

ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ СБОРА, ОБРАБОТКИ, ХРАНЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НАУЧНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ

Е.А. Лулян, А.А. Мазуров, Р.Р. Назиров, А.А. Прошин, Е.В. Флитман

Институт космических исследований РАН

E-mail: info@d902.iki.rssi.ru

Работа посвящена описанию разработанной в Институте космических исследований РАН технологии построения автоматизированных систем сбора, хранения, обработки и распространения спутниковых данных. Представленная технология позволяет минимизировать затраты на создание и поддержку блоков различных научных и прикладных информационных систем, обеспечивающих работу со спутниковыми данными. Технология основана на использовании базовых блоков, позволяющих организовать стандартные этапы получения и обработки спутниковых данных, а также интегрирования результатов их обработки в специализированные информационные системы.

В последние годы информация, полученная на основе спутниковых данных, все активнее используется для решения различных научных и прикладных задач. При этом все чаще возникают ситуации, когда такая информация постоянно, а во многих случаях ежедневно используется в различных специализированных системах мониторинга (СМ). К ним, например, можно отнести системы мониторинга гидрометеорологической обстановки, сельского хозяйства, лесных пожаров, экологической обстановки и др. Естественно, что для решения конкретных задач спутниковые данные и результаты их обработки должны использоваться совместно с другой информацией, поступающей в системы мониторинга. Для эффективного использования спутниковой информации она должна быть интегрирована в систему, т. е. эта информация, с одной стороны, должна пройти цикл специальной обработки, а с другой, — для нее должны быть организованы схемы поступления, хранения и представления данных. Для решения этих задач обычно для каждой системы мониторинга создаются специализированные блоки, обеспечивающие работу со спутниковыми данными и результатами их обработки. Конкретный облик и функциональные требования к таким блокам, естественно, зависят от задач, которые решает та или иная система. Эти требования, в первую очередь, определяются видом информации, используемой в системе, которая получается в результате обработки спутниковых данных.

Как показывает опыт, для каждой системы мониторинга, решающей достаточно крупную специализированную задачу, приходится создавать фактически уникальный блок, обеспечивающий работу со спутниковыми данными. В то же время разработки различных специализированных систем мониторинга для решения научных и прикладных задач, выполненные, в частности, в ИКИ РАН, показали, что такие блоки могут строиться на основе базовых элементов, которые решают основные, достаточно однотипные для различных систем, задачи, связанные с обработкой и использованием спутниковых данных. Создание и использование таких элементов позволяет существенно упростить процесс разработки блоков работы со спутниковыми данными, их внедрения и поддержки. На основе опыта, полученного в ходе построения различных СМ, в которых постоянно используются спутниковые данные и результаты их обработки, в ИКИ РАН были выделены и разработаны такие базовые элементы. Эти элементы должны, в первую очередь, обеспечивать решение следующих основных задач:

- автоматизированный прием и сбор спутниковых данных;
- организацию и поддержку работы системы архивации спутниковых данных;
- автоматизированную обработку спутниковых данных;
- предоставление спутниковых данных и результатов их обработки пользователям (в том числе и удаленным);

- интеграцию результатов обработки спутниковых данных с различной информацией, используемой в конкретной ИС;
- контроль и управление (в том числе и удаленное) различными элементами блока обработки спутниковых данных.

Для решения этих задач в ИКИ РАН были созданы программные комплексы и методики их использования. При этом фактически основными требованиями, которые к ним предъявлялись, были:

- высокий уровень автоматизации;
- возможность использования для построения распределенных систем;
- простота их доработки и расширения (масштабируемость);
- надежность в работе и простота в обслуживании.

Достаточно подробное описание возможностей этих систем можно найти, например, в следующих работах [1–8]. В настоящей же работе мы остановимся лишь на описании их основных функций, возможностях и особенностях.

Программное обеспечение организации автоматизированного приема и сбора спутниковых данных [2, 4]. В первую очередь это обеспечение разрабатывалось для автоматизации работы систем приема спутниковых данных, т.е. для решения таких задач, как автоматическое планирование работы систем приема, организация их автоматической работы в соответствии с заданными расписаниями, организация регистрации и первичной обработки данных, а также организация автоматического сбора данных, полученных на станциях приема. В то же время следует отметить, что сегодня имеется достаточно много возможностей оперативного получения спутниковых данных и продуктов их обработки из различных центров приема, поэтому во многих случаях при построении блоков работы со спутниковыми данными в интересах конкретных систем мониторинга уже не требуется наличия станций приема спутниковых данных. Это стало возможным благодаря быстрому развитию, как технологий обработки спутниковых данных, так и телекоммуникационных сетей (в первую очередь, сетей Интернет). Видимо, даже следует ожидать, что для большинства прикладных информационных систем в ближайшие годы основным источником спутниковой информации станут именно специализированные центры приема и обработки спутниковых данных. Исходя из этого, в ИКИ РАН были разработаны также схемы взаимодействия с такими центрами и создан многофункциональный набор программ и утилит, которые позволяют достаточно легко организовывать процесс получения данных для конкретных проектов.

Автоматизированная система архивации спутниковых данных предназначена для обеспечения хранения данных и представления их локальным и удаленным пользователям, а также для передачи их системе автоматизированной обработки данных. Следует отметить, что спутниковые данные имеют достаточно большой объем, поэтому в системе должна быть реализована возможность хранения файлов как на локальных жестких дисках сервера архивации в режиме непосредственного доступа, так и в долговременном архиве на автономных носителях информации. При этом, в идеале, все процессы архивации данных, перемещения их между различными системами хранения, предоставления их пользователям должны быть максимально автоматизированы. Поэтому для построения архивов спутниковых данных в ИКИ РАН была разработана технология, предназначенная для архивации файлов данных и сопутствующей им информации на основе использования реляционных СУБД. В рамках этой технологии реализуется гибкая схема хранения файлов данных на различных носителях информации и возможность предоставления доступа к данным, находящимся в долговременном архиве. Отметим, что эта система сегодня рассчитана на работу как с исходными данными, получаемыми в центрах приема, так и с данными

различного уровня обработки. Описание созданной технологии можно найти, например, в [5, 6, 9–11], а также в работе *В.Ю. Ефремов* и др. «Технология построения автоматизированных систем хранения спутниковых данных» в настоящем сборнике.

Система обработки спутниковых данных. Для первичной и тематической обработки спутниковых данных в ИКИ РАН в начале девяностых годов был разработан программный пакет XV-HRPT. [3,4,12,13] При создании пакета XV-HRPT основной упор делался на возможность работы в автоматическом режиме и расширяемость набора поддерживаемых операций. В пакете реализовано более 300 различных операций. Последовательность операций может задаваться при помощи макросов, для написания которых предусмотрен специальный интерфейс. Наряду с автоматическим режимом работы реализован удобный интерактивный режим, позволяющий пользователю задать все параметры операций, производимых над спутниковыми изображениями, и визуально проследить за выполнением операций. Во всех программах пакета поддерживается возможность удаленного контроля их работы. В настоящее время выпущена новая версия пакета XV_SAT, в которой отдельные программы пакета собраны под единой оболочкой и расширены возможности создания макропроцедур и улучшен контроль их работы. Одновременно с созданием комплексов программ обработки спутниковых данных была разработана автоматизированная технология организации системы обработки данных, которая позволила создавать последовательные цепочки обработки, формировать потоки данных, необходимых для той или иной обработки, и распараллеливать процесс обработки. Сегодня созданная система позволяет автоматически формировать задания для нескольких рабочих станций, контролировать их работу и автоматически получать от них результаты обработки. Это позволяет легко увеличивать число станций, занятых в процессе обработки, и, таким образом, легко увеличивать вычислительные мощности системы обработки по мере появления дополнительных задач. Достаточно подробное описание пакета XV_SAT и технологии организации системы обработки данных приведено в работе *В.А. Егоров* и др. «Возможности построения автоматизированных систем обработки спутниковых данных на основе программного комплекса XV_SAT» в настоящем сборнике.

Система представления спутниковых данных и результатов их обработки пользователям. Основная задача этой системы — обеспечить пользователям возможность оперативного доступа к информации и максимально автоматизировать процесс ее получения. Для решения этой задачи информация должна быть либо автоматически доставлена пользователю в виде, удобном для работы с ней (например, для интеграции в ГИС), либо пользователю должна быть предоставлена возможность работы (в том числе и удаленной) с конечными продуктами, полученными в результате обработки спутниковых данных. Обе задачи сегодня достаточно эффективно решаются на основе различных Интернет-технологий. Для решения этих задач, с одной стороны, были разработаны схемы и легко настраиваемое программное обеспечение для организации автоматической доставки данных пользователям, а с другой стороны, разработано базовое программное обеспечение для создания Web-интерфейсов, позволяющих работать с продуктами обработки спутниковых данных. При этом разработанное ПО позволяет достаточно быстро создать систему доступа и распространения данных для решения конкретной задачи, включая систему поддержки работы пользователей, а также блок поддержки работы администратора, обеспечивающего управление системой рассылки и представления данных [14, 15]. Описание возможностей этого ПО можно также найти в работе «Построение интерфейсов для организации работы с архивами спутниковых данных удаленных пользователей» в настоящем сборнике.

Интеграция результатов обработки спутниковых данных с различной информацией, использующейся в конкретной системе мониторинга. Следует отметить, что в большинстве случаев, с которыми мы сталкивались в своих разработках, интеграцию спутниковых данных с различной информацией, которая также используется в системе монито-

ринга, наиболее удобно проводить при помощи ГИС. Поэтому разработанные ИКИ РАН совместно с ЦЭПЛ РАН и ИСЗФ СО РАН подходы и схемы решения этой задачи связаны в основном с интеграцией в ГИС спутниковых данных и результатов их обработки. При этом были реализованы два основных подхода к решению поставленной задачи — помещение спутниковой информации в хранилище данных ГИС, которая используется в системе, и интеграция спутниковых данных в ГИС на уровне интерфейсов, предоставляемых ГИС для работы с независимо ведущимися архивами спутниковых данных и результатов их обработки. В первом случае, в рамках специализированной СМ ведутся фактически два архива спутниковых данных, один обеспечивает работу блока сбора, обработки и хранения спутниковой информации, второй — работу ГИС. Естественно, что такой путь требует дополнительных затрат на ресурсы, необходимые для хранения информации, но позволяет объединить разные исторически сложившиеся технологии работы, использующиеся в СМ. Обычно этот путь удобно использовать, когда прикладная система мониторинга не создается с нуля, а в нее интегрируется блок работы со спутниковыми данными. Фактически для такой схемы требуется лишь механизм экспорта спутниковых данных в ГИС и интеграция их в ее архивы. Для решения этой задачи были разработаны достаточно стандартные схемы и базовое программное обеспечение. При использовании второго подхода в ГИС формируются запросы на получение информации из архивов спутниковых данных, которые ведутся в системе. Объединение же различной информации, необходимой для анализа, ведется лишь на уровне интерфейсов, реализованных в ГИС. Такой подход позволяет разделить вопросы, связанные с ведением архивов спутниковой информации в системе, и вопросы организации комплексного анализа разнородной информации. В частности, это сильно упрощает все вопросы, связанные с ведением распределенных архивов спутниковых данных и их постоянной актуализацией. Именно такой подход в последние годы используется нами при создании и развитии блоков работы со спутниковыми данными в прикладных ИС [16, 17].

Система удаленного контроля за функционированием программных компонент.

В большинстве случаев спутниковая информация используется в распределенных, достаточно сложных информационных системах, поэтому для управления и контроля за их элементами приходится строить специальные схемы. Так, для построения блоков работы со спутниковыми данными в ИКИ РАН был разработан программный пакет PMS (Process Monitoring System). Он предназначен для организации удаленного мониторинга работоспособности элементов системы. Это позволяет обеспечить контроль выполнения автоматизированных процедур обработки и архивации данных, оперативную оценку качества и обнаружения сбоев в их работе, информирование операторов, а также мониторинг различных параметров компьютеров, использующихся в системе, которые могут быть критичны для работы системы (например, объем свободного места на дисках, загруженность процессора и т. п.). PMS рассчитан на работу с использованием стандартных возможностей сети Интернет и не требует каких-либо дополнительных коммуникационных ресурсов. Отметим, что PMS является достаточно удобным и эффективным, что позволило сегодня использовать его при построении ряда достаточно крупных распределенных информационных систем. Описание основных возможностей и схем использования этого программного пакета можно найти в работе *В.Ю. Ефремов* и др. «Управление и контроль работоспособности систем автоматизированной обработки спутниковых данных» в настоящем сборнике.

Описанные выше элементы развивались и были применены при создании достаточно большого числа различных информационных систем, в которых активно используются спутниковые данные и результаты их обработки. Эти системы условно можно сегодня разделить на три класса:

- Системы обработки, архивации и распространения спутниковых данных в специализированных центрах приема.

- Системы поддержки долговременных архивов данных, создаваемых в основном для решения научных задач.
- Системы мониторинга различных объектов и ресурсов.

Естественно, что данные системы имеют свои особенности. В настоящей работе мы приведем лишь краткое их описание и примеры некоторых из реализованных систем.

Системы обработки, архивации и распространения спутниковых данных в специализированных центрах приема. Основной задачей таких систем является организация приема спутниковых данных, проведение их обработки до уровня, необходимого достаточно широкому кругу потребителей. При этом следует отметить, что, как показала практика последних лет, у таких центров основными потребителями в ближайшие годы станут не отдельные пользователи, а достаточно крупные системы мониторинга, созданные для решения тех или иных прикладных задач. Поэтому одной из наиболее актуальных задач таких центров является создание в них технологии обработки и представления данных, рассчитанной, в том числе, и на работу с такими СМ. Представляемая в настоящей работе технология была использована при построении систем обработки, архивации и распространения информации в ряде специализированных центров, что позволило решить в них и эти задачи. К таким центрам сегодня относятся центры приема и обработки данных в НИЦ «Планета» [18], Центре космических наблюдений [7], Дальневосточном центре приема и обработки спутниковых данных, Госцентре «Природа». Как характерный пример создаваемых для таких центров блоков работы со спутниковыми данными приведем краткое описание ИС «Спутник», которая сегодня функционирует в НИЦ «Планета».

Эта система разрабатывается ИКИ РАН совместно с НИЦ «Планета» Росгидромета и работает с 1997 г. в рамках договоров с НИЦ «Планета» с целью автоматического сбора, обработки и каталогизации данных. Система обеспечивает сегодня обработку, архивацию и предоставление пользователям доступа к данным спутников серий «Метеор», «Океан», «Ресурс», ГОМС, NOAA, TERRA, AQUA, ведение архивов этих данных и оперативный доступ пользователей к спутниковым данным и результатом их обработки. Система используется для обеспечения спутниковой информацией различных служб Росгидромета, позволяет работать с данными, поступающими из центров приема в гг. Обнинске, Новосибирске и Хабаровске (удаленный доступ к ресурсам системы можно получить по адресу: <http://sputnik.infospace.ru>).

Системы поддержки долговременных архивов данных, создаваемых в основном для решения научных задач. Эти системы активно создаются последние годы для решения как фундаментальных, так и прикладных задач. Основной задачей таких систем является сбор, организация долговременного хранения данных и удобное представление (импорт) их в информационные системы различных исследовательских проектов. На основе разработанной технологии была создана система долговременной архивации спутниковых данных в ИКИ РАН (<http://smis.iki.rssi.ru>), которая достаточно активно используется для предоставления данных различным научным проектам [14]. Система функционирует и постоянно развивается, начиная с 1995 г. и, в первую очередь, предназначена для работы с данными метеорологических спутников серии NOAA, принимаемыми в ИКИ РАН. В настоящее время, в рамках рассматриваемой системы, реализован, в частности, доступ к архивам исходных спутниковых данных и результатов их тематической обработки. Из системы сегодня реализован экспорт данных в различные ИС, созданные для ведения различных научных проектов, например:

- ИС спутникового мониторинга состояния окружающей среды Подмосковского региона (проект ведется при поддержке Правительства Москвы и РФФИ № 02-07-96006).

- ИС доступа потребителей к данным космических наблюдений за изменениями природной среды и климата, которая создается совместно ИРЭ РАН и ИКИ РАН в рамках проектов Минпромнауки РФ.
- ИС проекта Минпромнауки РФ «Крупномасштабные процессы в бореальных лесах Евразии и прогноз их воздействия на состояние биосферы».
- ИС для обеспечения работ по проведению комплексного мониторинга газоаэрозольных эмиссий в Сибири от промышленных и природных источников (Проект РФФИ № 03-07-90371).

На основе описанных базовых элементов, в частности, были созданы и ведутся сегодня отраслевой архив спутниковых данных Госкомрыболовства, архив данных по состоянию пограничных морей, создаваемый в НИЦ «Планета» в рамках программы «Мировой океан», долговременный архив данных ИС «Погода России».

Системы мониторинга различных объектов и ресурсов. Сегодня в России активно развивается достаточно много таких систем. Значительная часть из них создается с использованием представленных выше технологий. К ним, в первую очередь, следует отнести: отраслевую систему мониторинга Госкомрыболовства [19–21] (функционирует с 2000 г.), систему спутникового мониторинга сельскохозяйственных земель (макет системы введен в опытную эксплуатацию в 2003 г.), систему дистанционного мониторинга лесных пожаров МПР РФ [16, 17, 22] (<http://www.nffc.aviales.ru>), которая разрабатывалась в интересах службы Авиационной охраны лесов России и позволяет работать с данными спутников NOAA, TERRA, AQUA и результатами их тематической обработки. Работы по ее созданию и внедрению проводились с 1995 г. совместно специалистами Центра экологии и продуктивности лесов РАН, Института солнечно-земной физики СО РАН (ИСЗФ СО РАН) и ИКИ РАН. В настоящее время система оперативного спутникового мониторинга лесных пожаров представляет собой довольно сложную распределенную систему. Данные, необходимые для ее функционирования, поступают из двух систем приема «Авиалесоохраны» в городах Пушкино и Иркутске, а также из специализированных центров приема и обработки. Для доступа к данным созданы три территориально удаленных сервера архивации, расположенные соответственно в Пушкино, Иркутске и Москве. В системе реализована полностью автоматическая технология обработки, хранения и распространения спутниковых данных. Сегодня система содержит автоматически обновляющуюся информацию о реальной горимости лесов, о тушении лесных пожаров и результаты обработки спутниковых данных практически по всей территории России.

Таким образом, из приведенных примеров видно, что созданные технологии и инструментарий позволили создать и обеспечить поддержку функционально разнородных систем, что, на наш взгляд, свидетельствует о достаточно высокой эффективности выбранного подхода.

В заключение отметим, что отдельные элементы представленной технологии были созданы при поддержке РФФИ (поректы № 95-07-19329, 96-07-89217, 00-07-90010, 01-07-90172, 03-07-90371).

Литература

1. Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Назиров Р.Р., Мазуров А.А., Флитман Е.В., Хохлова Н.Л. Организация системы оперативного доступа удаленных пользователей к спутниковым данным // Исслед. Земли из космоса. 1996. № 5. С. 67–72.
2. Zakharov M.Yu., Loupian E.A., Mazurov A.A., Nazirov R.R., Flitman E.V. Development of Fully Automated Systems for Satellite Data Acquisition with Remote Control over the Internet

// Proc. of the 2nd Intern. Symp. on “Reducing the Cost of Spacecraft Ground Systems and Operations”. 1997. RAL Keble College, Oxford. P. 76.1–76.10.

3. Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Флитман Е.В. Гибкая система модификации программного обеспечения для обработки спутниковых изображений // Исслед. Земли из Космоса. 1994. № 1. С. 48–53.

4. Букчин М.А., Захаров М.Ю., Крайнев Ан.Г., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Нартов И.Ю., Флитман Е.В. Первичная обработка данных метеорологических спутников на локальных станциях приема // Исслед. Земли из космоса. 1994. № 5.

5. Loupian E., Mazurov A., Nazirov R., Proshin A., Flitman E. Development of Databases for the Systems for Acquisition. Processing and Distribution of Satellite Data CSIT’99 // Proc. of 1st Intern. Workshop on Computer Science and Information Technologies. January 18–22, 1999. Moscow, Russia. MEPhI Publishing 1999, ISBN 5-7262-0263-5.

6. Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В. Универсальная технология построения систем хранения спутниковых данных. М.: ИКИ РАН. Препринт Пр-2024. 2000. 22 с.

7. Андреев М.В., Ефремов В.Ю., Гостев М.В., Дмитриев Г.А., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В. Система оперативного удаленного доступа к архивам данных российских природоресурсных спутниковых систем. М.: ИКИ РАН. Препринт Пр-2055. 2002. 42 с.

8. Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Флитман Е.В. Интеграция архивов спутниковых данных в специализированные информационные системы // Исслед. Земли из космоса. 1998. № 3. С. 65–69.

9. Андреев М.В., Галеев А.А., Ефремов В.Ю., Ильин В.О., Крашенинникова Ю.С., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В. Построение автоматизированных систем сбора, хранения, обработки и представления спутниковых данных для решения задач мониторинга окружающей среды // Всерос. конф. «Дистанционное зондирование поверхности Земли и атмосферы». Иркутск, 2–6 июня 2003. С. 4.

10. Андреев М.В., Ильин В.О., Крашенинникова Ю.С., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В. Разработка информационных систем для обеспечения оперативного спутникового мониторинга окружающей среды // Тр. международ. конф. «Матем. и физич. методы в экологии и мониторинге природной среды». 23–25 октября 2001. С. 319–323.

11. Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В. Система автоматического приема и архивирования спутниковых данных. М.: ИКИ РАН. Препринт. Пр-1988. 1998. 19 с.

12. Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Нартов И.Ю. Географическая привязка данных прибора AVHRR для задач регионального мониторинга // Исслед. Земли из космоса. 1993. № 5. С. 27–32.

13. Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А. Программа обработки данных прибора AVHRR спутников серии NOAA для персональных компьютеров // Исслед. Земли из космоса. 1993. № 4. С. 62–68.

14. Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Матюшкин Е.В., Назиров Р.Р., Флитман Е.В. Построение архивов данных метеорологических спутников на основе технологий глобальных сетей Интернет. М.: ИКИ РАН. Препринт Пр-1978. 1998. 27 с.

15. Андреев М.В., Дегай А.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В. Картографический Web-интерфейс на основе технологий DHTML и JavaScript. М.: ИКИ РАН, 2002. Препринт Пр-2051. 23 с.

16. Bartalev S.A., Ershov V.V., Loupian E.A., Krasheninnikova Yu.S., Mazurov A.A., Minko N.P., Nazirov R.R., Proshin A.A., Flitman E.V. System for Satellite Data Collection. Processing and Distribution for Support of Operations of Russian National Forest Fire Protection

Agency // 4th International Symposium on “Reducing the Cost of Spacecraft Ground Systems and Operations”, 2001.

17. Абушенко Н.А., Барталев С.А., Беляев А.И., Ершов В.В., Коровин Г.Н., Кошелев В.В., Лупян Е.А., Крашенинникова Ю.С., Мазуров А.А., Минько Н.П., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В. Система сбора, обработки и доставки спутниковых данных для решения оперативных задач службы пожароохраны лесов России // Научные технологии. 2000. Т. 1. № 2. С. 4–18.

18. Асмус В.В., Бурцева Т.Н., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Милехин О.Е., Прошин А.А., Флитман Е.В. Система «Спутник» для оперативного доступа удаленных пользователей к спутниковым данным // Тез. докл. 3-й Международ. науч.-технич. конф. «Космонавтика. Радиоэлектроника. Геоинформатика». Рязань, Россия, 6–8 сентября 2000 г. С. 307.

19. Романов А.А., Родин А.В., Мишкин В.М. Концепция отраслевой службы спутникового научно-производственного мониторинга промысловых районов Мирового океана // Дистанц. методы мониторинга промысловых районов Мирового океана в задачах информац. поддержки отраслевой научно-производственной деятельности. М.: ВНИРО, 1997. С. 7–32.

20. Проценко И.Г. Информационная система мониторинга рыболовства // Рыбное хозяйство. Спец. вып. 2001. С. 3–18.

21. Андреев М.В., Дегай А.Ю., Крашенинникова Ю.С., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В., Гербек Э.Э., Проценко И.Г. Возможности организации отраслевого спутникового мониторинга // Рыбное хозяйство. Спец. вып. 2001. С. 35.

22. Абушенко Н.А., Барталев С.А., Беляев А.И., Ершов В.В., Захаров М.Ю., Коровин Г.Н., Кошелев В.В., Крашенинникова Ю.С., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Минько Н.П., Назиров Р.Р., Семенов С.М., Тащилин С.А., Флитман Е.В., Щетинский В.Е. Опыт и перспективы организации оперативного спутникового мониторинга территории России в целях службы пожароохраны лесов // Исслед. Земли из космоса. 1998. № 3. С. 89–95.