Особенности доступа к ресурсам геоинформационного сервиса «Банк базовых продуктов»

А. Н. Марков, А. И. Васильев, Н. А. Ольшевский, Р. А. Михаленков,
Б. Б. Салимонов, П. А. Синяев, М. А. Евлашкин

АО «Российские космические системы», Москва, 127490, Россия
E-mail: nova@ntsomz.ru

В статье рассматриваются основные технологические и программные решения, реализованные в геоинформационном сервисе «Банк базовых продуктов» для обеспечения потребителей информационными продуктами, которые формируются по данным российских и зарубежных космических средств дистанционного зондирования Земли. Во-первых, приведены основные архитектурные решения программного веб-интерфейса: 1) доступ к ресурсам сервиса предусмотрен только посредством использования API-ключа; 2) работа с нормативно-справочной информацией реализована в виде набора микросервисов; 3) доступ к полноразмерным данным информационных продуктов осуществляется в асинхронном режиме. Во-вторых, рассмотрены особенности графического интерфейса: 1) возможность поиска и заказа данных с использованием картографической основы; 2) гибкий инструментарий выбора области интереса и временных диапазонов; 3) возможность загрузки полноразмерных изображений в составе единого пакета, а также онлайн-анализ заказанных сцен и информационных продуктов. В-третьих, приведены оценки предельного количества обращений к ресурсам сервиса, например, поиск и получение метаданных более 17 000 сцен комплекса многозональной спектральной съёмки КА «Метеор-М» занимает менее 10 с. В заключение обозначены перспективы и развитие возможностей доступа к ресурсам сервиса — это создание инструментов поиска данных в районах северного и южного полюсов, а также доступ к данным и информационным продуктам в синхронном режиме (по прямым ссылкам).

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, банк базовых продуктов, геоинформационный сервис, распространение данных ДЗЗ, программный веб-интерфейс, графический веб-интерфейс

Одобрена к печати: 08.05.2019
DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-228-237

Введение

Одним из ключевых инструментов формирования информационной инфраструктуры цифровой экономики Российской Федерации стало дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) (в соответствии с Распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р). При этом существенная часть этой информационной инфраструктуры естественным образом должна основываться на данных группировки отечественных космических систем ДЗЗ, включающей в настоящее время (2019) космические аппараты (КА) гидрометеорологического назначения типа «Электро-Л», «Метеор-М», а также КА природно-ресурсного назначения типа «Канопус-В» и «Ресурс-П».

Для доступа к данным и информационным продуктам российских космических средств (КС) ДЗЗ разработаны геоинформационные сервисы «Геопортал Роскосмоса» (Тохийян, Кошкин, 2011; Тохийян и др., 2015) и геоинформационный сервис «Банк базовых продуктов» (ГС ББП) (Васильев и др., 2016; Селин и др., 2019). При этом если геопортал «Роскосмоса» предназначен для обеспечения потребителей информационными продуктами ДЗЗ стандартных уровней обработки, то ГС ББП предоставляет базовые продукты ДЗЗ (включая бесшовные сплошные покрытия (Марков и др., 2018б)), которые формируются на основе данных и информационных продуктов, в том числе распространяемых геопорталом.

Основные архитектурные, программные и технологические решения геоинформационного сервиса «Банк базовых продуктов» приведены в работах (Васильев и др., 2015; Марков

и др., 2016, 2018a; Markov et al., 2019). В рамках данной статьи рассматриваются особенности доступа к ресурсам сервиса, включая программный и графический интерфейсы, а также оценки предельного количества обращений к программно-аппаратной части сервиса.

Программный веб-интерфейс доступа к ресурсам сервиса

В основе программного интерфейса (API — application program interface) геоинформационного сервиса «Банк базовых продуктов» лежит архитектурный стиль REST (Representational State Transfer), в соответствии с которым упрощена спецификация HTTP-запросов (HTTP — HyperText Transfer Protocol) и доступ к ресурсам сервиса. При этом в качестве формата формирования тела HTTP-документов — как клиентских запросов, так и ответов сервера — используется JSON (JavaScript Object Notation: RFC 4627, <https://tools.ietf.org/html/rfc4627>).

В обеспечение удобства, гибкости и безопасности работы внешних клиентов с ГС ББП программный доступ к ресурсам сервиса реализуется посредством API-ключей (api_key), которые представляют собой ограниченную последовательность символов (букв и цифр) и передаются в качестве параметра запроса строки URL (Uniform Resource Locator). API-ключи создаются зарегистрированными пользователями, которым предоставлены права на использование функций API геоинформационного сервиса. При этом каждый API-ключ обладает определённым временем жизни и разрешением на доступ к соответствующим микросервисам.

Использование API позволяет путём применения различных микросервисов добиться решения следующих основных задач:

- 1) получение определений, значений и атрибутов различных идентификаторов, используемых для обозначения «внутренних» сущностей ресурсов сервиса, из состава нормативно-справочной информации (НСИ);
- 2) поиск и получение метаданных по различным критериям;
- 3) заказ на формирование базовых продуктов, а также поиск и получение информации о выполненных заказах.

Микросервисы НСИ по космическим аппаратам, съёмочной аппаратуре, информационным продуктам позволяют получать как полный список справочной информации, так и данные по конкретной единице. Состав ресурса получения НСИ, включая метод HTTP-запроса, приведён в *табл. 1*.

Таблица 1. Микросервисы нормативно-справочной информации

Назначение	Структура URL	Метод запроса
Список КА ДЗЗ	/reference/platforms?api_key=:value	GET
Атрибуты заданного КА ДЗЗ	/reference/platforms/:platform_id?api_key=:value	GET
Список сенсоров ДЗЗ	/reference/sensors?api_key=:value	GET
Атрибуты заданного сенсора ДЗЗ	/reference/sensors/:sensor_id?api_key=:value	GET
Список базовых продуктов	/reference/products?api_key=:value	GET
Атрибуты заданного базового продукта	/reference/base_products/:bp_code?api_key=:value	GET

Ресурсы выбора данных приведены в *табл. 2*, при этом для поиска сцен по критериям применяется HTTP-метод POST. Отход от архитектурного стиля REST в данном случае обусловлен ограничениями у браузеров на длину URL-строки (например, для Internet Explorer 8 — не более 2083 знаков). Вместе с тем, учитывая, что задаваемая пользователем область интереса может быть весьма существенной, для ГС ББП применяется ограничение: размер JSON-документа должен быть не более 1 Мбайт.

Таблица 2. Сервисы выбора данных

Назначение	Структура URL	Метод запроса
Поиск сцен по заданным критериям	/search?api_key=:value	POST
Атрибуты заданной сцены	/search/:scene_id?api_key=:value	GET

Сервисы регистрации заказа на формирование информационных продуктов, а также получения информационных продуктов по заказу приведены в *табл. 3*. В данном случае предполагается асинхронная модель работы с ГС ББП, в рамках которой для получения сформированных базовых продуктов необходимо с помощью соответствующего сервиса выполнять мониторинг состояния готовности заказа.

Таблица 3. Сервисы заказа базовых продуктов

Назначение	Структура URL	Метод запроса
Регистрация нового заказа	/orders?api_key=:value	POST
Список заказов по заданным критериям	/orders?api_key=:value¶m#1=a&...& param#n=a &token=:value	GET
Атрибуты заказа	/orders/:order_id?api_key=:value	GET

Детальное описание атрибутов сервисов, включая примеры JSON-документов, приведены в руководстве пользователя ГС ББП (Марков и др., 2019).

Графический веб-интерфейс доступа к ресурсам сервиса

На базе рассмотренного программного веб-интерфейса разработан графический веб-интерфейс, обеспечивающий возможность пользователю в интерактивном режиме задать на картографической подложке область интереса, сформировать заказ на создание необходимых информационных продуктов и по его готовности провести онлайн-анализ полученных продуктов для ускорения процесса принятия решения. При этом для сокращения трафика и ускорения реакции на изменения сценариев работы интерфейса применяется технология AJAX (Asynchronous Javascript XML), обеспечивающая «фоновый» обмен данными браузера с веб-сервером программного интерфейса без полной перезагрузки веб-страницы.

Для интерактивного задания региона интереса применяется картографическая основа OSM (<https://www.openstreetmap.org>) и гибкий инструментальный выбор границ регионов. Инструментарий включает возможность задать точечный объект, нарисовать линейный объект или полигон, а также загрузить shp-файл либо установить границы географических объектов по их названию (адресу) на основе инструмента геокодирования Nominatim (*лат.* по имени, <https://nominatim.openstreetmap.org/>). Кроме того, разработана специализированная веб-форма, обеспечивающая возможность гибкого задания диапазонов дат. Она позволяет разрешить проблему поиска данных (например, только за летние периоды 2017 и 2018 гг.). На *рис. 1* (см. с. 231) приведён скриншот графического веб-интерфейса, демонстрирующий задание поисковых критериев, а также доступ к нормативно-справочной информации выбранного сенсора.

Кроме того, для удобства работы с интерфейсом предусмотрен механизм сохранения параметров выборки данных между сессиями пользователя в браузере — HTML5 Local Storage. Таким образом, пользователь получает возможность использовать выставленные параметры из предыдущей сессии работы в текущей.

Рис. 1. Снимок экрана графического интерфейса ГС ББП

На рис. 2 приведён снимок экрана результатов поиска данных на заданный регион интереса. Из всего количества найденных сцен пользователь выбирает нужные и добавляет их в корзину, после чего осуществляет заказ всех возможных для отобранных сцен базовых продуктов.

Рис. 2. Снимок экрана графического интерфейса результатов поиска данных по заданным критериям

После выполнения заказа пользователю предоставляются ссылки на скачивание полноразмерных изображений сформированных информационных продуктов ДЗЗ в виде tar.gz-архива, а также возможность их детального онлайн-просмотра с использованием тайлового сервиса (рис. 3). В ходе работы с графическим интерфейсом осуществляется оперативное информирование пользователя о результатах выполнения технологических операций. В случае успешного ответа соответствующего микросервиса программного интерфейса выводится информационное сообщение о корректном выполнении запросов поиска, формирования заказа и т.д. В случае, когда возникают ошибки доступа к данным (недоступность ресурса, неправильные параметры запроса и т.д.) или непредвиденные ошибки выполнения веб-приложения, пользователю выводятся сообщения об ошибках.

Рис. 3. Снимок экрана тайлового представления сформированного базового информационного продукта

Более детальное описание работы с графическим веб-интерфесом, включая порядок регистрации новых пользователей, приведено в руководстве пользователя геоинформационного сервиса «Банк базовых продуктов» (Марков и др., 2019).

Оценки предельного количества обращений к ресурсам веб-сервиса

Для оценки предельного количества обращений/транзакций к ресурсам сервиса с использованием программного веб-интерфейса было проведено тестирование. Структурная схема компонентов геоинформационного сервиса «Банк базовых продуктов», участвующих в тестировании, приведена на рис. 4 (см. с. 233) и включает:

- 1) HTTP-агент — приложение, инициализирующее параллельные HTTP-транзакции, исходные параметры запроса которых подразумевают уникальный ответ для каждой транзакции. Развёрнут на базе виртуальной машины: 4 CPU, 8 Гбайт RAM;
- 2) обратный HTTP прокси-сервер NGINX 1.4 с поддержкой TLS (Transport Layer Security). Развёрнут на базе виртуальной машины: 2 CPU, 6 Гбайт RAM;

- 3) сервер API — асинхронный HTTP-сервер программных интерфейсов API. Развёрнут на базе виртуальной машины: 4 CPU, 8 Гбайт RAM;
- 4) сервер СУБД PostgreSQL 9.6 + PostGIS 2.3. Развёрнут на базе виртуальной машины: 4 CPU, 8 Гбайт RAM.

Рис. 4. Схема тестирования оценки временных затрат на обращение к ресурсам сервиса: 1 — имитатор транзакций; 2 — обратный HTTP прокси-сервер NGINX; 3 — асинхронный HTTP-сервер программных интерфейсов API; 4 — сервер СУБД PostgreSQL 9.6 + PostGIS 2.3

В ходе тестирования выполнялось параллельное обращение к ресурсам сервиса (параллельные транзакции), при этом фиксировалось время выполнения транзакций, а также объём переданных данных клиенту. Каталог базы данных включал более 120 000 сцен, сопровождаемых обзорными изображениями. Для сервера API тестирование производилось для конфигураций работы в 1; 4 и 8 потоков. Схематичное представление любого процесса транзакции, выполняемого в ходе тестирования, приведено на рис. 5.

В эксперименте выполнялись запросы на поиск всего множества сцен каталога. Ввиду того, что результаты поиска предоставляются постранично, производились оценки времени обращения (рис. 6, см. с. 234) к страницам результатов поиска из 120 000 сцен (всё множество) и 12 000 сцен (применялся фильтр диапазона дат). Также оценивалось среднее время выполнения транзакций на получение метаданных и обзорных изображений по уникальным идентификаторам сцен (рис. 7, см. с. 234).

По результатам тестирования получены следующие оценки:

- 1) поиск не более 40 000 сцен в секунду при 20 одновременных транзакциях;
- 2) при среднем размере страницы в 229 Кбайт (соответствует 100 сценам) обеспечивается скорость получения (с учётом сортировки по датам):
 - не более 7 страниц в секунду при 50 одновременных транзакциях к результатам поиска из 120 000 сцен;

Рис. 5. Схема процессов транзакции к программному веб-интерфейсу

- не более 23 страниц в секунду при 50 одновременных транзакциях к результатам поиска из 12 000 сцен;
- 3) скорость получения метаданных (средний размер 2 Кбайт) и обзорных изображений (средний размер 235 Кбайт) не превышает 125 сцен в секунду при 300 одновременных транзакциях.

Рис. 6. Оценки обращения к страницам результатов поиска из 120 000 сцен (слева) и 12 000 сцен (справа)

Рис. 7. Оценки получения метаданных (слева) и обзорных изображений (справа) по уникальному идентификатору сцены

Полученные оценки позволяют определить вычислительные возможности ресурсов ГС ББП по поиску и предоставлению метаданных в другие информационные системы. Например, для аппаратуры комплекса многозональной спектральной съёмки (КМСС) КА «Метеор-М» № 2 каталог содержит около 17 000 сцен за период май – сентябрь 2017 г., соответственно, доступ к этим метаданным может занять не более 10 с и ещё около 2 мин нужно для загрузки обзорных изображений. Вместе с тем для защиты ГС ББП от DoS-атак (Denial of Service — отказ в обслуживании) применяются типовые виды ограничений, например не более 10 одновременных обращений/транзакций к ресурсам сервиса с одного IP-адреса и др.

Заключение

В статье рассмотрены особенности доступа к ресурсам ГС ББП в части программного и графического веб-интерфейсов, а также приведены оценки предельного количества обращений к программно-аппаратной части сервиса. Программный веб-интерфейс обеспечивает до-

ступ к ресурсам только с использованием API-ключей, работа с нормативно-справочной информацией выделена в виде набора микросервисов, а доступ к информационным продуктам реализован в асинхронном режиме. Для графического веб-интерфейса разработан гибкий инструментарий задания географических и временных координат, а также возможность онлайн-анализа сформированных в заказе информационных продуктов. Кроме того, для программного веб-интерфейса выполнены оценки предельного количества обращений к ресурсам сервиса. На примере доступа к данным КМСС КА «Метеор» № 2 приведены оценки получения метаданных: поиск и получение метаданных более 17 000 сцен занимает менее 10 с.

Разработанные программные и технологические решения позволяют интегрировать ресурсы ГС ББП в различные информационные системы, включая каталог CWIC (CWIC..., 2017), а также комфортно использовать сервис для поиска и заказа данных и информационных продуктов более чем 100 потребителям в сутки. Кроме того, продолжается развитие ГС ББП по предоставлению потребителям возможности поиска и заказа сцен на территории Северного и Южного полюсов, а также доступа к «свежим» данным без необходимости регистрации заказа (по прямым ссылкам).

Литература

1. Васильев А. И., Ольшевский Н. А., Коршунов А. П., Стремов 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.
2. Васильев А. И., Ольшевский Н. А., Коршунов А. П. Банк базовых продуктов межведомственного использования — геоинформационный сервис оператора КС ДЗЗ // 14-я Всерос. открытая конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»: тез. докл. Москва, 2016. С. 419. URL: http://smiswww.iki.rssi.ru/d33_conf/thesisshow.aspx?page=133&thesis=5633.
3. Марков А. Н., Васильев А. И., Ольшевский Н. А., Коршунов А. П., Михаленков Р. А., Салимонов Б. Б., Стремов А. С. Архитектура геоинформационного сервиса «Банк базовых продуктов» // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 5. С. 39–51.
4. Марков А. Н., Васильев А. И., Степанова Д. В., Евлашкин М. А., Крылов А. В., Салимонов Б. Б. (2018a) Технологические и программные модели формирования базовых продуктов ДЗЗ // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2018. Т. 5. Вып. 3. С. 29–38.
5. Марков А. Н., Васильев А. И., Крылов А. В., Евлашкин М. Е., Михеев А. А., Волкова Е. В. (2018б) Эксперимент по формированию сплошного бесшовного покрытия на территорию Российской Федерации по данным КМСС КА «Метеор-М» // 16-я Всерос. открытая конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»: сб. тез. Москва, 2018. С. 506. URL: http://smiswww.iki.rssi.ru/d33_conf/thesisshow.aspx?page=153&thesis=6692.
6. Марков А. Н., Васильев А. И., Волкова А. В. Банк базовых продуктов. Руководство пользователя. М.: АО «Российские космические системы», 2019. 45 с. URL: https://bbp.ntsomz.ru/assets-landing/BBP_Handbook_20190423.pdf.
7. Селин В. А., Марков А. Н., Васильев А. И., Коршунов А. П. Геоинформационный сервис «Банк базовых продуктов» // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2019. Т. 6. Вып. 1. С. 40–48.
8. Тохиян О. О., Кошкин К. В. Опыт разработки и эксплуатации геопортала Роскосмоса // Геоматика. 2011. № 2. С. 20–28.
9. Тохиян О. О., Гладков А. П., Васильев А. Ю. Расширение возможностей сервисов Геопортала Роскосмоса // Геоматика. 2015. № 2. С. 22–25.
10. CWIC Client Partner Guide (OpenSearch). Version V1.1. CWIC-DOC-14-001r0102017. 21 p. URL: http://ceos.org/document_management/Working_Groups/WGISS/Projects/CWIC/OpenSearch/CWIC_OpenSearch_Client-Guide.pdf.
11. Markov A. N., Vasilyev A. I., Olshevsky N. A., Krylov A. V., Salimonov B. B., Stremov A. S. Geoinformation service of the Russian EO-space systems information products // Proc. 2019 Conf. Big Data from Space (BIDS'2019). 2019. P. 281–284.

Access features to the Basic Product Bank geoinformation service resources

A. N. Markov, A. I. Vasilyev, N. A. Olshevskiy, R. A. Mikhalenikov,
B. B. Salimonov, P. A. Sinyaev, M. A. Evlashkin

Russian Space Systems JSC, Moscow 127490, Russia
E-mail: nova@ntsomz.ru

The paper deals with the main technological and program solutions implemented in the Basic Product Bank geoinformation service in order to provide the information products to the customers, which are generated on the basis of Russian and foreign Earth remote sensing data. First, the main web-based application program interface architecture solutions are discussed: 1) access to the service resources is provided by API-key only; 2) the work with regulatory reference information is implemented as a micro services set; 3) access to the full-size information products data is executed in the asynchronous mode. Second, the following graphic user interface features are considered: 1) data search and order possibility using the cartographic base; 2) flexible tools of the AOI and time ranges selection; 3) single package full-size image downloading possibility, as well as ordered scenes and information products on-line analysis. Third, estimations of the number limits of requests to the service resources are made, for example, the metadata search and obtaining of more than 17 K scenes of Meteor-M KMSS data takes less than 10 sec. In conclusion, the prospects and the development possibilities of the service resources access are discussed, in particular, creation of data search tools for the Northern and Southern Poles regions, as well as data and information products access in synchronous mode (by the direct links).

Keywords: Earth remote sensing, basic product bank, geoinformation service, remote sensing data distribution, web-based application program interface, web-based graphic user interface

Accepted: 08.05.2019

DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-228-237

References

1. Vasilyev A. I., Olshevskiy N. A., Korshunov A. P., Stremov A. S., Programmnye tekhnologii sozdaniya i raspromaneniya 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.
2. Vasilyev A. I., Olshevskiy N. A., Korshunov A. P., Bank bazovykh produktov mezhvedomstvennogo ispol'zovaniya — geoinformatsionnyi servis operatora KS DZZ (Basic product bank of interagency use — geoinformation service of remote sensing space systems operator), *14-ya Vserossiiskaya otkrytaya konferentsiya "Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa"* (14th All-Russia Open Conf. "Current Problems of Remote Sensing of the Earth from Space"), Book of Abstracts, Moscow, 2016, p. 419, available at: http://smiswww.iki.rssi.ru/d33_conf/thesisshow.aspx?page=133&thesis=5633.
3. Markov A. N., Vasilyev A. I., Olshevskiy N. A., Korshunov A. P., Mikhalenikov R. A., Salimonov B. B., Stremov A. S., Arkhitektura geoinformatsionnogo servisa "Bank bazovykh produktov" (Architecture of the Basic Product Bank geoinformation service), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2016, Vol. 13, No. 5, pp. 39–51.
4. Markov A. N., Vasilyev A. I., Stepanova D. V., Evlashkin M. A., Krylov A. V., Salimonov B. B. (2018a), Tekhnologicheskie i programmnye modeli formirovaniya bazovykh produktov DZZ (Technological and Program Models of Remote Sensing Basic Products Formation), *Raketno-kosmicheskoe priborostroenie i informatsionnye sistemy*, 2018, Vol. 5, No. 3, pp. 29–38.
5. Markov A. N., Vasilyev A. I., Krylov A. V., Evlashkin M. E., Mikheev A. A., Volkova E. V. (2018b), Eksperiment po formirovaniyu sploshnogo besshovnogo pokrytiya na territoriyu Rossiiskoi Federatsii po danym KMSS KA "Meteor-M" (Experiment in generation of seamless continuous coverage over the territory of Russian Federation based on Meteor-M KMSS data), *16-ya Vserossiiskaya otkrytaya konferentsiya "Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa"* (16th All-Russia Open Conf.

- “Current Problems of Remote Sensing of the Earth from Space”), Book of Abstracts, Moscow, 2018, p. 506, available at: http://smiswww.iki.rssi.ru/d33_conf/thesisshow.aspx?page=153&thesis=6692.
6. Markov A. N., Vasilyev A. I., Volkova A. V., *Bank bazovykh produktov. Rukovodstvo pol'zovatelya* (Basic Product Bank. User guide), Moscow: Russian Space Systems JSC, 2019, 45 p., available at: https://bbp.nt-somz.ru/assets-landing/BBP_Handbook_20190423.pdf.
 7. Selin V. A., Markov A. N., Vasilyev A. I., Korshunov A. P., Geoinformatsionnyi servis “Bank bazovykh produktov” (Geoinformation service Basic Product Bank), *Raketno-kosmicheskoe priborostroenie i informatsionnye sistemy*, 2019, Vol. 6, Issue 1, pp. 40–48.
 8. Tokhiyan O. O., Koshkin K. V., Opyt razrabotki i ekspluatatsii geoportala Roskosmosa (The experience of development and exploitation of Roscosmos’ Geoportal), *Geomatika*, 2011, No. 2, pp. 20–28.
 9. Tokhiyan O. O., Gladkov A. P., Vasilyev A. Yu., Rasshirenie vozmozhnostei servisov Geoportala Roskosmosa (Roscosmos’ Geoportal services possibilities empowerment), *Geomatika*, 2015, No. 2, pp. 22–25.
 10. *CWIC Client Partner Guide (OpenSearch)*, Version V1.1, CWIC-DOC-14-001r0102017, 21 p., available at: http://ceos.org/document_management/Working_Groups/WGISS/Projects/CWIC/OpenSearch/CWIC_OpenSearch_Client-Guide.pdf.
 11. Markov A. N., Vasilyev A. I., Olshevsky N. A., Krylov A. V., Salimonov B. B., Stremov A. S., Geoinformation service of the Russian EO-space systems information products, *Proc. 2019 Conf. Big Data from Space (BIDS'2019)*, 2019, pp. 281–284.