

Modern Requirements for Information Frameworks for Development and Support of Remote Monitoring Systems

*Mikhail A. Burtsev, Ivan V. Balashov, Evgeny A. Loupian, Alexandr V. Kashnitskiy,
Andrey A. Proshin*

Space Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
burcev@d902.iki.rssi.ru

Abstract

The paper discusses modern evolution trends of remote monitoring information systems (RMS) development and support approaches. These trends analysis results show that effectiveness of development and support of such systems would increase with creation of dedicated information frameworks based on resources of large data processing, storage and dissemination centers. The paper provides requirements to such frameworks, their possible architecture and main components. Such frameworks should provide RMS developers with convenient and standardized data access services, data processing services, data analysis services, computational resources for RMS elements hosting and RMS development tools.

Keywords: information system, remote monitoring system, Earth remote sensing technologies, very large data archives

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИНФОРМАЦИОННЫМ СРЕДАМ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИМ СОЗДАНИЕ И ПОДДЕРЖКУ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

М.А. Бурцев, И.В. Балашов, Е.А. Лупян, А.В. Кашицкий, А.А. Прошин

Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

burcev@d902.iki.rssi.ru

Предлагаемая статья посвящена современным тенденциям развития подходов к построению и поддержке информационных систем дистанционного мониторинга (СДМ). На основе результатов анализа этих тенденций показывается, что для обеспечения возможности эффективной разработки и поддержки таких систем целесообразно создание специализированных информационных сред, располагающихся на ресурсах крупных центров обработки, хранения и распространения данных. В работе приводится описание требований к таким средам, их потенциальной архитектуре и рассматриваются их основных компоненты. Такие среды должны предоставлять разработчикам СДМ удобные и стандартизированные сервисы доступа к данным и результатам их обработки, в том числе сервисы доступа к различным информационным продуктам различных информационных систем, сервисы обработки данных, сервисы анализа данных, вычислительные ресурсы для размещения элементов СДМ, в том числе и динамически выделяемые, а также средства для разработки элементов СДМ.

Ключевые слова: информационная система, система дистанционного мониторинга, технологии ДЗЗ, сверхбольшие архивы данных

Введение

Развитие информационных систем дистанционного мониторинга (СДМ), т.е. систем ориентированных на обеспечение наблюдения, анализа и прогнозирования динамики различных процессов и явлений, в последние годы во многом определяется следующими основными факторами:

- рост количественных и качественных характеристик систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и, как следствие, взрывной рост количества информации, получаемой, обрабатываемой и используемой в СДМ;
- развитие различных информационных технологий, в том числе технологий хранения, обработки и распределенной работы с данными.

По состоянию на конец 2018 года на орбите Земли действовало более 420 (по данным <http://database.eohandbook.com>) космических аппаратов ДЗЗ, данные нескольких десятков из которых являются общедоступными. Настоящим прорывом в развитии средств ДЗЗ, безусловно, стал запуск и ввод в эксплуатацию полной группировки Planet Labs, в которую входит около 200 микроспутников (по данным NORAD). Есть все основания полагать, что и в ближайшие годы, с учётом падения стоимости создания спутников на основе в большой степени готовых решений и

стандартизированных платформ типа Cubesat, будут созданы и другие крупные спутниковые группировки. Так, по оценкам Euroconsult к 2026 году на орбите будет действовать более 1000 систем ДЗЗ [1]. Все это приводит к фактически взрывному росту объема данных, поступающих от систем ДЗЗ. Это подтверждает сделанные несколько лет назад прогнозы ESA [2] о фактически экспоненциальном росте в ближайшие годы объемов архивов спутниковых данных и получаемых на их основе различных информационных продуктов.

Отметим также, что в последние десятилетия существенно повысилось и качество данных, получаемых от современных систем ДЗЗ, которые в основном уже превратились из наблюдательных систем в измерительные. Это позволяет существенно расширить круг применения технологий дистанционного зондирования. В свою очередь, это привело к увеличению числа создающихся и использующихся СДМ и потребовало создания специальных технологий, которые могут обеспечить их эффективную разработку и поддержку [3], [4], [5], [6], [7]. Развитие таких информационных технологий и технической инфраструктуры позволило создавать СДМ на базе крупных центров, предоставляющих сервисы работы с данными ДЗЗ. В настоящей работе анализируется дальнейшее развитие такого сервисного подхода и формулируются его перспективы.

Эволюция развития подходов к построению СДМ

В настоящее время сложилась устойчивая общая схема организации работы со спутниковыми данными в различных системах дистанционного мониторинга. Отдельные элементы таких СДМ, представленные на схеме, и их функции подробно рассматривались во многих работах, в том числе в работе [3].

Важно отметить, что если в наборе основных блоков в последние годы не происходит значительных изменений, то их функциональность, технологии построения и подходы к реализации очень быстро развиваются. Это связано как с развитием систем ДЗЗ и технологий работы с поступающими от них данными, так и с расширением задач, решаемых СДМ, и требований к ним, в том числе по возможности работы с экспоненциально растущим объемом данных. Все это приводит к необходимости использовать мощные и дорогостоящие вычислительные и телекоммуникационные ресурсы (в том числе системы приема и обработки спутниковых данных) при реализации различных блоков СДМ. Если бы развитие СДМ шло по пути создания собственной технической инфраструктуры для каждой системы, стоимость создания и поддержки постоянно и быстро росла бы. Это, безусловно, сильно сдерживало бы как развитие, так и внедрение технологий дистанционного мониторинга.

В то же время развитие информационных технологий, в первую очередь технологий распределенной работы с данными, в последнее десятилетие позволило активно использовать различные технические ресурсы при построении СДМ, которые являются "внешними" для конкретной информационной системы дистанционного мониторинга. Это во многих случаях позволило существенно сократить стоимость и время создания конкретных СДМ. Развитие и использование таких подходов происходило в несколько этапов. Условно можно выделить пять основных стадий, подробно описанных в работе [7]. На первой стадии для создания СДМ инфраструктура приёма, обработки и распространения данных, как правило, создавалась с нуля. Далее, на стадиях с 2 по 4, всё больше универсальных блоков работы с данными реализовывалось на базе центров приёма, становясь «внешними» для СДМ. На стадии 5 СДМ начали разворачиваться на базе крупных ЦОД, обеспечивающих весь жизненный цикл данных и предоставляющих сервисы хранения, доступа и обработки данных, в том числе с использованием облачных технологий [8], [9], [10], что позволяет, в частности, выделять те или иные

вычислительные ресурсы по мере того, как они становятся необходимы конкретному пользователю (в нашем случае информационной системе дистанционного мониторинга).

Среды создания и поддержки СДМ

Опыт развития систем приема (сбора), архивации, обработки и распространения данных ДЗЗ показывает, что сегодня только достаточно крупные центры (в том числе распределенные), выполняющие большое число работ в области создания и развития методов, технологий и систем дистанционного мониторинга, имеют возможность обеспечивать комплексное предоставление сервисов работы с данными ДЗЗ, необходимых на стадии 5. Это связано прежде всего с тем, что подобные центры должны обладать развитой технической инфраструктурой, способной поддерживать работу со сверхбольшими архивами спутниковых данных. В настоящее время действует ограниченное число подобных центров, и в дальнейшем маловероятно, что их число будет расти. Скорее в перспективе можно ожидать их объединения или консолидации. В нашей стране на сегодняшний день к таким центрам, которые могут оказывать весь спектр обсуждаемых сервисов, можно отнести лишь центры ФГБУ «НИЦ «Планета» [11], [12] и Центр коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» [13] (<http://ckp.geosmis.ru/>). Отдельные сервисы (например, сервисы доступа к различным информационным продуктам) уже сегодня могут предоставлять и другие центры приема и обработки данных и специализированные СДМ.

Таким образом, мы видим, что в настоящее время есть технические возможности для начала активного использования подходов пятой Стадии создания и поддержки информационных систем дистанционного мониторинга, на которой технической основой развития специализированных СДМ становится уже действующая инфраструктура крупных центров сбора, обработки и распространения спутниковых данных. В России такие центры создаются и развиваются Росгидрометом (ФГБУ «НИЦ «Планета»), Роскосмосом (НЦ ОМЗ АО "Российские космические системы») и Министерством науки и высшего образования (ИКИ РАН). Эти центры развиваются в том числе при поддержке Федеральной космической программы (проекты развития Единой территориально-распределенной сети работы с данными ДЗЗ (ЕТРИС ДЗЗ). Такие центры обеспечивают первичную и стандартную обработку поступающих в них данных, большинство из этих центров уже сегодня предоставляют широкий спектр сервисов не только для распределенного доступа к данным, но и для проведения их анализа и обработки. Также такие центры могут предоставлять возможности размещения элементов создаваемых СДМ на своей территории, в том числе и на предоставляемых центрами вычислительных ресурсах.

Опыт последнего десятилетия показал, что с увеличением роста объемов доступных спутниковых данных и развитием технологий, позволяющих распределенную работу с ними, следует ожидать, что все больше действующих и вновь создаваемых СДМ будут развиваться на основе подходов Стадии 5. Поэтому, безусловно, у крупных центров будут расширяться возможности по предоставлению услуг, востребованных организациями, осуществляющими разработку и поддержку СДМ. Исходя из этого, на наш взгляд, одним из наиболее актуальных направлений развития таких центров будет создание в их рамках специализированных информационных сред, позволяющих комплексно решать задачи создания и поддержки СДМ, включая задачи интеграции в них различных информационных ресурсов, в том и представляемых самими системами дистанционного мониторинга. Эти среды должны предоставлять разработчикам СДМ:

- удобные и стандартизированные сервисы доступа к данным и результатам их обработки, включая сервисы доступа к различным информационным продуктам различных информационных систем;

- сервисы обработки данных (возможность заказа и анализа различных стандартизированных информационных продуктов непосредственно в интерфейсах СДМ)
- сервисы анализа данных (инструменты анализа, которые могут быть интегрированы в СДМ);
- вычислительные ресурсы для размещения элементов СДМ, в том числе и динамически выделяемые;
- средства для разработки элементов СДМ, в том числе для:
 - ведения архивов данных;
 - создания различных интерфейсов работы с данными;
 - разработки процедур распределенной обработки данных;
 - разработки различных блоков предоставления сервисов, которые в дальнейшем будут представлять сами СДМ;
 - создания блоков удаленного контроля и управления элементами СДМ (в том числе распределенными).

Предлагаемая архитектура такой среды представлена на рис. 1.

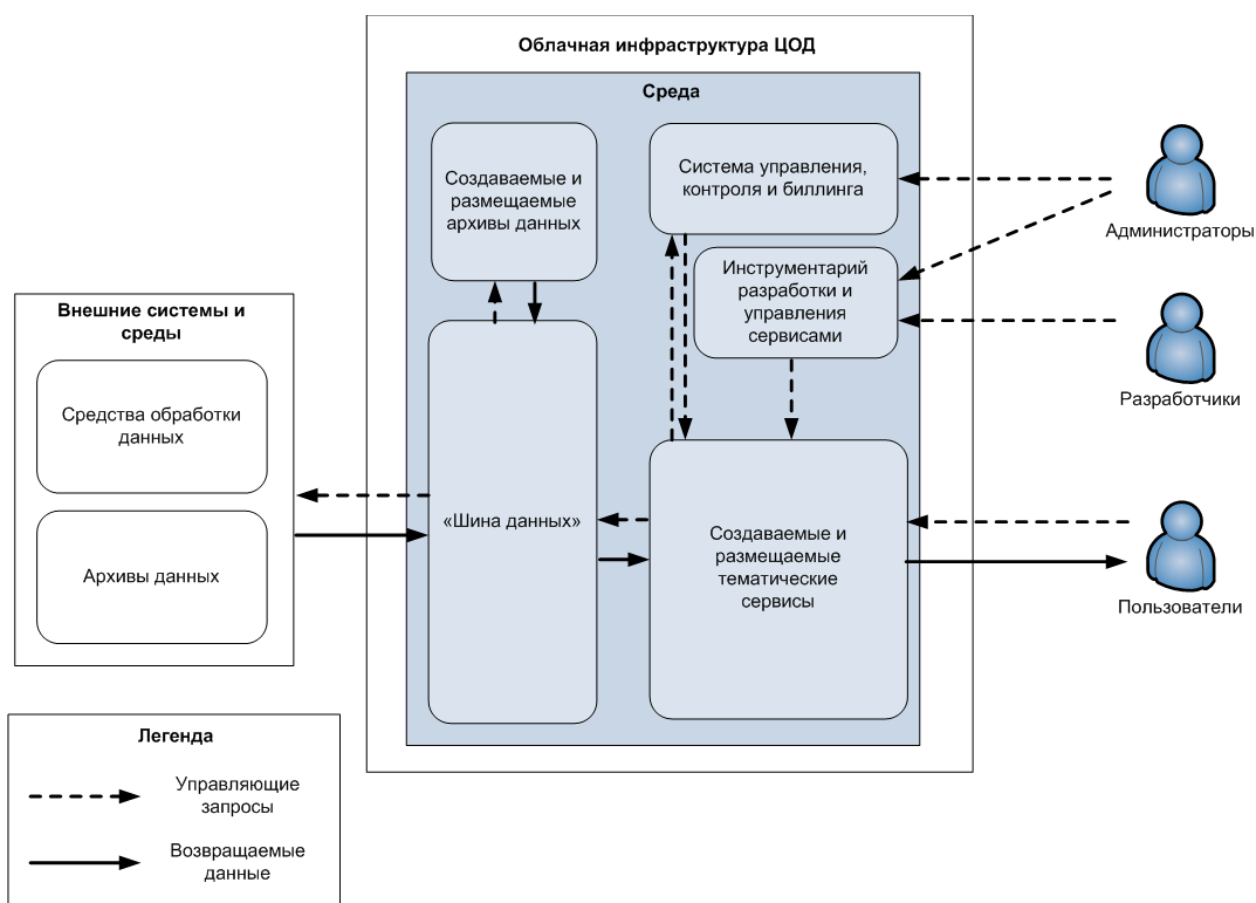


Рис. 1. Архитектура построения среды обеспечения СДМ

Следует также отметить, что эффективность и привлекательность таких сред будет повышаться, если они обеспечат возможность online-работы разработчиков СДМ не только с отдельным центром, но и ресурсами, предоставляемыми группами центров. Это может быть обеспечено либо путем реализации одной технологической среды в различных центрах, либо

созданием и внедрением стандартов взаимодействия различных сред. В нашей стране эти задачи могут быть, в частности, решены в рамках работ по созданию и развитию ЕТРИС ДЗЗ.

Работа выполнена с использованием опыта создания и развития ЦКП "ИКИ-Мониторинг" (ведётся в рамках темы "Мониторинг", госрегистрация № 01200602988) и объединенной системы работы с данными центров ФГБУ «НИЦ «Планета» (ведется в рамках проектов по созданию и развитию ЕТРИС ДЗЗ). Анализ различных стадий развития подходов по созданию и развитию СДМ и перспектив их развития выполнены в рамках проекта РФФИ (15-29-07953 офи_м).

References

- [1] Euroconsult, Brochure «Satellites to be built & launched by 2026», 2017, URL: <http://www.euroconsult-ec.com/research/satellites-built-launched-by-2026-brochure.pdf>
- [2] Mirko Albani, Long Term Data Preservation: status of activities and future ESA programme, Presented at GSCB Workshop 2012 ESA/ESRIN, Frascati 6-7 June 2012. URL: https://earth.esa.int/documents/1656065/1664726/8-LTDP_activities_future.pdf.
- [3] Loupian E.A., Balashov I.V., Bourtsev M.A., Efremov V. Yu., Kashnitskiy A.V., Kobets D.A., Krashennnikova Yu. S., Mazurov A.A., Nazipov R.R., Proshin A.A., Sychugov I.G., Tolpin V.A., Uvarov I.A., Flitman E.V. Development of information systems design technologies, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2015, Vol. 12, No 5, pp. 53-75.
- [4] Loupian E.A., Savorsky V.P. Basic products of Earth Remote Sensing Data Processing, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2012, V. 9, No. 2, pp. 87-97.
- [5] Proshin A.A., Loupian E.A., Balashov I.V., Kashnitskiy A.V., Bourtsev M.A. Unified satellite data archive management platform for remote monitoring systems development, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2016, Vol. 13, No. 3, pp. 9-27.
- [6] Loupian E.A., Mazurov A.A., Nazirov R.R., Proshin A.A., Flitman E.V. Development of automated information systems for scientific and application tasks, Actual problems Remote Sensing of the Earth from Space: Physics, Methods and Technologies for Monitoring of Environment and Hazardous Phenomena and Objects”, Moscow, Polygraph-Service, 2004, pp. 81-89.
- [7] Loupian E.A., Bourtsev M.A., Proshin A.A., Kobets D.A. Evolution of remote monitoring information systems development concepts, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2018, Vol. 15, No. 3, pp. 53-66. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-3-53-66.
- [8] C.A. Lee, S.D. Gasster, A. Plaza, Chein-I Chang, Bormin Huang Recent developments in high performance computing for remote sensing: A review, *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens.*, 2011, 4 (3), pp. 508-527
- [9] Gorelick N. et al. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone, *Remote Sensing of Environment*, 2017, 202, pp. 18-27.
- [10] Lizhe Wang, Yan Ma, Jining Yan, Victor Chang, Albert Y. Zomaya, pipsCloud: High performance cloud computing for remote sensing big data management and processing, *Future Generation Computer Systems*, Volume 78, Part 1, 2018, pp 353-368, <https://doi.org/10.1016/j.future.2016.06.009>.
- [11] Bourtsev M.A., Antonov V.N., Efremov V. Yu., Kashnitskiy A.V., Kramareva L.S., Loupian E.A., Mazurov A.A., Matveev A.M., Milexin O.E., Proshin A.A., Solovyev V.I. Distributed Satellite Data Processing Products Archives Operation System in the SRC “Planeta” Centres, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2012, V.9, No 5, pp. 55-76.
- [12] Loupian E.A., Milexin O.E., Antonov V.N., Kramareva L.S., Bourtsev M.A., Balashov I.V., Tolpin V.A., Solovyev V.I. System of operation of joint information resources based on satellite data in the Planeta Research Centers for Space Hydrometeorology, *Russian Meteorology and Hydrology*, 2014, Vol. 39, Issue 12, pp. 847-853. DOI: 10.3103/S1068373914120103.

[13] Loupian E.A., Proshin A.A., Bourtsev M.A., Balashov I.V., Bartalev S.A., Efremov V. Yu., Kashnitskiy A.V., Mazurov A.A., Matveev A.M., Sudneva O.A., Sychugov I.G., Tolpin V.A., Uvarov I.A. IKI center for collective use of satellite data archiving, processing and analysis systems aimed at solving the problems of environmental study and monitoring, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2015, Vol.12, No 5, pp. 263-284.