

Геоинформатика. 2022. № 4. С. 36–43.
Geoinformatika. 2022;(4):36–43.

Материалы VI Всероссийской конференции ITES-2022

Научная статья
 УДК 004.4:528.8
<https://doi.org/10.47148/1609-364X-2022-4-36-43>

Опыт создания централизованного каталога данных дистанционного зондирования Земли с российских спутников

© 2022 г. — Алексей Анатольевич Кадочников

Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук; Россия, г. Красноярск
 scorant@icm.krasn.ru

Аннотация: Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) являются важнейшим источником оперативной информации об окружающей природной среде для тематических ГИС, эти данные могут быть использованы для развития лесного, водного и сельского хозяйства, при территориальном планировании, в экологии и природопользовании и т.д. Для обеспечения эффективного использования результатов космической деятельности в Красноярском крае в ФИЦ КНЦ СО РАН организован каталог спутниковых данных. В статье рассматривается решение задачи организации централизованного каталога данных ДЗЗ для ограниченного числа пользователей с российских космических аппаратов Ресурс-П, Канопус-В и Метеор-М №2, получаемых от НЦ ОМЗ АО «Российские космические системы». Данные централизованно загружаются для нужд подразделений, входящих в ФИЦ КНЦ СО РАН, по общей заявке для всех подразделений. Для удобства конечных пользователей каталога полученные данные обрабатываются и приводятся к единому формату. Данные загружаются с геопортала Роскосмоса (<https://www.gptl.ru>) в автоматическом режиме и предварительно обрабатываются в полуавтоматическом режиме под контролем оператора. Описаны этапы обработки данных и возникающие проблемы при организации централизованного каталога данных.

Ключевые слова: веб-картография, геоинформационная система, геопространственные данные, данные дистанционного зондирования

Для цитирования: Кадочников А.А. Опыт создания централизованного каталога данных дистанционного зондирования Земли с российских спутников // Геоинформатика. — 2022. — № 4. — С. 36–43. <https://doi.org/10.47148/1609-364X-2022-4-36-43>.

VI All-Russian Conference ITES-2022

Original article

Experience in creating a centralized remote sensing data catalog from Russian satellites

© 2022 — Alexey A. Kadochnikov

Institute of Computational Modelling of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Krasnoyarsk, Russia
 scorant@icm.krasn.ru

Abstract: Earth remote sensing data is the most important source of operational information about the natural environment for thematic GIS, these data can be used for the development of forestry, water and agriculture, in territorial planning, in ecology and nature management, etc. To ensure the effective use of the results of space activities in the Krasnoyarsk region, the FRC KSC SB RAS has organized a catalog of satellite data. The article deals with the solution of the problem of organizing a centralized remote sensing data catalog for a limited number of users from the Russian satellites Resurs-P, Kanopus-V and Meteor-M No. 2, received from the NTs OMS JSC "Russian Space Systems". The data are centrally loaded for the needs of the subdivisions included in the FRC KSC SB RAS, according to a common request for all subdivisions. For the convenience of the end catalog users, the received data is processed and brought to a single format. The data is loaded from the Roscosmos geoportal (<https://www.gptl.ru>) automatically and pre-processed in a semi-automatic mode under the control of the operator. The stages of data processing and the problems that arise when organizing a centralized data catalog are described.

Key words: web-cartography, geoinformation system, geospatial data, remote sensing data

For citation: Kadochnikov A.A. Experience in creating a centralized remote sensing data catalog from Russian satellites. *Geoinformatika*. 2022;(4):36–43. <https://doi.org/10.47148/1609-364X-2022-4-36-43>. In Russ.

Введение

Красноярский край занимает обширную территорию с разнообразным рельефом и климатом, обладает большими запасами природных ресурсов, многие из которых являются труднодоступными. Для исследования такой территории возникает необходимость в использовании систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Интеграция получаемых данных ДЗЗ с реальными процессами обеспечения жизнедеятельности органов государственной власти и населения является сегодня стратегическим фактором дальнейшего ускорения социально-экономического развития Красноярского края.

В последние годы значительное внимание в России уделяется развитию спутниковых систем ДЗЗ. Хотя сегодня им сложно конкурировать с лидерами рынка из США и Европы [7, 9], уже можно говорить о первых успешных результатах. Данная статья посвящена созданию специализированного программного обеспечения для автоматизации работы с данными, поступающими с российских космических аппаратов.

Основным источником данных ДЗЗ с российских космических аппаратов является геопортал Роскосмоса. Геопортал Роскосмоса — геоинформационный веб-ресурс для доступа к единому банку данных дистанционного зондирования Земли. Это уникальный веб-ресурс, сочетающий в себе средства просмотра спутниковых снимков и средства поиска данных ДЗЗ (доступны данные как с российских, так и с зарубежных спутников), использующий самый полный в России каталог. С его помощью клиенты могут не только запросить данные, найденные в архиве, но и заказать новое обследование с указанием необходимых параметров. Основными заказчиками данных геопортала Роскосмоса являются государственные учреждения Российской Федерации. Заказы на данные ДЗЗ также могут делать компании и частные лица.

Материалы исследования

Спутниковая информация, полученная с российских космических аппаратов через рассматриваемый геопортал, поступает в Красноярский научный центр СО РАН уже около четырех лет. Предметом интереса исследования являются значительные территории Сибири и Дальнего Востока (рис. 1). В районы интереса попадают участки на территории Красноярского края, Республики Саха, Новосибирской, Кемеровской, Иркутской областей, Республики Бурятия и Тыва. Всего 31 участок общей площадью около 688151 км².

Несколько институтов и подразделений, входящих в состав ФИЦ КНЦ СО РАН, заинтересованы в получении таких спутниковых данных. Большие объемы поступающей информации сделали недоступным доступ к исходной информации через веб-браузер, поэтому была разработана технология автоматизированной обработки данных, поступающих от Роскосмоса, в виде специализированного сервиса, работающего на сервере. Эта служба пополняет локальный архив спутниковой информации, доступ к которому имеют все заинтересованные подразделения организации. Такой подход позволяет упорядочить и систематизировать полученную информацию во избежание ее повторной загрузки. Разработка ведется в соответствии с общепринятыми подходами и стандартами [2, 6].

Организован каталог спутниковых данных для ограниченного числа пользователей с Российских космических аппаратов Ресурс-П и Канопус-В, получаемых от НЦ ОМЗ АО «Российские космические системы». Данные централизованно загружаются для нужд подразделений, входящих в ФИЦ КНЦ СО РАН, по общей заявке для всех подразделений. Для удобства конечных пользователей каталога полученные данные обрабатываются и приводятся к единому формату. Сейчас эти данные автоматически загружаются с геопортала Роскосмоса (<https://www.gptl.ru>) и предварительно обрабатываются в полуавтоматическом режиме. Детали процесса обработки данных представлены на рисунке 2. Разработанный сервис обработки поступающих данных Роскосмоса, наряду с созданием локального архива, решает еще одну важную задачу. Это формирование разномасштабных многоканальных обзорных изображений для визуализации оперативных данных на геопортале Красноярского научного центра [11, 8].

Доступ к снимкам со стороны геопортала Роскосмос организован через ftp сервер. Данные на сервере геопортала хранятся ограниченное время (обычно не более месяца), поэтому их необходимо периодически загружать на свое хранилище. Каждый снимок содержит share файлы с его границами или границами каждого канала в отдельности, xml с метаданными снимка, jpeg с обзорным изображением и один или несколько tiff файлов с растровыми данными с одним или несколькими каналами. XML формат метаданных и формат имени файла для каждого типа космического аппарата свой. XML форматы также отличаются для разных уровней обработки полученных снимков. Данные подготавливаются и выкладываются операторами поставщика вручную, в связи с этим, как мы пола-

Рис. 1. Зоны интереса на территории Сибири и Дальнего Востока

Fig. 1. Areas of interest for research in the regions of Siberia and the Far East on the map of Russia

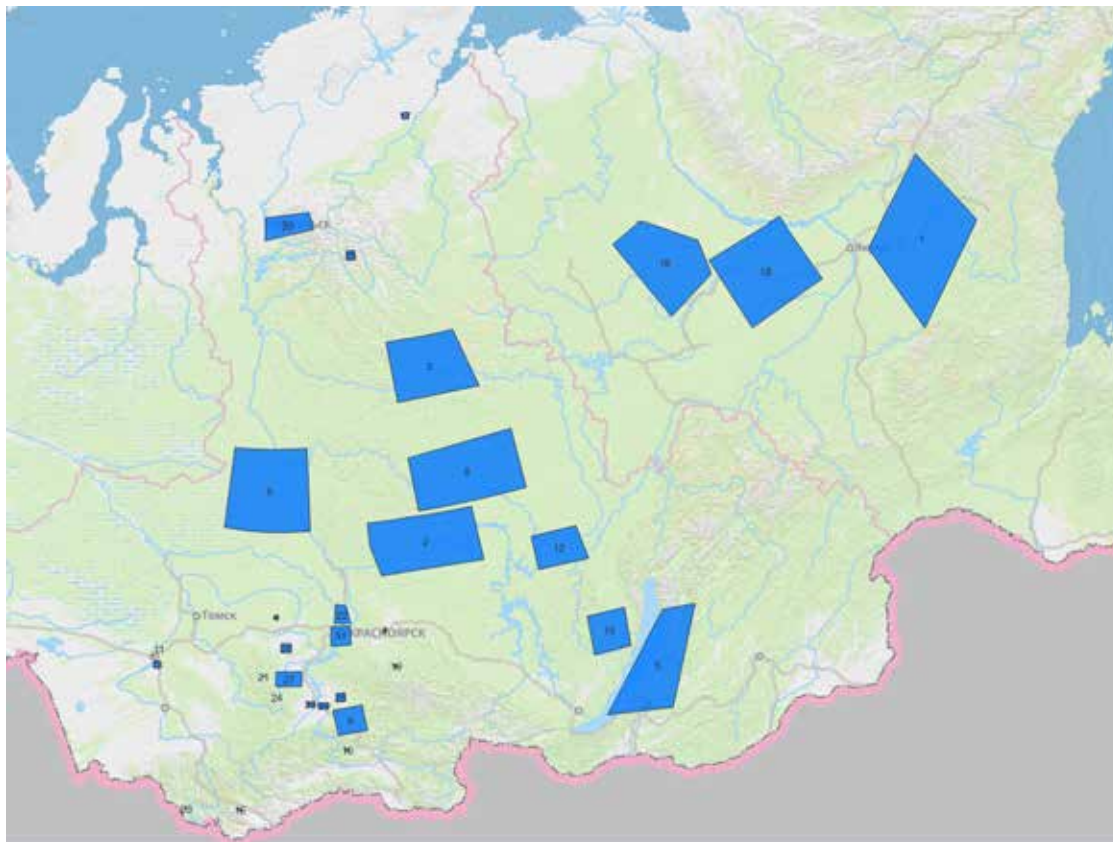
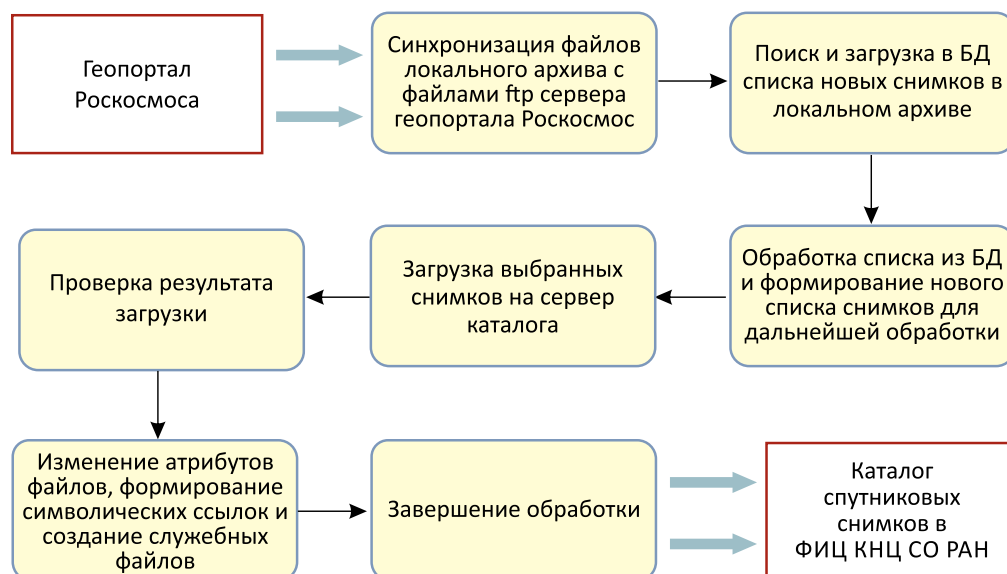


Рис. 2. Процесс автоматической обработки спутниковых снимков с Геопортала Роскосмоса

Fig. 2. The process of automatic processing of satellite images from the Roscosmos Geoportals



гаем, возникает масса ошибок и разные варианты структуры представления данных:

1. Поврежденные файлы (файлы заполнены нулями или имеют неполный размер).

2. Отсутствуют файлы с растрами снимка.

3. Имя файла не соответствует правилам поставщика. Например, нумерация разных частей растра одного снимка при превышении заданного максимального объема по правилам должна быть в конце, но иногда встречается в предпоследнем блоке имени файла. Расширение файла растра встречается в двух вариантах tif или tiff и т.д.

4. Часть снимков приходит в двух форматах. В виде одного многоканального растра и в виде нескольких растров в разных файлах, где каналы размещены по отдельности. Периодически один из этих двух форматов снимков отсутствует. Например, в январе и феврале 2020 большинство снимков с аппаратов Канопус-В приходило только в виде набора одноканальных растров, в связи с чем приходилось их предварительно собирать в один многоканальный растр. В марте ситуация исправилась.

5. Различная иерархия снимков в папках. Файлы снимка могут быть на третьем уровне вложенности, могут быть на втором или первом. Иногда операторами создается папка на втором или третьем уровне для файлов снимка, но сами файлы располагаются рядом.

6. Разные фрагменты одного снимка могут быть расположены в одной папке, а могут быть расположены в соседних папках.

7. Разные фрагменты и форматы компоновки снимка могут быть выгружены операторами в разное время, с задержкой в одну и более недель.

8. Имена файлов задаются некорректно и эти ошибки исправляются операторами только в следующих выгрузках.

9. Попадаются снимки из других заказов.

К недостаткам можно отнести тот факт, что имена файлов содержат время обработки их оператором, хотя удобнее было бы хранить в них время съемки. Имена папок могут содержать русские символы, что вносит ряд проблем при работе с ними в Unix системах при преобразовании кодировки. Запутанная иерархия папок. Примеры полного пути до файлов снимка:

«842800_17.06.19_Тура_Сангур\842800_Тура_Сангур» — без папки с формализованным названием снимка.

«805791_10.04.19_Усть-Абаканский район, Хакасия_ПСС\fr_KVIK_09612_09609_02_3NP2_07_T_PSS1_173710_130519» — формализованное название снимка на втором уровне.

«805391_10.04.19_Якутия-Центр_MCC\805391_Якутия-Центр_MCC\fr_KV1_37214_37213_03_3NP2_20_T_S_544410_280419» — формализованное название снимка на третьем уровне.

Результаты

В 2019 году был сформирован заказ на снимки с апреля по октябрь 2019 и 2020 годов включительно с космических аппаратов Канопус-В аппаратуры ПСС (панхроматическая съемочная система) и МСС (многозональная съемочная система) с разрешением 2,7 м и 12 м соответственно [1]. А также с аппарата Ресурс-П аппаратуры Сангур-1У с панхроматической и спектральной съемкой с разрешением 1 и 3 м соответственно. Данные были запрошены

Табл. 1. Объем полученных снимков по времени съемки

Tab. 1. The volume of the received images according to the taking time

	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	2019
Канопус-В	140	150	241	258	116	98	93	1096
ПСС	75	77	110	108	47	42	39	498
МСС	65	73	131	150	69	56	54	598
Размер (Гб)	85	79	155	160	49	58	30	616
Ресурс-П	6	10	22	22	21	6	23	110
Панхром	3	5	11	11	12	3	12	57
Мульти.	3	5	11	11	9	3	11	53
Размер (Гб)	82	107	196	197	224	117	343	1266

с уровнем обработки 1А и 2А с облачностью не более 40%.

В качестве примера в таблице 1 представлены данные по месяцам съемки 2019 года для уровня обработки 2А в количестве штук каждого типа съемки и в сумме и общем объеме в Гбайтах (выделено цветом).

Данные за 2019 год поступали неравномерно и последние данные за 2019 год были получены в конце 2020 года. В таблицах ниже представлены данные по количеству снимков с апреля 2019 по ноябрь 2020 года включительно. В колонках время (месяцы) появления файлов на ftp сервере геопор-

тала Роскосмос. В строках месяцы в которых были сделаны снимки. В таблице 2 представлены данные для аппаратов Канопус-В, в таблице 3 данные для аппарата Ресурс-П. В таблицах пропущены месяцы, когда данные не поступали.

В общее количество не попали снимки с поврежденными или отсутствующими файлами растров в количестве порядка 10 штук.

Из таблиц видно, что большая часть данных по аппаратам Канопус-В за 2019 год была подготовлена зимой и частично летом 2020 года. Рассчитывать на оперативное получение данных не стоит. Данные с аппарата Ресурс-П в большинстве случаев посту-

Табл. 2. Подготовка данных операторами с аппаратов Канопус-В по месяцам

Tab. 2. TMonthly preparation of data from the Kanopus-V satellite by operators

	2019								2020						
	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	06	07	08	11
04	126	14													
05	19	55	14	12	1	33	2		8	6		6			1
06					2	13			148	65	13	72		1	19
07			7	7		8	5		142	58	32	65	26		78
08				2	2	3		29	48	29	7	4	69	7	71
09						7		20	41	31		15	26	4	
10								1	53	40		31	11	19	
2019	145	69	21	21	5	64	7	50	440	229	52	193	132	31	169

Табл. 3. Подготовка данных операторами с аппаратов Ресурс-П по месяцам

Tab. 3. Monthly preparation of data from the Resurs-P satellite by operators

	2019						
	04	05	06	07	08	09	10
04		6					
05		6	4				
06			14	8			
07				10	12		
08					5	15	1
09						2	4
10							23
2019		12	18	18	17	17	28

пали в течении месяца съемки и следующим за ним месяцем, но снимков было не много, а по некоторым участкам не было совсем.

К недостаткам можно еще отнести небольшой размер некоторых снимков, которые располагаются по углам участков заказа, преимущественно для снимков с аппаратов Канопус-В. Размер таких снимков может не превышать 10% от общей площади участка и практической цели в них мало. По небольшим участкам за год с аппарата Ресурс-П набралось в среднем от одного до двух мультиспектральных снимка и обычно эти снимки не покрывают участок полностью. По большим участкам максимальное количество снимков доходило до 6 и территорию они также полностью не покрывают. Динамику в течении года по данным с аппарата Ресурс-П наблюдать невозможно. С данными аппарата Канопус-В ситуация немного лучше, но не на всех участках.

Был ряд нареканий по работе самого сайта геопортала Роскосмос. Заказ с большим количеством снимков не открывается. По характеру ошибки видно, что серверу не хватало времени для обработки запроса к API самого геопортала и соединение рывалось. Некоторые разделы геопортала находятся в разработке. В последние годы появилась новая версия геопортала Роскосмос и изменился интер-

фейс получения архивных снимков, ситуация с подготовкой снимков улучшилась.

Заключение

Для обеспечения всех заинтересованных пользователей в рамках организации ФИЦ КНЦ СО РАН был создан централизованный архив всех полученных снимков с геопортала Роскосмос. Был разработан комплекс программ для полуавтоматической обработки полученных данных. Дополнительная полуавтоматическая обработка связана приведением каталога снимков к унифицированному формату с решением всех проблем, описанных выше. В результате имена файлов снимков содержат информацию о времени съемки снимка, типе (панхроматическая или мультиспектральная съемка) и идентификаторе аппаратуры спутника. Иерархия каталогов снимков на первом уровне содержит месяц съемки, на втором уровне располагаются сами снимки, где файлы каждого снимка в отдельной папке. Дополнительно, для удобства пользователей предусмотрена иерархия по участкам заказа с символическими ссылками на папки со снимками. Разработанная система пытается обрабатывать данные автоматически, но в ситуациях, когда это невозможно сделать, отправляет сообщение администратору системы для принятия решения и ручного внесения исправлений.

Рис. 3. Веб-интерфейс каталога спутниковых снимков

Fig. 3. The web interface of the satellite imagery catalog on the geportal

Имя файла / снимка	Размер (МБ)	Тип
Канопус-В НК (27.08.2021 04:42:54) (02725)	31.78	
20210827114254-ky-KVIK-MSS.dbf	0	SHAPE
20210827114254-ky-KVIK-MSS.jpg	0.07	JPG
20210827114254-ky-KVIK-MSS.shp	0	SHAPE
20210827114254-ky-KVIK-MSS.shx	0	SHAPE
20210827114254-ky-KVIK-MSS.tif	31.67	TIFF
20210827114254-ky-KVIK-MSS.xml	0.04	XML

Полученные данные космического аппарата Ресурс-П позволяют построить только цветное изображение в видимом спектре. По данным аппаратов Канопус можно дополнительно к цветному синтезированному изображению рассчитать индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) [3].

Для поиска и навигации по каталогу спутниковых данных организован доступ по ftp внутри сети ФИЦ КНИЦ СО РАН и разработано веб-приложение каталога спутниковых снимков с применением серверного языка программирования PHP, СУБД PostgreSQL, SQLite3 и клиентского веб-интерфейса

на языке программирования TypeScript с использованием фреймворка Angular 5 [5, 10, 4]. Пример веб-интерфейса каталога спутниковых снимков с участком в районе населенного пункта Михайловка за 2021 год со снимками с аппарата Канопус-В представлен на рисунке 3.

Разработанные технологии и программное обеспечение для каталогизации космических снимков с российских космических аппаратов имеют значительный потенциал для универсального использования.

Список источников

1. Кадочников А.А. Применение геоинформационных технологий для построения системы спутникового мониторинга // Геодезия и картография. – 2019. – Т. 80. – № 1. – С. 110-118. DOI: 10.22389/0016-7126-2019-943-1-110-118.
2. Пчельников Д.В., Добрецов Н.Н. Построение временных рядов с одновременным использованием данных дистанционного зондирования SUOMI NPP VIIRS и TERRA/AQUA MODIS // ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2017. – Т. 23. – № 3. – С. 46-51. DOI: 10.24057/2414-9179-p2017-3-23-46-51.
3. Шукилович А.Ю., Федотова Е.В., Маглинец Ю.А. Применение сенсора MODIS для оперативного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. – 2016. – Т. 9. – № 7. – С. 1035–1044. DOI: 10.17516/1999-494X-2016-9-7-1035-1044.
4. Bai Y., Di L. Providing access to satellite imagery through OGC catalog service interfaces in support of the Global Earth Observation System of Systems // Computers & Geosciences. – 2011. – Vol. 37. – Iss. 4. – pp. 435–443. DOI: 0.1016/j.cageo.2010.09.010.
5. Grill S., Jedlička J., Schneider M., Štefanová E. Archive and catalogue system for receiving satellite data as a part of academic SDI // Imagin[e,g] Europe. Proceedings of the 29th Symposium of the European Association of Remote Sensing Laboratories (Chainia, Greece) / ed. I. Manakos, C. Kalaitzidis. – Amsterdam: IOS Press, 2010. – pp. 150–157. DOI: 10.3233/978-1-60750-494-8-150.
6. Han W., Di L., Yu G., Shao Y., Kang L. Investigating metrics of geospatial web services: The case of a CEOS federated catalog service for earth observation data // Computers & Geosciences. – 2016. – Vol. 92. – pp. 1–8. DOI: 10.1016/j.cageo.2016.04.005.
7. Jing W., Tian D. An improved distributed storage and query for remote sensing data // Procedia Computer Science. – 2018. – Vol. 129. – pp. 238–247. DOI: 10.1016/j.procs.2018.03.071.
8. Kadochnikov A., Yakubailik O. Information and analytical provision of the satellite monitoring system // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 516. III International Conference "Cognitive Robotics" (Tomsk, 22–24 November 2018). – 012030. DOI: 10.1088/1757-899X/516/1/012030.
9. Ma Y., Wu H., Wang L., Huang B., Ranjan R., Zomaya A., Jie W. Remote sensing big data computing: Challenges and opportunities // Future Generation Computer Systems. – 2015. – Vol. 51. – pp. 47–60. DOI: 10.1016/j.future.2014.10.029.
10. Sharma V. K., Amminedu E., Rao S.G., Nagamani P.V., Rao K.R.M. Assessing the potential of open-source libraries for managing satellite data products – A case study on disaster management // Annals of GIS. – 2017. – Vol. 23. – Iss. 1. – pp. 55–65. DOI: 10.1080/19475683.2016.1231718.
11. Yakubailik O., Romas'ko V., Pavlichenko E. Complex for reception and real time processing of remote sensing data // E3S Web of Conferences. – 2019. – Vol. 75. – 03003. DOI: 10.1051/e3sconf/20197503003.

References

1. Kadochnikov A.A. Application of geoinformation technologies for arranging a satellite monitoring system. *Geodezia i Kartografia*. 2019;80(1):110-118. DOI: 10.22389/0016-7126-2019-943-1-110-118.
2. Pchel'nikov D.V., Dobretsov N.N. The construction of time series simultaneously using SUOMI NPP VIIRS and TERRA/AQUA MODIS remote sensing data. *InterCarto. InterGIS*. 2017;23(3):46–51.
3. Shukilovich A.Yu., Fedotova E.V., Maglinets Y.A. Using MODIS data for agricultural areas monitoring. *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies*. 2016;9(7):1035-1044. DOI: 10.17516/1999-494X-2016-9-7-1035-1044.
4. Bai Y., Di L. Providing access to satellite imagery through OGC catalog service interfaces in support of the Global Earth Observation System of Systems. *Computers & Geosciences*. 2011;37(4):435–443. DOI: 0.1016/j.cageo.2010.09.010.
5. Grill S., Jedlička J., Schneider M., Štefanová E. Archive and catalogue system for receiving satellite data as a part of academic SDI. In: *Imagin[e,g] Europe. Proceedings of the 29th Symposium of the European Association of Remote Sensing Laboratories (Chainia, Greece)*. Manakos I., Kalaitzidis C., eds. Amsterdam: IOS Press; 2010. pp. 150–157. DOI: 10.3233/978-1-60750-494-8-150.
6. Han W., Di L., Yu G., Shao Y., Kang L. Investigating metrics of geospatial web services: The case of a CEOS federated catalog service for earth observation data. *Computers & Geosciences*. 2016;92:1-8. DOI: 10.1016/j.cageo.2016.04.005.
7. Jing W., Tian D. An improved distributed storage and query for remote sensing data. *Procedia Computer Science*. 2018;129:238-247. DOI: 10.1016/j.procs.2018.03.071.

8. Kadochnikov A., Yakubailik O. Information and analytical provision of the satellite monitoring system. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019;516:012030. DOI: 10.1088/1757-899X/516/1/012030.
9. Ma Y., Wu H., Wang L., Huang B., Ranjan R., Zomaya A., Jie W. Remote sensing big data computing: Challenges and opportunities. *Future Generation Computer Systems*. 2015;51:47–60. DOI: 10.1016/j.future.2014.10.029.
10. Sharma V. K., Amminedu E., Rao S.G., Nagamani P.V., Rao K.R.M. Assessing the potential of open-source libraries for managing satellite data products – A case study on disaster management. *Annals of GIS*. 2017;23(1):55–65. DOI: 10.1080/19475683.2016.1231718.
11. Yakubailik O., Romas'ko V., Pavlichenko E. Complex for reception and real time processing of remote sensing data. *E3S Web of Conferences*. 2019;75:03003. DOI: 10.1051/e3sconf/20197503003.

Статья поступила в редакцию 25.10.2022, одобрена после рецензирования 12.11.2022, принята к публикации 25.11.2022.
The article was submitted 25.10.2022; approved after reviewing 12.11.2022; accepted for publication 25.11.2022.

Информация об авторах

Кадочников Алексей Анатольевич

Кандидат технических наук

Старший научный сотрудник Института вычислительного моделирования СО РАН

660036 Красноярск, Академгородок, д. 50, стр. 44

e-mail: scorant@icm.krasn.ru

ORCID: 0000-0003-0965-3609

Information about authors

Alexey A. Kadochnikov

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher

Institute of Computational Modelling of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

50 build. 44, Akademgorodok, Krasnoyarsk, 660036, Russia

e-mail: scorant@icm.krasn.ru

ORCID: 0000-0003-0965-3609