УДК 004.75, 004.272, 528.72, 528.8 DOI 10.30894/issn2409-0239.2019.6.1.40.48

Геоинформационный сервис «Банк базовых продуктов»

В. А. Селин, к. т. н., *selin_va@spacecorp.ru*

АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация

А. Н. Марков, *contact@spacecorp.ru*

АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация

А. И. Васильев, к. ф.-м. н., *contact@spacecorp.ru*

АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация

А. П. Коршунов, к. т. н., *contact@spacecorp.ru*

АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация

Аннотация. В целях обеспечения потребителей достоверной геопространственной информацией при решении множества задач в различных отраслях экономики специалистами АО «Российские космические системы» разработан геоинформационный сервис «Банк базовых продуктов», предоставляющий услуги по поиску, формированию и распространению информационных продуктов ДЗЗ, в том числе базовых продуктов межведомственного использования. В данной статье описаны ключевые технологические решения геоинформационного сервиса. Рассмотрены основные виды информационных продуктов сервиса. Представлены возможности использования базовых продуктов для создания тематических карт.

Ключевые слова: обработка космических снимков, банк базовых продуктов, технологии создания и распространения базовых продуктов, тематические карты

Geo-information Service “Basic products bank”

V. A. Selin, *Cand. Sci. (Engineering)*, *selin_va@spacecorp.ru*

Joint Stock Company “Russian Space Systems”, Moscow, Russian Federation

A. N. Markov, *contact@spacecorp.ru*

Joint Stock Company “Russian Space Systems”, Moscow, Russian Federation

A. I. Vasilyev, *Cand. Sci. (Phys.-Math.)*, *contact@spacecorp.ru*

Joint Stock Company “Russian Space Systems”, Moscow, Russian Federation

A. P. Korshunov, *Cand. Sci. (Engineering)*, *contact@spacecorp.ru*

Joint Stock Company “Russian Space Systems”, Moscow, Russian Federation

Abstract. In order to provide consumers with reliable geospatial information for accomplishing numerous tasks in various branches of the economy, specialists at Joint Stock Company “Russian Space Systems” have developed the “Basic products bank” geo-information service. It provides services in searching for ERS information products, as well as in their formation and distribution, inclusive of basic products for interagency use. In the article, the geo-information service key technological solutions have been reported. The main information product types of the service have been considered. The applicability of basic products usage for thematic maps generation has been demonstrated.

Keywords: space images processing, basic products bank, basic products generation and distribution technology, thematic maps

Введение

В рамках Федеральной космической программы России на 2006–2015 годы создана Единая территориально-распределенная информационная система дистанционного зондирования Земли (ЕТРИС ДЗЗ), развитие которой предусмотрено в программе 2016–2025 гг. ЕТРИС ДЗЗ предназначена для интеграции в единое геоинформационное пространство информационных ресурсов ДЗЗ, обеспечивающих организацию целевого применения российской орбитальной группировки, координацию функционирования российских пунктов приема и обработки информации с российских и иностранных космических аппаратов ДЗЗ, распространение и предоставление данных ДЗЗ пользователям и потребителям. Главной целью создания ЕТРИС ДЗЗ является полное и своевременное обеспечение потребителей данными ДЗЗ и продуктами на их основе посредством специализированных информационных порталов/геопорталов и веб-сервисов [1, 2]. Одним из таких информационных сервисов является «Банк базовых продуктов» (<http://bbp.ntsomz.ru>), представляющий собой высокотехнологичную информационно-вычислительную среду, реализующую следующие функции:

- потоковое автоматическое создание высокоуровневых информационных продуктов (стандартных и базовых) на основе первичной информации всех видов с российских и зарубежных КА ДЗЗ, их каталогизация и архивирование;
- автоматизированная верификация создаваемых продуктов в интересах решения специализированных (тематических) задач мониторинга различных уровней;
- распространение создаваемых информационных продуктов путем предоставления веб-сервисов оказания услуг как с помощью программного доступа к ним (веб-API), так и с помощью картографического пользовательского интерфейса (веб-GUI), функционирующего в окне браузера без установки специального программного обеспечения.

Важно отметить, что формируемые сервисом «Банк базовых продуктов» информационные про-

дукты представляют собой не просто калиброванные данные, зарегистрированные в разных спектральных каналах, а данные, содержащие «физическую» информацию о характеристиках наблюдаемых объектов или территорий интереса.

Использование таких информационных продуктов позволяет решать тематические задачи, связанные с изучением и мониторингом конкретных объектов или явлений, а также прогнозированием их развития. Примерами таких объектов могут служить лесные и сельхозугодья (при мониторинге состояния растительного покрова), водоемы (при оценке экологического состояния поверхностных вод), чрезвычайные ситуации, связанные с паводками или пожарной обстановкой и многие другие.

В данной статье рассматриваются технологии формирования информационных продуктов геоинформационным сервисом «Банк базовых продуктов» (ГС ББП), а также перспективы развития веб-сервиса.

Технологии ГС «Банк базовых продуктов»

ГС «Банк базовых продуктов» реализован в соответствии с концепцией SaaS (Software as a Service), обеспечивающей доступ к данным и вычислительным ресурсам для их обработки. На рис. 1 приведена обобщенная модель функционирования ГС «Банк базовых продуктов».

Отметим ключевые технологические решения ГС «Банк базовых продуктов», реализованные в обеспечение:

1. Качества предоставляемых информационных продуктов: верификация и входной контроль данных ДЗЗ, используемых для формирования высокоуровневых информационных продуктов. То есть до того, как данные становятся доступны потребителям для заказа, проводятся процедуры оценки качества и пригодности для формирования соответствующих продуктов ДЗЗ (см. рис. 2). В качестве критериев качества выступают такие параметры, как допустимые углы визирования КА, высота Солнца, точность географической привязки, точность цветосинтеза спектральных каналов и другие.

Рис. 1. Обобщенная модель функционирования ГС БП

Рис. 2. Схематичное представление входного контроля: оценка пригодности данных ДЗЗ для формирования высокоуровневых информационных продуктов

2. Оперативности доступа к предоставляемым информационным продуктам: фрагментирование маршрутов съемки в совокупности с применением распределенных и параллельных технологий обработки (см. рис. 3). Разбиение маршрутов

съемки на фрагменты (сцены) позволяет осуществить обработку каждого такого фрагмента за детерминированное время, за счет чего достигается прогнозируемость задействования вычислительных ресурсов и соответственно возможность масштаби-

Рис. 3. Схематичное представление технологии фрагментирования данных и параллельной/распределенной обработки (ВУ — вычислительный узел)

Рис. 4. Схематичное представление механизмов доступа к ресурсам ГС ББП (GUI — доступ из браузера, API — программный доступ)

рования системы с учетом потребностей пользователей. Кроме того, применение технологий параллельного программирования GPU (graphic processing unit), хорошо согласованных с данными, имеющими матричную структуру (в частности, данные ДЗЗ), обеспечивает высокопроизводительную обработку данных на этапе входного контроля.

3. Удобства доступа к ресурсам ГС ББП: использование программного и пользовательского интерфейсов, как внешними информационными

системами, так и конечными потребителями соответственно (см. рис. 4). Программный доступ реализован в виде веб-API в соответствии со спецификацией REST (Representational State Transfer) и обеспечивает возможность поиска исходных данных и регистрации заказа на формирование продуктов, что является весьма востребованным при взаимодействии с другими информационными системами (например, геопортал Роскосмоса или региональные мониторинговые центры).

Пользовательский интерфейс реализован в виде веб-приложения (веб-GUI) с поддержкой картографической основы для указания географических координат области интереса, с возможностью выбора диапазонов дат, уровня облачности и других параметров в критериях поиска. Для удобства потребителей поддерживается почтовое уведомление о готовности информационных продуктов, а также механизмы веб-представления продуктов в соответствии со спецификацией OSM TMS.

Более подробно архитектурные решения ГС «Банк базовых продуктов» рассмотрены в работе [3].

Информационные продукты ГС «Банк базовых продуктов»

Базовые продукты, формируемые ГС ББП можно разделить на:

1) стандартные базовые продукты (СБП) — данные после первичной либо стандартной первичной обработки, прошедшие входной контроль, точную географическую привязку, точную радиометрическую коррекцию (при необходимости кросс-калибровку по опорным спутниковым данным), атмосферную коррекцию, представленные в унифицированном формате, необходимом для потокового создания тематических базовых продуктов. Такие данные сопоставимы для разных моментов наблюдения и разных приборов одного класса;

2) тематические базовые продукты (ТБП) — данные, полученные в результате обработки стандартных базовых продуктов, содержащие наборы восстановленных по данным ДЗЗ геофизических параметров наблюдаемых объектов или явлений, их интегральные характеристики в виде спектральных индексов, а также данные в виде композитных изображений (включая бесшовные сплошные покрытия), формируемых на основе разновременных наблюдений.

Таким образом, создание тематических базовых продуктов, реализуемое программными решениями ГС ББП, основывается на потоковом автоматическом формировании стандартных базовых продуктов, их каталогизации и архивировании на средствах хранения банка.

Номенклатура создаваемых тематических базовых продуктов включает более 25 реализаций, в том числе:

а) индексные изображения:

- широкополосные вегетационные индексы (NDVI, SR, RGR, ARVI, EVI, BAI);
- узкополосные вегетационные индексы (NDVI705, mSR705, mNDVI705, VOG1, VOG2, VOG3, PRI, SIPI, PSRI, WBI);
- индексы экологического состояния поверхности вод (массовая концентрация хлорофилла-А, концентрация минеральной взвеси, ареал цветения кокколитофоров, массовая концентрация растворенного органического углерода);

б) композитные изображения, позволяющие обеспечивать выявление:

- территорий, подвергшихся подтоплению/наводнению;
- пересыхания/уменьшения площади зеркала воды природных и искусственных замкнутых водоемов;
- вырубок лесных массивов;
- последствий пожаров (в период вегетации);

в) композитные изображения в виде бесшовных сплошных покрытий, сформированных по данным различных съемочных аппаратур отечественных КС ДЗЗ.

На рис. 5–7 приведены примеры базовых продуктов, формируемых в ГС ББП и являющихся основой при решении множества тематических задач природоресурсного мониторинга территорий интереса. Относительный индекс растительности (SR, Simple Ratio) предназначен для выделения растительности на фоне прочих природных объектов, нормализованный относительный индекс растительности (NDVI, Normalized Difference Vegetation Index) является простым количественным показателем фотосинтетически активной биомассы.

На рис. 6 желтым контуром выделены гари, появившиеся в период июнь–август 2017 г. Синим контуром выделена выгоревшая область, появившаяся в более ранний период.

Рис. 5. БП сформированные на основе данных МСС КА «Канопус-В» № 1, апрель 2016 г., Республика Крым: СБП — слева, ТБП — в центре и справа

Рис. 6. Фрагмент мультивременного композита (верхнее изображение) на территорию Республики Крым, сформированного по данным КМСС КА «Метеор-М» № 2

Рис. 7. Фрагмент бесшовного сплошного покрытия, сформированного по данным ШМСА-ВР КА «Ресурс-П» № 1, 2 за летний период 2015–2016 гг., Самарская обл.

Применение базовых продуктов при решении тематических задач

Возможность использования базовых продуктов для создания тематических карт приведем на примере карт половодий (Томская обл.) и карт последствий лесных пожаров (Республика Саха (Якутия)). Подобные оперативно созданные тематические карты могут быть использованы местными органами исполнительной власти и подразделениями МЧС для расчета площади затоплений, общей оценки ущерба и принятия решений.

Для этого с использованием ГС «Банк базовых продуктов» были получены тематические базовые продукты в виде четырех мультिवременных композитов, четырех индексных изображений выгоревших участков леса (BAI) и четырех вегетационных индексных изображений (NDVI) (всего восемь индексных изображений, по одному на каждый одиночный снимок).

Также для использования в качестве подложки были получены стандартные базовые про-

дукты в виде данных о спектральной плотности энергетической яркости солнечного излучения на верхней границе атмосферы, представленные в стандартной комбинации «искусственные цвета» (NIR-Red-Green) (TOA-L).

Создание тематических карт происходило по одной технологической схеме: выбор и автоматическая обработка данных ДЗЗ средствами ГС «Банк базовых продуктов» — загрузка сформированных тематических базовых продуктов на рабочее место оператора — векторизация — добавление общегеографического содержания — разработка условных обозначений — компоновка и итоговое оформление карты в целом с использованием программы ArcGIS.

Создание тематического содержания происходило в автоматизированном режиме на основе результатов классификации мультिवременных композитов.

На рис. 8 и 9 приведены тематические карты, созданные по результатам обработки базовых продуктов.

Рис. 8. Тематическая карта половодий в Томской области (2015 г.)

Заключение

На современном этапе можно выделить главные направления развития геоинформационных технологий и информационных систем, ориентированных на решение научных и прикладных задач в области ДЗЗ — это облачные технологии и сервисная модель предоставления услуг. Разработчики технологий обработки спутниковых данных предоставляют потребителям сервисы, ориентированные на оперативность обработки и удобство предоставления высокоуровневых информационных продуктов, в том числе глобального и регионального мониторинга [4, 5]. При этом работа с сервисами реализуется посредством веб-приложений, выполняе-

мых в браузере и не требующих установки специального программного обеспечения на рабочее место пользователя [6].

С учетом изложенного в данной статье можно сделать вывод, что технологические решения геоинформационного сервиса «Банк базовых продуктов» соответствуют отмеченным мировым тенденциям.

Дальнейшее развитие ГС «Банк базовых продуктов» проводится в рамках Федеральной космической программы России на 2016–2025 годы по направлениям расширения номенклатуры информационных продуктов на основе данных перспективных оптико-электронных и радиолокационных российских КС ДЗЗ, создания системы оказания услуг

Рис. 9. Тематическая карта последствий пожаров в Республике Саха (Якутия) (2015 г.)

потребителям в виде набора специализированных сервисов (мониторинга состояния земной поверхности, водной поверхности, атмосферы, экологии и чрезвычайных ситуаций), а также создания технологий автоматического формирования бесшовных сплошных покрытий по данным российских и зарубежных КС ДЗЗ.

Список литературы

1. Носенко Ю. И., Лошкарев П. А. ЕТРИС ДЗЗ — проблемы, решения, перспективы (часть 1) // Геоматика, 2010, № 3(8). С. 28–32.
2. Лошкарев П. А., Тохиян О. О., Курлыков А. М., Гладков А. П., Кошкин К. В. Развитие ЕТРИС ДЗЗ с применением облачных технологий // Геоматика, 2016.
3. Марков А. Н., Васильев А. И., Ольшевский Н. А., Коршунов А. П., Михаленков Р. А., Салимонов Б. Б., Стрелов А. С. Архитектура геоинформационного сервиса «Банк базовых продуктов» // Современ. проблемы дистанц. зондирования Земли из космоса, 2016, т. 13, № 5. С. 39–51.
4. EOSDIS Worldview // National Aeronautics and Space Administration. [Washington, 2018]. <https://worldview.earthdata.nasa.gov> (Дата обращения: 20.06.2018).
5. Copernicus // European Commission [Brussels, 2018]. <http://www.copernicus.eu> (Дата обращения: 20.06.2018).
6. Advanced Crop Health Index // Hexagon AB. [Madison, 2018]. https://www.hexagongeospatial.com/products/smart-mapp/all-smart-mapps/advanced_crop_health_index (Дата обращения: 20.06.2018).