного отображения найденных объектов, доступа к НСИ каталога и т.д. Для удобства пользователей веб-приложение поддерживает географическую основу OpenStreetMap, кросс-браузерность, многоязычность, механизмы Ajax, LocalStorage и т.д. Вид интерфейса с результатами поиска данных представлен на *рис. 4*.

Сформированные БП представляются потребителям в виде многоканальных и/или одноканальных изображений в формате tif, сопровождаются паспортами, содержащими описание метаданных продуктов. При этом компонент администрирования позволяет при необходимости расширить функционал сервиса в части выбора выходного формата и других настроек выходной продукции.

Компонент верификации БП предназначен для сопоставления исходных данных отечественных КА ДЗЗ с опорными данными зарубежных КА ДЗЗ (с целью уточнения параметров абсолютной калибровки), а также оценки качества формируемых БП. Результаты верификации заносятся в базу данных с последующей возможностью использования их при формировании БП. Частично вопросы верификации были рассмотрены в работе (Васильев, Стромов, Морозов, 2015).

Программно-аппаратная инфраструктура сервиса

Проектирование аппаратной части сервиса проводилось с учетом требований к отказоустойчивости путем дублирования сетевой и серверной инфраструктуры, а также

развертывания RAID на дисковом массиве системы хранения данных (СХД). Производительность и масштабируемость программно-аппаратной составляющей обеспечивается развертыванием виртуальных машин на базе серверной инфраструктуры и применением вычислительных модулей параллельной обработки. На *рис. 5* приведена общая структура программно-аппаратного обеспечения сервиса.

Рис. 5. Программно-аппаратное обеспечение сервиса

Определим ключевые элементы аппаратной инфраструктуры:

– сетевая инфраструктура представлена двумя физически разделенными сетями (скорость канала – 1 Гбит/с): технологической для обеспечения технологических процес-

сов по обработке данных ДЗЗ и сетью с доступом в Интернет для получения заказов потребителей и обеспечения выдачи сформированных БП;

- серверная инфраструктура включает в себя как серверы, обеспечивающие работу подсистемы виртуализации, так и физические серверы в составе: 12 серверов общего назначения с поддержкой 136 вычислительных ядер и 576 Гбайт оперативной памяти; 1 сервер обработки данных ДЗЗ с вычислительным модулем GPU NVidia Tesla K40 (x2);

- система виртуализации является платформой для работы компонентов администрирования ресурсов и потоковой обработки данных, кроме того использование системы виртуализации обеспечивает возможность централизованного обновления и восстановления модулей сервиса путем обновления образов сконфигурированных ОС;

- инфраструктура сети хранения данных обеспечивает подключение серверной инфраструктуры (физических и виртуальных серверов) к СХД (для выполнения задач обработки данных ДЗЗ, а также кратковременного хранения обработанной информации);

- СХД обеспечивают работу физических и виртуальных серверов (развернут RAID6 размером 40 Тбайт) и оперативного архива (развернут RAID10 размером 3 Тбайт);

- долговременный архив исходных данных для формирования БП на базе ленточной библиотеки IBM TS3500.

Ресурсы серверной инфраструктуры (без учета GPU-вычислителя) поделены по компонентам сервиса: компонент архивирования и каталогизации (10%), компонент распространения БП (10%), компонент потоковой обработки БП (около 60%), компонент администрирования ресурсов (5%). Около 15% ресурсов серверной инфраструктуры (включая GPU-вычислитель) на сегодняшний день используется для технологических задач сервиса (включая подготовку данных к загрузке в систему).

На примере обработки данных КМСС КА «Метеор-М» № 2 выполнялась оценка (верхняя граница) вычислительных возможностей сервиса. Размер одной сцены составляет около 200 Мбайт в виде zip-архива и около 500 Мбайт в распакованном виде трехканального изображения, (16 бит на канал). Номинальная скорость выгрузки данных из долговременного архива не превышает 1 мин (средняя скорость около 80 Мбит/с, при этом реальный ресурс доступа к приводам ленточной библиотеки ограничивается технологическими задачами, в том числе и задачами НЦ ОМЗ по загрузке и извлечению принятых данных, и не превышает 30–35% общего ресурса), т.е. за сутки может быть подготовлено для выдачи не более 1500 кадров КМСС КА «Метеор-М». Время обработки одной сцены (расчета вегетационного индекса или формирования композитного изображения с учетом технологических операций передачи данных по сети, распаковки/упаковки zip-архива и др.) на виртуальной машине (2 вычислительных ядра, 4 Гбайт ОЗУ) не превышает 5 мин. С учетом доступных вычислительных ресурсов (около 100 ядер и около 350 Гбайт ОЗУ) возможно развернуть 50 виртуальных машин обработки. Таким образом, при наличии необходимых данных в оперативном архиве можно обработать не более 15000 кадров в сутки.

С целью балансировки нагрузки между заказами пользователей для сервиса введено ограничение на максимальное количество кадров в одном заказе – не более 5.

Таким образом, вычислительные возможности системы позволяют выполнить в сутки не более 300 заказов из уникальных данных, хранящихся в долговременном архиве, или не более 3000 заказов из данных оперативного архива.

Опытная эксплуатация системы

Сервис проектировался и разрабатывался в рамках выполнения опытно-конструкторской работы по заданию Роскосмоса в соответствии с ФКП-2015 и прошёл практическую отработку. Для отработки система была сконфигурирована с ограничением не более 300 заказов в сутки: пул модулей обработчиков данных из шести единиц (пять модулей обеспечивают расчет вегетационных индексов и формирование композитных изображений, один модуль – формирование индексных изображений экологического состояния поверхностных вод), пул технологических модулей из двух единиц, размер оперативного архива – не более 100 Гбайт (с целью проверки механизмов контроля переполнения оперативного буфера). Кроме того, было подготовлено и загружено в долговременный архив более 1500 кадров КМСС КА «Метеор-М», отдельные сцены съемочной аппаратуры ШМСА-ВР и ГСА КА «Ресурс-П», а также отдельные сцены OLI-TIRS КА Landsat 8.

В ходе отработки пользователями было заказано и получено более 300 заказов общим объемом 150 Гбайт информации (в виде tar-архивов), при этом среднее время выполнения заказа составляло в среднем 10–20 мин. В ходе тестирования удалось отчасти обозначить нижнюю границу вычислительных возможностей сконфигурированной системы (сервис был не полностью загружен в течение суток): за сутки сервис выполнил более 50 заказов, заявки на выполнение которых осуществлялись операторами с использованием веб-интерфейса системы.

В отработке принимали участие ведомственные организации Роскосмоса, Росгидромета, Минприроды, МЧС, представители организаций Курской, Калужской, Астраханской и Ульяновской областей. Кроме того, было реализовано информационно-техническое взаимодействие с комплексами, входящими в состав ЕТРИС ДЗЗ, ИС «ВЕГА» ИКИ РАН, а также предоставлен веб-API сервиса ОАО «НПК «РЕКОД» для организации доступа к ресурсам Банка базовых продуктов ведомственной региональной информационно-аналитической системе дистанционного мониторинга.

Заключение

В работе рассмотрена архитектура сервиса «Банк базовых продуктов», в основу концептуальной модели которого был положен подход, подразумевающий наличие двухуровневой системы хранения данных и возможности приема заказов на офлайн обработку данных ДЗЗ.

Для разработки сервиса как информационной системы применялись актуальные на сегодняшний день проектные решения при выборе модели компонентов диспетчеризации задач, подходов к разработке структуры каталога БД и выбора СУБД, архитектурного стиля программного доступа и веб-технологий для графического интерфейса доступа к ресурсам сервиса. С целью оценки и повышения качества распространяемых базовых продуктов предусмотрен компонент верификации, обеспечивающий, во-первых, приведение числовых значений данных отечественных КА ДЗЗ в соответствие с близкими по характеристикам калиброванными опорными данными зарубежных КА ДЗЗ и, во-вторых, оценку точности формируемых базовых продуктов относительно продуктов, распространяемых с зарубежных КА ДЗЗ.

В ходе опытной эксплуатации была использована конфигурация системы, способная выполнять не более 300 заказов в сутки, при этом реально пиковая нагрузка достигала более 50 заказов в сутки (все заказы были успешно выполнены).

Дальнейшее развитие представленного геоинформационного сервиса планируется вести по следующим направлениям: совершенствование и оптимизация вычислительных ресурсов, разработка и создание интегрированного банка стандартных и базовых продуктов, расширение номенклатуры БП и комплекса услуг, предоставляемых потребителям.

Литература

1. Антонушкина С.В., Гуров В.С., Егошкин Н.А., Еремеев В.В., Зенин В.А., Князьков П.А., Козлов Е.П., Кузнецов А.Е., Макаренков А.А., Москвитин А.Э., Побаруев В.И., Пошехонов В.И., Пресняков О.А., Светелкин П.Н. Современные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли. Ред. В.В. Еремеев. М.: Физматлит, 2015. 460 с.
2. Бабяк П.В., Недолужко И.В., Фомин Е.В. Подход к предоставлению услуг по обработке спутниковых данных в Центре коллективного пользования регионального спутникового мониторинга окружающей среды ДВО РАН // XIV Всерос. объединен. конф. «Интернет и современное общество». Санкт-Петербург, 2011. С. 27–32.
3. Балашов И.В., Бурцев М.А., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Прошин А.А., Толпин В.А. Построение архивов результатов обработки спутниковых данных для систем динамического формирования производных информационных продуктов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2008. Вып. 5. Т. 1. С. 26–31.
4. Бекренёв О.В., Жуков Б.С., Гришанцева Л.А., Полянский И.В. Особенности автоматической потоковой обработки данных КМСС космического комплекса «Метеор-3М» // Геоматика. 2015. № 2. С. 32–36.
5. Васильев А.И., Ольшевский Н.А., Коришунов А.П., Стрёмов А.С. Программные технологии создания и распространения базовых продуктов дистанционного зондирования Земли // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2015. Т. 2. Вып. 3. С. 23–32.
6. Васильев А.И. Калибровка съёмочной аппаратуры космического аппарата «Канопус-В» в процессе его эксплуатации // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 1. С. 203–214.
7. Васильев А.И., Стрёмов А.С., Морозов Е.А. Методы верификации базовых продуктов ДЗЗ межведомственного использования // XIII Всерос. открытая конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, 16–20 ноября 2015 г. : Тез. докл. URL: http://smiswww.iki.rssi.ru/d33_conf/thesisshow.aspx?page=109&thesis=5105 (дата обращения: 25.04.2016).
8. Жуков Б.С., Кондратьева Т.В., Полянский И.В., Пермитина Л.И. Полетная радиометрическая кросс-калибровка комплекса многозональной спутниковой съёмки на КА «Метеор-М» № 1 по спектрометрическому прибору MODIS на КА Тетра // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2014. Т. 11. № 2. С. 123–137.
9. Катаманов С.Н. Разработка автоматического метода географической привязки изображений МСУ-МР полярно-орбитального спутника «Метеор-М» № 1 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2014. Т. 11. № 4. С. 276–285.
10. Кашицкий А.В., Балашов И.В., Лупян Е.А., Толпин В.А., Уваров И.А. Создание инструментов для удаленной обработки спутниковых данных в современных информационных системах // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 1. С. 156–170.

11. Кузнецов А.Е., Соловьёв В.И. Программное обеспечение комплекса тематической обработки целевой информации космического аппарата «Метеор-М» // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2014. Т. 11. № 2. С. 68–77.
12. Лобзенёв В.Н., Логванёв И.Г. Полный цикл обработки материалов ДЗЗ в ПК ИМС // 14-я Междунар. науч.-тех. конф. «От снимка к карте: цифровые фотограмметрические технологии», Хайнань, Китай, 18–24 октября 2014 г. М.: Ракурс, 2014. С. 13–19.
13. Лошкарев П.А., Тохиян О.О. ЦБГД. Описание систем классификации и кодирования. Профиль метаданных ЕБГД / АО «НИИ ТП». М., 2013. URL: http://gptl.ru/help/attachment/xwiki.geoportal_rukovodstvo.Profil-metadannyh-EBGD.pdf (дата обращения: 25.04.2016).
14. Лулян Е.А., Саворский В.П. Базовые продукты обработки данных дистанционного зондирования Земли // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 2. С. 87–97.
15. Митник Л.М., Митник М.Л. Калибровка и валидация – необходимые составляющие микроволновых радиометрических измерений со спутников серии Метеор-М № 2 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 1. С. 95–104.
16. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Лулян Е.А., Толпин В.А., Кашицкий А.В., Уваров И.А., Крашенинникова Ю.С., Иванченко В.И. Организация работы с данными наземных и дистанционных наблюдений для решения задач дистанционного мониторинга виноградников // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 1. С. 79–92.
17. Шокин Ю.И., Антонов В.Н., Добрецов Н.Н., Кихтенко В.А., Лагутин А.А., Смирнов В.В., Чубаров Д.Л., Чубаров Л.Б. Распределенная система приема и обработки спутниковых данных Сибири и Дальнего Востока. Текущее состояние и перспективы развития // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 5. С. 45–54.

Architecture of the Basic Product Bank geoinformation service

A.N. Markov, A.I. Vasilyev, N.A. Olshevsky, A.P. Korshunov, R.A. Mikhalev,
B.B. Salimonov, A.S. Stremov

*JSC “Russian Space Systems”, Research Center for Earth Operative Monitoring
Moscow 127490, Russia
E-mail: nova@ntsomz.ru*

To provide customers with reliable geospatial data when addressing multitude of tasks in different economy sectors the NTs OMZ of JSC Russian Space Systems” developers generated the Basic Product Bank geoinformation service (<http://bbp.ntsomz.ru/>). It provides services on searching, generation and distribution of remote sensing data products including basic data of interagency application. A brief analysis of the approaches to development of remote sensing data automatic processing services was made. The service architecture as information system was considered in detail, the techniques and technology used in implementing its components presenting five subsystems are described: resource administration, archiving and cataloging, basic product generation, basic product distribution, and basic product verification. The hard- and software features are considered, and the key elements of hardware infrastructure are defined. The results of the system operational testing are presented. During the testing, more than 300 orders with a total of 150 GB were made and received and the average time of execution was 10-20 minutes per order. During the testing, the lower limit of the configured system computation capability was partly defined: the service performed more than 50 orders per day. Requests were generated by operators using the system web interface.

Keywords: space image processing, basic product bank, information system of remote sensing data processing architecture, basic product generation and distribution technology

*Accepted: 07.10.2016
DOI: 10.21046/2070-7401-2016-13-5-39-51*

References

1. Antonushkina S.V., Gurov V.S., Egoshkin N.A., Ereemeev V.V., Zenin V.A., Knyaz'kov P.A., Kozlov E.P., Kuznetsov A.E., Makarenkov A.A., Moskvitin A.E., Pobaruiev V.I., Poshekhonov V.I., Presnyakov O.A., Svetelkin P.N., *Sovremennye tekhnologii obrabotki dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli* (Contemporary processing technologies of Earth remote sensing data), V.V. Ereemeev (Eds.), Moscow: Fizmatlit, 2015, 459 p.
2. Babyak P.V., Nedoluzhko I.V., Fomin E.V., Podkhod k predostavleniyu uslug po obrabotke sputnikovyykh dannykh v Tsentre kollektivnogo pol'zovaniya regional'nogo sputnikovogo monitoringa okruzhayushchei sredy DVO RAN (The approach to the provision of services for processing of satellite data in the Center for collective use of Regional Satellite Monitoring of Environment FEB RAS), *XIV Vserossiiskaya ob"edinennaya konferen-*

- tsiya «Internet i sovremennoe obshchestvo») (14th Conf. "Internet and Modern Society"), St. Petersburg, 2011, pp. 27–32.
3. Balashov I.V., Burtsev M.A., Efremov V.Yu., Loupian E.A., Proshin A.A., Tolpin V.A., Postroenie arkhivov rezul'tatov obrabotki sputnikovykh dannykh dlya sistem dinamicheskogo formirovaniya proizvodnykh informatsionnykh produktov (The creation of satellite data processing results archives for systems with dynamical formation of the information products), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2008, Issue 5, Vol. 1, pp. 26–31.
 4. Bekrenev O.V., Zhukov B.S., Grishantseva L.A., Polyanskii I.V., Osobennosti avtomaticheskoi potokovoi obrabotki dannykh KMSS kosmicheskogo kompleksa «Meteor-3M» (The features of automatic streaming processing for KMSS data "Meteor-3M"), *Geomatika*, 2015, No. 2, pp. 32–36.
 5. Vasilyev A.I., Olshevskiy N.A., Korshunov A.P., Stremov A.S., Programmnye tekhnologii sozdaniya i raspostraneniya bazovykh produktov distantsionnogo zondirovaniya Zemli (Software technologies for generation and distribution of basic Earth remote sensing data products), *Raketno-kosmicheskoe priborostroenie i informatsionnye sistemy*, 2015, Vol. 2, Issue 3, pp. 23–32.
 6. Vasilyev A.I. Kalibrovka s'emochnoi apparatury kosmicheskogo apparata «Kanopus-V» v protsesse ego ekspluatatsii (Calibration of Kanopus-V satellite sensor during its operation), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2015, Vol. 12, No. 1, pp. 203–214.
 7. Vasilyev A.I., Stremov A.S., Morozov E.A., Metody verifikatsii bazovykh produktov DZZ mezhvedomstvennogo ispol'zovaniya (Basic Earth remote sensing data products verification methods), *XIII konferentsiya «Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa»* (13th Conf. "Modern Problems of Remote Sensing of the Earth from Space"), Book of Abstracts, available at: http://smiswww.iki.rssi.ru/d33_conf/thesisshow.aspx?page=109&thesis=5105 (April 25, 2016).
 8. Zhukov B.S., Kondrat'eva T.B., Polyanskii I.V., Permitina L.I., Poletnaya radiometricheskaya kross-kalibrovka kompleksa mnogoazonal'noi sputnikovoi s'emki na KA «Meteor-M» № 1 po spektrometriu MODIS na KA Terra (In-flight radiometric cross-calibration of Multispectral Satellite Imaging System on-board "Meteor-M" No. 1 relative to spectroradiometer MODIS on-board Terra), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2014, Vol. 11, No. 2, pp. 123–137.
 9. Katamanov S.N., Razrabotka avtomaticheskogo metoda geograficheskoi privyazki izobrazhenii MSU-MR polarno-orbital'nogo sputnika «Meteor-M» № 1 (Development of automatic navigation method for MSU-MR imagery of polar-orbital satellite "Meteor-M" No. 1), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2014, Vol. 11, No. 4, pp. 276–285.
 10. Kashnitskii A.V., Balashov I.V., Loupian E.A., Tolpin V.A., Uvarov I.A., Sozdanie instrumentov dlya udalennoi obrabotki sputnikovykh dannykh v sovremennykh informatsionnykh sistemakh (Development of software tools for satellite data remote processing in contemporary information systems), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2015, Vol. 12, No. 1, pp. 156–170.
 11. Kuznetsov A.E., Solov'ev V.I., Programmnoe obespechenie kompleksa tematicheskoi obrabotki tselevoi informatsii kosmicheskogo apparata «Meteor-M» (Software package for thematic processing of target information from "Meteor-M" satellite), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2014, Vol. 11, No. 2, pp. 68–77.
 12. Lobzenov V.N., Logvanev I.G., Polnyi tsikl obrabotki materialov DZZ v PK IMC (A full cycle of Earth remote sensing data processing in the IMC), *14th International Scientific and Technical Conference "From imagery to map: digital photogrammetric technologies"*, Hainan, China, 18–24 October 2014, Moscow: Rakurs, 2014, pp. 13–19.
 13. Loshkarev P.A., Tokhiyan O.O., *TsBGD. Opisaniye sistem klassifikatsii i kodirovaniya. Profil'metadannykh EBGD* (TSBSD. The description of classification and coding systems. Profile of metadata EBGD), Joint Stock Company "Scientific Research Institute of Precision Instruments", Moscow, 2013, available at: http://gptl.ru/help/attachment/xwiki.geoportel_rukovodstvo.Profil-metadannyh-EBGD.pdf (April 25, 2016).
 14. Loupian E.A., Savorskii V.P., Bazovye produkty obrabotki dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli (Basic products of Earth Remote Sensing Data Processing), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2012, Vol. 9, No. 2, pp. 87–97.
 15. Mitnik L.M., Mitnik M.L., Kalibrovka i validatsiya – neobkhodimye sostavlyayushchie mikrovolnovykh radiometricheskikh izmerenii so sputnikov serii Meteor-M № 2 (Calibration and validation as prerequisite components of satellite microwave radiometer measurements from Meteor-M No. 2 series satellites), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2016, Vol. 13, No. 1, pp. 95–104.
 16. Rybalko E.A., Baranova N.V., Loupian E.A., Tolpin V.A., Kashnitskii A.V., Uvarov I.A., Krashenninnikova Yu.S., Ivanchenko V.I., Organizatsiya raboty s dannymi nazemnykh i distantsionnykh nablyudenii dlya resheniya zadach distantsionnogo monitoringa vinogradnikov (Management of ground and remote sensing data for remote monitoring of vineyards), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2016, Vol. 13, No. 1, pp. 79–92.
 17. Shokin Yu.I., Antonov V.N., Dobretsov N.N., Kikhtenko V.A., Lagutin A.A., Smirnov V.V., Chubarov D.L., Chubarov L.B., Raspredeleonnaya sistema priema i obrabotki sputnikovykh dannykh Sibiri i Dal'nego Vostoka. Tekushchee sostoyanie i perspektivy razvitiya (The Development and Status of the Distributed System for Satellite Data Acquisition and Processing for Siberia and the Far East), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2012, Vol. 9, No. 5, pp. 45–54.