

Технологии построения информационных систем дистанционного мониторинга

Е.А. Лупян, А.А. Мазуров, Р.Р. Назиров, А.А. Прошин,
Е.В. Флитман, Ю.С. Крашенинникова

*Институт космических исследований РАН
117997 Москва, Профсоюзная 84/32,
E-mail: evgeny@smis.iki.rssi.ru*

В работе рассматриваются вопросы, связанные с построением систем дистанционного мониторинга состояния окружающей среды, природных и антропогенных объектов. В ней анализируются особенности жизненного цикла, который проходит информация дистанционного зондирования в современных информационных системах. Выделены основные блоки этого цикла и проанализированы их основные особенности и возможные схемы построения. В работе приведен обзор базовых технологий и программных решений, необходимых для реализации различных блоков систем сбора, обработки и распространения спутниковых данных созданных в Институте космических исследований РАН (ИКИ РАН) в последние годы. Приведены примеры использования данных технологий для создания различных специализированных информационных систем дистанционного мониторинга.

Ключевые слова: автоматизированные информационные системы, спутниковые системы наблюдения земли, системы мониторинга, технологии автоматизированной обработки данных.

Сегодня спутниковые системы мониторинга используются для решения различных научных и прикладных задач, связанных с исследованием и контролем природных и антропогенных явлений, процессов и объектов. Во многих отраслях, таких как метеорология, океанология, картография, сельское и лесное хозяйство и др., спутниковые данные уже сегодня являются незаменимыми. Так, например, в последние годы в задачах, связанных с контролем и прогнозом погоды, спутниковые данные по различным оценкам составляют около 90% объема используемой информации. Особо хотелось бы отметить, что с появлением высококачественных систем дистанционного наблюдения, обеспечивающих достаточно устойчивое и быстрое получение информации по всей территории Земли, мы получили возможность перейти к принципиально новому качеству использования спутниковых систем дистанционного наблюдения. Фактически появилась возможность не только использовать поступающую со спутников для визуальных оценок, но и осуществлять на основе данной информации количественный анализ различных процессов и явлений. Кроме того, практически во всех областях, где активно применяется информация спутникового дистанционного зондирования, ее все чаще используют для решения задач постоянного мониторинга тех или иных явлений. Это в свою очередь потребовало создания подходов и технологий, которые смогли бы обеспечить массовую, оперативную, автоматизированную обработку информации.

В настоящей работе мы рассмотрим и проанализируем «жизненный цикл», который проходит информация дистанционного зондирования в современных информационных системах. Выделим основные его элементы и постараемся проанализировать их основные особенности и общие возможные схемы построения. Также на примере опыта работ, выполненных в Институте космических исследований РАН (ИКИ РАН) мы рассмотрим возможности создания базовых технологий и программных решений, необходимых для реализации различных блоков систем сбора, обработки и распространения

спутниковых данных. На некоторых примерах будут проиллюстрированы возможности использования разработанных технологий для создания различных специализированных информационных систем дистанционного мониторинга.

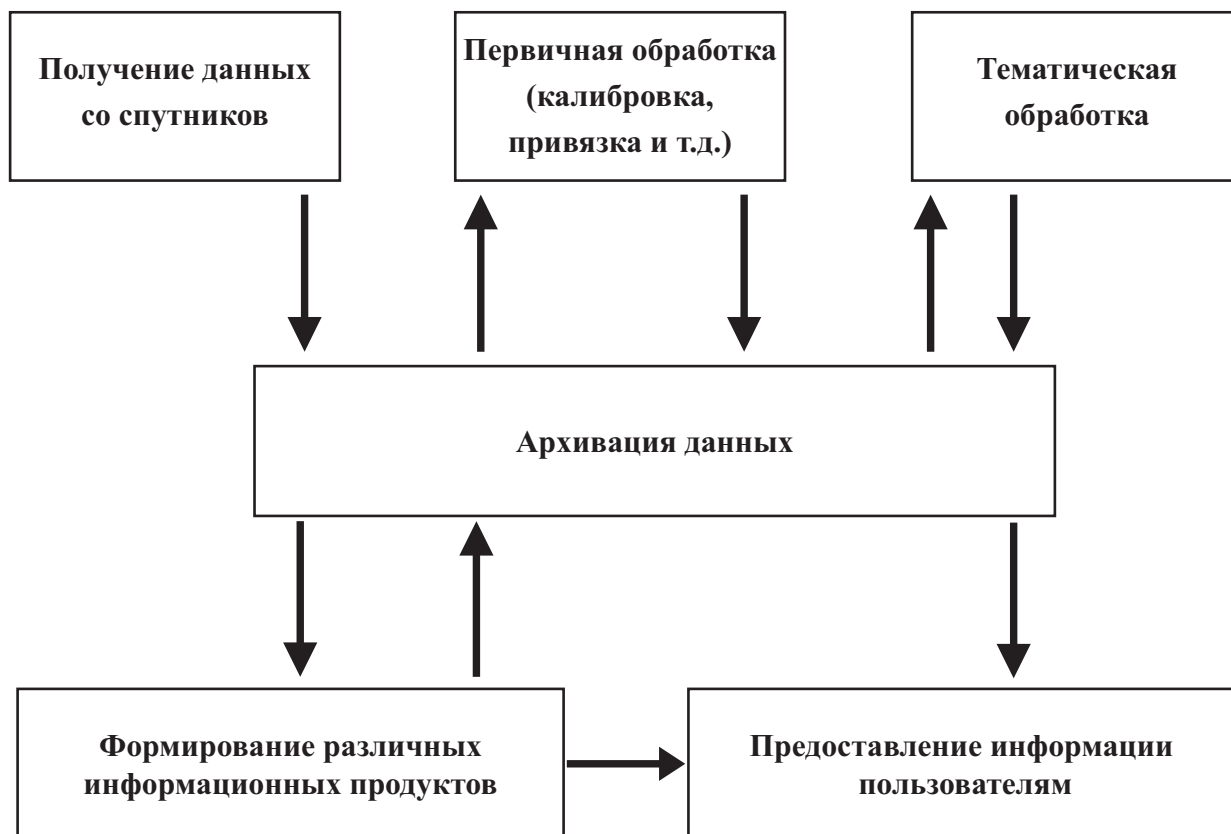


Рис. 1. Характерный «жизненный цикл» спутниковая информация в различных информационных системах

На рис. 1 представлен упрощенный «жизненный цикл», который обычно проходит спутниковая информация в различных информационных системах. Фактически этот цикл можно разбить на следующие основные элементы:

- Получение спутниковых данных;
- Архивация данных;
- Первичная обработка данных;
- Тематическая обработка данных;
- Формирование различных информационных продуктов (карт, полей различных параметров, отчетов и т.д.);
- Предоставление данных пользователям (исследователям, аналитикам, специалистам, контролирующим те или иные процессы и явления, и т.д.).

Следует также обратить внимание на то, что в ходе «жизненного цикла» данные могут по несколько раз возвращаться в отдельные блоки. Кроме того, в отдельных случаях в конкретных системах могут присутствовать какие-то дополнительные этапы или отсутствовать некоторые из вышеперечисленных этапов, а также могут возникать ситуации, в которых нет жесткой грани между отдельными этапами. Однако, на наш взгляд, придерживаясь приведенной схемы разделения «жизненного цикла» на отдельные элементы, практически всег-

да удастся сделать структуру систем, обеспечивающих работу со спутниковыми данными, достаточно прозрачной и понимаемой. Поэтому мы постараемся остановиться на особенностях именно этих блоков, для того чтобы стало понятно, какие именно задачи они обычно решают.

При построении современных систем мониторинга процесс получения спутниковых данных следует рассматривать достаточно широко. В настоящее время существует несколько схем получения данных. Наиболее распространенными из них являются непосредственный прием данных на станциях, входящих в состав систем мониторинга, и оперативное получение данных из различных специализированных центров приема и обработки данных. Следует отметить, что второй путь в настоящее время используется наибольшим числом пользователей. Этот путь имеет несколько основных преимуществ. Так, он позволяет не расходовать средства на приобретение и поддержку достаточно дорогостоящих систем приема. Кроме того при выборе такого пути можно достаточно быстро организовывать получение различных типов данных и до какой-то степени не зависеть от спутниковых систем, для которых были приобретены средства приема. Нельзя также не отметить, что во многих случаях из специализированных центров может быть обеспечено получение не исходных («сырых») данных, а данных, прошедших уже достаточно глубокую первичную обработку, которые уже достаточно легко могут быть использованы для проведения специализированных тематических обработок. Следует также иметь в виду, что в последние годы все активнее развиваются крупные центры приема и обработки данных, основной задачей которых является обеспечение приема данных, формирование базовых стандартизованных продуктов первичной обработки и оперативное предоставление таких продуктов в специализированные системы мониторинга. Такие центры обычно обладают достаточно широким набором различных средств приема, которые обеспечивают возможность работы с разными спутниковыми системами, достаточно большими вычислительными ресурсами, необходимыми для осуществления оперативной автоматической обработки данных и организации долговременного хранения информации, а также хорошими внешними коммуникациями, обеспечивающими быстрый доступ пользователей к информации. Технические возможности таких центров при необходимости могут также обеспечивать автоматическую тематическую обработку данных в интересах конкретных специализированных систем.

Задачи *архивации данных*, как и задачи обработки, делятся на несколько основных этапов, каждый из которых имеет свою специфику. С технологической точки зрения архивы можно обычно условно разделить на оперативные и долговременные. Задача оперативных архивов в основном заключается в обеспечении работы с информацией на этапе ее первой обработки. При этом в оперативных архивах можно организовывать хранение некоторых промежуточных результатов обработки. Фактически основной задачей оперативных архивов является поддержка достаточно удобного, быстрого и автоматического доступа к данным различным процедурам их обработки. В долговременные архивы обычно попадают данные, уже прошедшие определенную обработку (однако не исключаются варианты, когда в долговременных архивах организуется резервное хранение и всей исходной информации). Основными задачами долговременных архивов является организация работы с большими объемами данных, которые могут находиться в различных хранилищах. С функциональной точки зрения современные архивы можно

также условно разделить на архивы, обеспечивающие хранение исходных и промежуточных продуктов, и архивы, обеспечивающие хранение результатов тематической обработки. Первые архивы должны обеспечивать предоставление данных различным автоматизированным процедурам обработки и обмена информации, поэтому в них обычно не ставится задача обеспечивать выдачу информации в режиме, близком к реальному времени, который необходим в первую очередь для проведения интерактивного анализа данных. Тематические архивы в основном обеспечивают хранение информации, которую могут анализировать уже конечные пользователи, или на базе нее по запросам пользователей формируются различные отчеты, карты, бюллетени и т.д. К таким архивам во многих случаях создается достаточно развитая система интерфейсов, рассчитанных на интерактивную работу. Поэтому одним из существенных требований к таким архивам является организация достаточно быстрого доступа к данным. В любом случае следует помнить, что системы архивации, рассчитанные на работу со спутниковыми данными наблюдения Земли, должны быть рассчитаны на работу с достаточно большими объемами данных. Сегодня емкость архивов даже не самых крупных центров обычно приближается или превосходит петабайтные рубежи.

Очень важным этапом современных информационных систем, обеспечивающих работу со спутниковыми данными, является их *первичная обработка*. Еще не так давно к этой части обработки относили в основном декодирование потока данных, поступающих со спутников, включение различной дополнительной информации, необходимой для обработки (временные метки, условия освещенности, информация для проведения калибровок), а также запись данных в более или менее удобные для дальнейшей работы форматы. Сегодня, в связи с быстрым ростом числа тематических задач и требований к качеству информации, к первичной обработке предъявляются все более жесткие требования и границы ее существенно расширяются. Так в большинстве случаев первичная обработка данных должна обязательно обеспечить:

- качественную временную и географическую привязку (при этом в большинстве случаев точность привязки должна быть такой же или меньшей, чем пространственное разрешение используемого прибора);
- качественную калибровку, точность и стабильность которой в конечном итоге определяет круг задач, для которых в дальнейшем используются данные (для современных систем наблюдения такая точность должна составлять проценты, а иногда и доли процентов измеряемых величин);
- коррекцию на условия освещенности (особенно для приборов, работающих в диапазонах, в которых регистрируются потоки не только собственного излучения объектов, но и отраженное излучение);
- атмосферную коррекцию, которая по возможности при наблюдении объектов на поверхности земли или на границе низкой облачности должна обеспечивать исключение влияния атмосферы (естественно, что такие процедуры достаточно хорошо работают только в тех условиях наблюдения, когда атмосфера достаточно прозрачна и стабильна);
- перевод данных в географические проекции (в идеале с учетом рельефа);
- подготовка наборов данных для помещения их в архивы и передачи в процедуры тематической обработки. Долгое время считалось, что данные после прохождения первичной обработки должны быть записаны в некоторых стандартных форматах,

вопросам разработки которых было посвящено значительное число работ. Однако в связи с тем, что с одной стороны данные становятся все более разнообразными, а с другой стороны для проведения различной тематической обработки и анализа требуются иногда разные наборы данных, разработанные «стандартные» форматы становятся все более сложными и все менее удобными для работы. Поэтому во многих случаях при создании системы работы с данными конкретных приборов все чаще используются системы хранения, ориентированные на конкретную специфику прибора. При этом такие системы хранения могут обычно в автоматизированном режиме формировать разные наборы данных для дальнейшей обработки архивов.

Особо следует отметить, что в первую очередь из-за того, что системы первичной обработки данных должны постоянно обеспечивать обработку достаточно больших практически постоянно поступающих потоков информации, они сегодня должны быть полностью автоматизированы. Конечно, поскольку сегодня в систему первичной обработки данных входят достаточно сложные процедуры (например, процедуры точной географической привязки и атмосферной коррекции), то создание таких систем требует обычно проведения достаточно серьезных разработок, которые во многом зависят от специфики конкретного прибора. Проведение таких разработок сегодня практически полностью ложится на плечи производителя спутниковой системы наблюдения и требует достаточно большого времени и финансовых затрат (эти затраты составляют достаточно значительную часть от производства спутниковой системы). Поэтому действительно высококачественные системы первичной обработки данных созданы сегодня в мире для очень небольшого числа спутниковых систем. В то же время, системы, для которых сегодня реализованы современные технологии первичной обработки данных, позволили существенно расширить область их использования, и открыли возможности создания принципиально новых технологий использования данных (в первую очередь технологий, которые обеспечивают получение количественной информации на основе данных спутниковых наблюдений). Безусловно, лидирующими в этой области являются системы, обеспечивающие работу с данными приборов MODIS [1] и LANDSAT ETM и ETM+ [2]. Видимо также в ближайшие годы реально широко использоваться будут только те спутниковые системы, для которых созданы системы первичной обработки, удовлетворяющие, в том числе, и перечисленным выше требованиям.

Задачи *тематической обработки* данных сегодня очень разнообразны и разноплановы, и совершенно по-разному организованы в зависимости от конкретных проектов и систем. В то же время можно выделить некоторые отдельные тенденции и особенности проведения такой обработки. Безусловно, общая тенденция в тематической обработке, использующейся сегодня в промышленных системах, заключается в том, что они в основном начинают ориентироваться на использование полностью автоматизированных методов и алгоритмов обработки данных. Несмотря на достаточно большие сложности и трудозатраты, связанные с их созданием, сегодня разрабатывается и внедряется все больше именно таких систем. Необходимость создания и внедрения полностью автоматизированных методов обуславливается с одной стороны тем, что если мы начинаем массово использовать данные спутникового мониторинга в случаях, когда значительная часть обработки проводится с участием оператора, то эксплуатация таких систем становится достаточно дорогой, особенно в тех случаях, когда нужно регулярно получать и обрабаты-

вать значительные объемы информации, по достаточно большим территориям. С другой стороны участие человека в процессе обработки неизбежно вносит в результат некоторую субъективность, что во многом снижает одно из основных преимуществ спутниковых систем – возможность получения объективной сопоставимой информации по достаточно большим территориям. Поэтому сегодня большое число разработок в мире направлено именно на то, чтобы создать полностью автоматизированные процедуры, способные обеспечить качественный анализ данных без участия человека. В этом направлении в последние годы в отдельных областях достигнуты достаточно большие успехи, например, достаточно надежно работают системы, восстанавливающие различные характеристики морской поверхности (в первую очередь температуру) [3], разработаны устойчивые процедуры детектирования активных пожаров [4], созданы системы, обеспечивающие оценку и картирование различной растительности (в первую очередь лесной) [5,6]. Конечно, для решения многих задач пока не удастся создать полностью автоматизированных технологий обработки, поэтому пока во многих системах этап тематической обработки продолжает включать в себя и некоторые процедуры «ручной» обработки. Но практически во всех постоянно действующих системах мониторинга эти процедуры стараются минимизировать и максимально стандартизировать. Кроме того, важным является максимальная автоматизация всех «механических» процессов, связанных с подготовкой данных для анализа, их визуализации в виде, удобном для анализа, простое сохранение результатов анализа и организация формирования на их основе уже окончательных информационных продуктов (карт, отчетов, данных для работы моделей и т.д.).

С точки зрения технических особенностей, связанных с организацией работы блоков тематической обработки спутниковых данных в различных информационных системах, следует отметить следующие:

- во многих случаях приходится использовать достаточно разнородные процедуры обработки данных, порой даже работающие в различных операционных средах, поэтому приходится организовывать достаточно гибкое взаимодействие этих процедур и обеспечивать комплексный контроль их работы. Это в свою очередь накладывает достаточно жесткие требования на то, как должны быть оформлены используемые процедуры, для того чтобы можно было бы обеспечить их контроль и управление;
- очень часто возникает задача оптимального использования достаточно разнородных вычислительных ресурсов. Во многих случаях такие ресурсы являются распределенными. Это также требует создания специальных процедур управления обработкой;
- в случаях, когда в цепочке обработки имеется «ручная часть», должны быть предусмотрены специальные процедуры контроля выходных результатов, для того чтобы избежать попадания в систему ошибочных данных. Часть такого контроля должна проводиться полностью автоматически, однако в ряде случаев должны быть предусмотрены схемы, обеспечивающие проверки результатов квалифицированными «контролерами». При этом, поскольку во многих случаях в больших системах задействованы в работе территориально распределенные коллективы специалистов, должна быть обеспечена возможность их совместной работы.

По мере проведения этапа тематической обработки в системах мониторинга должны быть обычно сформированы различные информационные продукты (карты, отчеты,

бюллетени и т.д.). Эти отчеты обычно рассчитаны на специалистов, которые должны получить уже интегрированную информацию для принятия тех или иных решений. Одна из основных особенностей таких продуктов заключается в том, что они обычно формируются не только на основе информации, полученной на основе спутниковых данных, но и на информации, полученной из других источников (различных картографических данных, статистической информации, метеоинформации, данных наземных наблюдений и т.д.). Поэтому в реально использующихся системах дистанционного мониторинга неизбежно встает вопрос интеграции различных типов данных. Хотя этот вопрос, безусловно, является пограничным для рассматриваемых систем, от уровня и качества его решения во многом зависит эффективность использования и востребованность информации. Следует также помнить, что именно необходимость получения тех или иных информационных продуктов, в конечном счете, и определяет требования к блокам тематической обработки данных, использующихся в конкретной системе мониторинга. Однако при построении системы следует в то же время учитывать реально существующие возможности современных спутниковых систем наблюдения, технологии и методы обработки данных и не пытаться сформировать выходные продукты, полностью повторяющие привычную для пользователей информацию, которая использовалась до начала применения дистанционного мониторинга. Фактически здесь необходимо стремиться к ситуации, когда информационные продукты, полученные с использованием дистанционных данных, открывали бы для пользователей новые классы задач и возможностей их решения.

Безусловно, одним из наиболее важных элементов любой системы является *блок, обеспечивающий для пользователей работу с информацией*. При этом в системах дистанционного мониторинга обычно возникает такое разнообразие различных информационных продуктов, что становится невозможным статическое формирование их на все случаи, которые могут возникнуть в системе. Поэтому, естественно, в большинстве систем сегодня строятся специальные интерфейсы, обеспечивающие формирование того или иного продукта автоматически по запросу пользователя. Следует также иметь в виду, что поскольку во многом результаты обработки спутниковых данных представляют собой в том или ином виде географически привязанную информацию, то одним из основных видов интерфейсов работы с такими данными является ГИС системы. При этом особый интерес по мере развития различных Интернет-технологий представляют системы, обеспечивающие возможность работы с информацией не только локальных, но и удаленных пользователей. При этом при создании таких интерфейсов следует учитывать некоторые основные особенности работы со спутниковыми данными и результатами их обработки:

- спутниковые данные и результаты их обработки имеют обычно достаточно большой объем, поэтому для обеспечения достаточно быстрых реакций интерфейса необходимо использовать специальные подходы к организации хранения и выборки данных. Одним из наиболее эффективных и простых подходов является подход, использующийся в компании GOOGLE [7], пожалуй, только одним его существенным недостатком является то, что данные для его использования должны быть очень жестко структурированы, что несколько затрудняет создание продуктов на основе разнородной информации;
- в силу того, что мы вынуждены работать с большими объемами информации, которая к тому же может быть получена и храниться в территориально разделенных цен-

трах, необходимо использовать специальные технологии, обеспечивающие быструю интеграцию данных, хранящихся в различных архивах, на уровне интерфейсов работы с ними;

- необходимо иметь возможность отображения и анализа совместно со спутниковыми данными и результатами их обработки другой информации, используемой в системе;
- в идеале, в первую очередь для сокращения объемов архивов тематических продуктов, нужно иметь возможность быстрого построения различных производных продуктов на основе некоторого набора базовых (к примеру, построение различных усредненных характеристик, перевод результатов обработки в различные проекции, формирование оптимальных цветосинтезированных композитов и т.д.);
- все больше в последнее время требуются возможности проведения анализа не только одномоментных данных, но и информации, полученной в различные моменты времени, в частности, проведение анализа динамики тех или иных индексов, полученных на основе спутниковых данных в отдельных точках.

Конечно, конкретный создаваемый интерфейс зависит от конкретной информационной системы, однако перечисленные выше свойства присутствуют во многих системах. Поэтому становится понятно, что в случаях активно работающих систем дистанционного мониторинга, когда интерфейсы должны обеспечивать возможность работы с архивами, емкость которых исчисляется сотнями гигабайт данных, создание качественного, эффективно работающего интерфейса требует достаточно больших вычислительных ресурсов.

Таким образом, мы попытались кратко остановиться на особенностях построения различных элементов систем дистанционного мониторинга. Естественно, что в силу сложности и разнообразия решаемых в подобных системах задач достаточно трудно ожидать, что можно создать некоторую универсальную систему, которая будет одинаково оптимально решать задачи, необходимые для различных областей деятельности. Как показывает опыт, наиболее эффективным является путь, когда формируются системы, ориентированные на решение какого-то определенного круга задач. В то же время блоки, из которых создаются такие системы, могут быть достаточно универсальны и с технической точки зрения мало отличаться. Именно наличие таких блоков позволяет достаточно быстро создавать и эффективно поддерживать различные системы. В следующей части данного раздела мы кратко остановимся на опыте создания таких блоков, который был в последние годы накоплен в ИКИ РАН.

Опыт создания различных информационных систем позволяет выделить следующие основные базовые технологии, которые могут служить основой для построения различных специализированных систем дистанционного мониторинга:

- технология, обеспечивающая автоматизированный прием и/или получение спутниковых данных из специализированных центров;
- технология автоматизированного ведения архивов спутниковых данных;
- технология автоматизированной обработки спутниковых данных;
- технология представления спутниковых данных и результатов их обработки пользователям;
- технология контроля и управления различными элементами систем дистанционного мониторинга.

Данные технологии должны обеспечивать:

- возможность высокого уровня автоматизации;
- возможность их использования для построения распределенных систем;
- простоту их доработки и расширения (масштабируемость);
- надежность в работе и простоту в обслуживании.

Такие технологии в последние десятилетия активно разрабатывались в ИКИ РАН, для создания различных систем дистанционного мониторинга. Общие вопросы и архитектура построения таких технологий и автоматизированных систем сбора, обработки, архивации и распространения спутниковых данных достаточно подробно изложены в работах [8-11]. Ниже мы остановимся на описании основных особенностей и текущих возможностей перечисленных технологий.

Технологии организации автоматизированного приема и сбора спутниковых данных должны фактически обеспечивать автоматизированное поступление данных спутниковых наблюдений в систему мониторинга. Как мы уже обсуждали, сегодня имеется фактически два основных пути организации поступления таких данных. Это либо непосредственный прием данных со спутников, либо организация поступления уже первично обработанных данных из специализированных центров приема. Поскольку в настоящее время практически все современные приемные комплексы обеспечивают возможность автоматического приема данных и для организации их работы необходимо только обеспечение постоянного поступления данных для расчета орбит спутников, фактически процессы организации поступления данных от локальных станций или удаленных центров технологически слабо отличаются друг от друга. Для автоматизации этих процессов фактически следует организовать перекачку файлов, полученных на локальных станциях или сформированных в удаленных центрах, и расположить их в некоторых буферах, из которых они будут взяты подсистемами автоматической первичной обработки данных. В то же время, для организации такого обмена удобно иметь достаточно универсальные процедуры и схемы, которые позволяют автоматически диагностировать наличие и готовность данных к перекачке на станциях приема и в удаленных архивах. В то же время следует учитывать, что при работе с удаленными архивами могут возникать достаточно сложные процедуры запросов данных, проверок того, что имеющиеся в доступе наборы данных представляют интерес для системы (например, удовлетворяют определенным требованиям по составу данных, времени и району по которому они были получены), а также, не были ли они уже ранее получены в системе. Для решения подобных задач обычно создается некоторый набор программных средств, умеющих автоматически диагностировать перечисленные ситуации, запускать процедуры перекачки данных и информировать процедуры обработки о готовности к обработке очередной порции полученных данных. Описание некоторых особенностей, связанных с организацией системы сбора данных из различных центров для обеспечения работы специализированных систем, можно найти в частности в [12,13]

Технология построения автоматизированных систем архивации спутниковых данных должна позволять организовывать и вести различные архивы данных, использующихся в системах дистанционного мониторинга. Она должна позволять создавать как оперативные, так и долговременные архивы. При этом следует учитывать, что поскольку в современные системы мониторинга поступают огромные объемы данных, то их хранение уже не может быть организовано не только в одной локальной системе хранения, но

и даже в одном территориально локализованном центре. Поэтому технология должна обеспечивать возможность поддержки распределенных систем хранения. Кроме того одной из наиболее важных задач таких систем хранения является как полностью автоматизированное усвоение новых данных, так и организация автоматизированной подготовки данных для обеспечения их обработки. Естественно к современным системам хранения спутниковых данных и результатов их обработки предъявляются и традиционные требования, связанные с организацией удобного представления информации об имеющихся данных пользователям, и обеспечения автоматизированной обработки запросов пользователей на получение данных.

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. Технология позволяет автоматизировать процессы архивации данных, перемещения их между различными системами хранения, предоставления пользователям возможности поиска и доступа к данным. В рамках этой технологии реализуется гибкая схема хранения файлов данных на различных носителях информации и возможность предоставления доступа к данным, находящимся в долговременном архиве. Технология рассчитана на организацию архивов спутниковых данных различного уровня обработки. Описание основных возможностей созданной технологии можно найти, например, в [14,15].

Отметим также, что в последние годы все острее встают вопросы, связанные с тем, что необходимо обеспечивать не только выборку данных из архивов, но и создание специализированного инструментария, обеспечивающего пользователю различные возможности для проведения анализа данных (т.е., создание так называемых активных архивов). Для создания таких архивов необходимо использовать специальные методы и технологии организации хранения данных, которые позволяют обеспечить выборку произвольных фрагментов информации (в том числе и полного пространственного разрешения) в режимах, близких к режимам реального времени. Кроме того необходимо иметь возможность задействовать в работе с архивами достаточно производительные компьютерные ресурсы, которые бы могли обеспечить работу в интерактивном режиме с достаточно вычислительно емкими операциями. Все это требует постоянного развития автоматизированных технологий ведения архивов спутниковых данных и результатов их обработки. Работы по развитию таких этих технологий в последние годы активно ведутся и в ИКИ РАН. В основном эти работы сосредоточены на следующих направлениях:

- Развитие автоматизированных методов ведения архивов результатов обработки спутниковых данных. При этом особое внимание уделяется не только вопросам организации быстрого доступа к данным, но и организации автоматического пополнения архивов, что позволяет использовать создаваемые технологии для решения различных оперативных задач.
- Совершенствование возможностей ведения распределенных архивов данных. Одной из основных задач данного направления является развитие технологий, связанных с возможностью такой организации взаимодействия архивов различных центров, которая бы позволила обеспечить работу пользователю с неким интегрированным ресурсом, не отвлекаясь на технические вопросы, связанные с поиском данных в различных источниках. В то же время создаваемые технологии дают возможность поставщикам данных обеспечивать полный контроль над потоками контролируемой ими ин-

формации. Подобного рода технологии позволят в ближайшие годы кардинально пересмотреть многие вопросы, связанные с организацией поставки и распространения спутниковых данных и результатов их обработки.

- Создание активных архивов данных. В первую очередь создание схем, обеспечивающих не только выборку данных из архивов, но и проведение их онлайн обработки. Достаточно активно в этом направлении развиваются технологии, связанные с использованием при работе с архивами данных, многопроцессорных комплексов, в том числе и суперкомпьютеров.

С более детальным описанием работ, ведущихся в ИКИ РАН, в том числе и в перечисленных направлениях, можно ознакомиться, например, в [16-20]

Технология организации автоматической обработки спутниковых данных. Работы по созданию элементов такой технологии были начаты в ИКИ РАН еще в начале девяностых годов. Тогда основным направлением работы было создание некоторого базового программного комплекса, который бы позволял работать в автоматическом режиме. Для решения различных задач первичной и тематической обработки спутниковых данных был разработан программный пакет XV-HRPT. [21-23]. В пакете реализовано несколько сотен различных операций и возможность создавать на их основе различные макрооперации, которые можно было запускать в автоматическом режиме. В начале двухтысячных годов на базе этого пакета был создан комплекс XV_SAT, в котором отдельные программы пакета XV-HRPT были собраны под единой оболочкой, расширены возможности создания макропроцедур и улучшен контроль их работы [24].

Одновременно с созданием комплексов программ обработки спутниковых данных в ИКИ РАН были созданы и постоянно развивались методы и программное обеспечение для организации потоковой обработки данных. Разрабатываемые методы и ПО позволяют создавать последовательные цепочки обработки, формировать потоки данных, необходимых для той или иной обработки, обеспечивать управление потоками входных данных и данных, получаемых в результате обработки (в том числе организовывать взаимодействие с системами архивации данных). Они также поддерживают возможность организации распараллеленной и распределенной обработки данных. В частности, системы, создающиеся на их основе, позволяют автоматически формировать задания для большого числа рабочих станций, контролировать их работу и автоматически получать от них результаты обработки. При этом число станций, занятых в процессе обработки, может легко увеличиваться по мере необходимости. Сегодня активно ведутся работы, связанные с использованием в системах автоматической обработки данных технологий виртуализации, что позволяет более эффективно использовать многопроцессорные комплексы, не прибегая к специальной переделке специализированного программного обеспечения, ориентированного на решения отдельных задач обработки спутниковых данных. Это также позволяет задействовать одни и те же компьютерные мощности для проведения обработки под управлением различных операционных систем. Следует особо отметить, что создаваемое ПО для управления потоками обработки уже не ориентировано только на специализированные программные комплексы обработки, разработанные в ИКИ РАН, а позволяет работать с совершенно различным программным обеспечением. Это позволяет интегрировать в одной системе автоматической обработки данных разработки различных организаций, что существенно повышает скорость и эффективность создания комплексных систем обработки данных.

Описанные подходы показали свою достаточно высокую эффективность и были использованы в различных проектах. На их основе были созданы автоматизированные системы обработки данных для решения задач дистанционного мониторинга различных объектов и явлений [25-28].

Технология представления спутниковых данных и результатов их обработки пользователям. Естественно, что при построении различных систем мониторинга задача представления данных является одной из наиболее важных. Пользователь должен иметь возможность получения информации в удобном для себя виде, он также должен обладать необходимыми инструментами для проведения анализа полученной информации. Следует отметить, что еще несколько лет назад, когда заходил вопрос организации работы пользователей со спутниковой информацией или результатами ее обработки, речь в основном велась о различной пространственной информации. При этом в основном считалось, что пользователь должен получить информацию либо виде статических карт (изображений), либо информация должна была быть интегрирована в какую-нибудь специализированную локальную ГИС-систему. В основном и в том и в другом случае речь шла о подготовке статических информационных продуктов и рассылке их пользователям, или организации удаленного доступа ГИС пользователей к системам хранения этих продуктов. Буквально в последнее десятилетие из-за быстрого развития технологий обработки спутниковых данных и различных Web- технологий ситуация стала кардинальным образом меняться. При этом следует отметить следующие наиболее существенные изменения:

- совершенствование систем обработки спутниковых данных и рост числа получаемых продуктов, которые уже не только качественно, но и количественно характеризуют различные наблюдаемые процессы и явления. Это привело к тому, что значительная часть результатов обработки уже представляется не только в виде изображений, но и в виде различных таблиц, графиков и отчетов;
- Быстрое развитие WEB-технологий позволило начать создание картографических интерфейсов на основе Интернет-браузеров, функциональность которых мало уступает локальным ГИС-системам.
- Быстрый рост числа задач, для которых стали постоянно использоваться спутниковые данные, привел к тому, что пользователю уже нужно иметь не только статически сформированные продукты, но и инструменты их анализа.

Все это привело к тому, что в системах представления спутниковых данных основными задачами становятся не организация рассылки или доступа к сформированным статическим продуктам, а задачи построения достаточно сложных интерфейсов для работы с разнородной информацией. Естественно, что такие интерфейсы в основном сегодня строятся на основе различных WEB-решений. Связано это в первую очередь с тем, что в большинстве случаев, когда мы имеем дело с системами дистанционного мониторинга, мы в том или ином виде работаем с распределенными информационными системами.

Подобные решения в последние годы активно создавались в ИКИ РАН [18,29]. В настоящее время в институте разработана технология, которая позволяет строить картографические WEB-интерфейсы для различных специализированных систем дистанционного мониторинга, которые позволяют, в частности:

- осуществлять работу со спутниковыми данными различного пространственного разрешения и результатами их обработки;

- работать с различными видами информационных продуктов, полученных на основе обработки спутниковых данных;
- работать с большим числом одновременных наблюдений;
- работать с архивами, расположенными в различных, территориально разобщенных центрах и информационных узлах;
- динамически интегрировать информацию из других внешних информационных систем и архивов данных;
- работать не только со спутниковой информацией, но и с другими видами информации (различной картографией, метеоинформацией, данными позиционирования и т.д.);
- поддерживать различные режимы санкционированного доступа к информации;
- поддерживать функции ввода информации пользователем (формирование различных точечных и площадных объектов);
- включать в систему различные функции анализа информации.

В настоящее время на основе данной технологии работают интерфейсы различных систем дистанционного мониторинга. Эта технология также активно используется для построения систем работы с каталогами и архивами данных крупных российских центров приема и архивации спутниковой информации [30-33].

Технология удаленного контроля и управления различными элементами систем дистанционного мониторинга должна учитывать, что такие системы сегодня являются достаточно сложными распределенными программно-аппаратными комплексами, в работе которых участвуют многие десятки компьютеров, функционирующих в автоматизированном режиме, и специальное оборудование для приема спутниковых данных. К сожалению, в работе таких сложных систем неизбежно происходят сбои, вызванные как программными ошибками и неполадками в работе оборудования, так и различными причинами, связанными с человеческим фактором. Для того чтобы управлять такими системами, необходимо постоянно осуществлять контроль функционирования различных их элементов. При этом следует контролировать достаточно много процессов, происходящих в системе, в некоторых системах количество выполняемых процессов может превышать несколько тысяч. Поэтому, естественно, что их контроль может осуществляться только в максимально автоматизированном режиме. В то же время, поскольку во многих случаях приходится контролировать не только формальное выполнение различных процедур и процессов, но и качество получаемой информации, не всегда удается полностью автоматизировать систему контроля. Даже если сбои в работе системы были обнаружены операторами, должны существовать процедуры и удобные возможности регистрации обнаруженных сбоев. Кроме этого, для эффективного контроля и оперативного устранения возникших неполадок в работе системы необходимы специальные инструменты, позволяющие получить как детальную информацию о работе отдельных компонент системы, так и различные обобщенные показатели ее работы. Последней важной задачей является фиксация сбоев и отслеживание работ по своевременному их устранению, что, безусловно, повышает качество работ по поддержке системы.

Для решения задач контроля работоспособности и управления блоками систем дистанционного мониторинга в ИКИ РАН был разработан программный пакет PMS (Process Monitoring System). Он предназначен для организации удаленного мониторинга работоспособности элементов системы. Это позволяет обеспечить контроль вы-

полнения автоматизированных процедур обработки и архивации данных, оперативную оценку качества и обнаружения сбоев в их работе, информирование операторов, а также мониторинг различных параметров компьютеров, используемых 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. Как показал опыт эксплуатации, 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 работах [34-37].

Описанные выше элементы развивались и были использованы при создании достаточно большого числа различных систем дистанционного мониторинга, в которых активно используются спутниковые данные и результаты их обработки. В частности, на основе этих технологий построены:

- Информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства [38,39]
- Система дистанционного мониторинга земель агропромышленного комплекса [40,41]
- Отраслевая система мониторинга Федерального агентства по рыболовству [42,43]
- Информационная система центров приема и обработки данных Федерального агентства по метеорологии и мониторингу окружающей среды [33, 44]
- Система работы с каталогами данных Научного центра оперативного мониторинга Земли (ОАО «Российские космические системы») [31].

Разработанные технологии также неоднократно использовались в других научных и прикладных проектах. Они сегодня достаточно активно используются в системах сбора, обработки и распространения данных в различных научных и учебных организациях. Как показал более чем десятилетний опыт использования описанных технологий, они позволяют достаточно быстро создавать и эффективно эксплуатировать все ключевые блоки, связанные с работой со спутниковыми данными в системах дистанционного мониторинга. Данные технологии постоянно развиваются, что позволяет быстро адаптировать созданные на их основе системы к новым возможностям, появляющимся в области спутникового дистанционного зондирования.

Литература

1. *Barnes, W. L., Pagano, T. S., & Salomonson, V. V.* Prelaunch characteristics of the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) on EOS-AM1 // *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 1998, 36(4), 1088-1100.
2. <http://landsat.usgs.gov/>
3. *Крivotынцеv В.А., Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Островский А.Г.* Космический мониторинг состояния природной среды азово-черноморского бассейна // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2007. Т. I. № 4. С. 295-303.
4. *Justice C. O., Giglio L., Korontzi S., Owens J., Morisette J. T., Roy, D., Descloitres J., Alleaume S., Petitcolin F., and Kaufman Y* (2002). The MODIS Fire Products // *Remote Sensing of Environment*, 83(1-2), 244-262.

5. Уваров И.А., Барталев С.А. Возможности использования технологии локально-адаптивной классификации для создания временной серии карт типов земного покрова // Восьмая всероссийская открытая ежегодная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Москва. ИКИ РАН. 15-19 ноября 2010. Сборник тезисов конференции, 2010. С.283-284.
6. <http://kea.sdstate.edu/projects/boreal/index.html>
7. Jeffrey Dean and Sanjay Ghemawat MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters // OSDI'04: Sixth Symposium on Operating System Design and Implementation, San Francisco, CA, December, 2004.
8. 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 // 2 International Symposium on «Reducing the Cost of Spacecraft Ground Systems and Operations» Proc. 1997. RAL Keble College, Oxford, P. 76.1-76.10.
9. Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В. Технология построения автоматизированных информационных систем сбора, обработки и хранения спутниковых данных для решения научных и прикладных задач // В кн.: Аэрозоли Сибири. Под ред. К.П. Куценого. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006 г., с. 458-470.
10. Bourtsev M., Loupian E., Mazurov A., Nazirov R., Proshin A., Flitman E. Technology of automated satellite data archiving and representing systems development // Proceedings of the 7th International Symposium on Reducing Costs of Spacecraft Ground Systems and Operations (RCSGSO), 11-15 June 2007, Moscow, Russian Federation (ESA SP-648, July 2007) p. 3b2-1 – 3b2-4.
11. Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В. Технология построения автоматизированных информационных систем сбора, обработки, хранения и распространения спутниковых данных для решения научных и прикладных задач. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса., 2004 С. 81-89.
12. Бурцев М.А., Мазуров А.А., Нейштадт И.А., Прошин А.А. Построение архива спутниковых данных для анализа динамики растительности // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2006. Выпуск 3. Т. I. С.170-174.
13. Барталев С.А., Бурцев М.А., Ершов Д.В., Ефремов В.Ю., Ильин Н.И., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Мельник Н.Н., Нейштадт И.А., Полищук А.А., Столпаков А.В., Прошин А.А., Темников В.Н., Флитман Е.В. Система автоматизированного сбора, обработки и распространения спутниковых данных для мониторинга сельскохозяйственных земель. // Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса, 2005. Выпуск 2. Т. I. С.140-148.
14. 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.
15. Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В. Технология построения автоматизированных систем хранения спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2004. Выпуск 1. Т.1. С.437-443.
16. Балашов И. В., Бурцев М.Ю., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Прошин А.А., Толпин В.А. «Построение архивов результатов обработки спутниковых данных для систем динамического формирования производных информационных продуктов». // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, сборник научных статей. 2008 Выпуск 5. Том 1, С. 26-32.
17. Балашов И. В., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Прошин А.А., Толпин В.А. «Построение систем, обеспечивающих динамическое формирование комплексных информационных продуктов на основе данных дистанционного зондирования» // Международная конференция «Фундаментальные космические исследования: Новейшие разработки в области геоэкологического мониторинга Причерноморского региона и перспективы их реализации». Солнечный берег, Болгария, 21-28 сентября 2008 г. Сборник статей С. 43-46.
18. И.В. Балашов, В.Ю. Ефремов, Е.А. Лупян, А.А. Прошин, В.А. Толпин Построение систем, обеспечивающих динамическое формирование комплексных информационных продуктов на основе данных дистанционного зондирования.. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса 2009 Выпуск 6, Том 2, С. 513-520.
19. Лупян Е.А., Мазуров А.А., Крашенинникова Ю.С., Прошин А.А. Флитман Е.В., Галеев А.А., Бурцев М.А., Ефремов В.Ю., Балашов И.В. Разработка эффективных высокопроизводительных ре-

- шений для создания систем динамической обработки спутниковых данных и результатов их анализа. // Третья международная научная конференция «суперкомпьютерные системы и их применения» (SSA`2010) (25-27 мая 2010, Минск), сборник докладов, ОИПИ НАН Беларуси, 2010. Т. 1. С. 30-34.
20. *Ефремов В.Ю., Крашенинникова Ю.С., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Оптимизированная система хранения и представления географически привязанных спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2007. Выпуск 4. Т. I. С.125-132.
 21. *Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Флитман Е.В.* Гибкая система модификации программного обеспечения для обработки спутниковых изображений. // Исследование Земли из космоса 1994. N 1. С. 48-53.
 22. *Букчин М.А., Захаров М.Ю., Крайнев Ан.Г., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Нартон И.Ю., Флитман Е.В.* Первичная обработка данных метеорологических спутников на локальных станциях приема // Исследование Земли из космоса 1994. N 5.
 23. *Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А.* Программа обработки данных прибора AVHRR спутников серии NOAA для персональных компьютеров Исследование Земли из космоса. 1993. N4. С. 62-68.
 24. *В.А. Егоров, В.О. Ильин, Е.А. Лупян, А.А. Мазуров, Р.Р. Прошин, Е.В. Флитман Е.В.* Возможности построения автоматизированных систем обработки спутниковых данных на основе программного комплекса XV_SAT // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса 2004. С. 431-436.
 25. *Барталев С.А., Лупян Е.А., Нейштадт И.А., Савин И.Ю.* Классификация некоторых типов сельскохозяйственных посевов в южных регионах России по спутниковым данным MODIS // Исследование Земли из космоса. 2006. № 3. С. 68-75.
 26. *Bartalev S.A., Egorov V.A., Loupian E.A., Uvarov I.A.* Multi-Year circumpolar assessment of the area burnt on boreal ecosystems using SPOT-VEGETATION // International Journal for Remote Sensing. 2007. Т. 28. № 6. С. 1397-1404.
 27. *Егоров В.А., Барталев С.А., Лупян Е.А., Уваров И.А.* Мониторинг повреждений растительного покрова пожарами по данным спутниковых наблюдений // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2006. № 2. С. 98-109.
 28. *Плотников Д.Е., Барталев С.А., Лупян Е.А.* Метод детектирования летне-осенних всходов озимых культур по данным радиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2008. Выпуск 5. Т. II. С.322-330.
 29. *Андреев М.В., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Наглин Ю.Ф., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Построение интерфейсов для организации работы с архивами спутниковых данных удаленных пользователей // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса 2004. С. 514-520.
 30. *Антонов А.В., Бурцев М.А., Ефремов В.Ю., Крамарева Л.С., Калашиников А.В., Крашенинникова Ю.С., Лупян Е.А., Матвеев А.М., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Построение объединенного каталога распределенных архивов спутниковых данных различных центров // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. Т.7. № 2. С.84-89.
 31. *Бурцев М.А., Емельянов К.С., Ефремов В.Ю., Мазуров А.А., Пахомов Л.А., Прошин А.А., Саворский В.П.* Построение информационной системы удаленной работы с каталогами данных НЦ ОМЗ // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. Т.7. № 4. С.64-71.
 32. *Ефремов В.Ю., Крашенинникова Ю.С., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Матвеев А.М., Пахомов Л.А., Прошин А.А., Саворский В.П.* Возможности интеграции каталогов спутниковых данных ДЗЗ со специализированными системами мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2009. Выпуск 6. Т. I. С.146-150.
 33. *Бурцев М.А., Ефремов В.Ю., Мазуров А.А., Матвеев А.М., Прошин А.А., Успенский С.А., Флитман Е.В.* Распределенная система приема и обработки данных полярно-орбитальных спутников в центрах Росгидромета // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2008. Выпуск 5. Т. II. С.443-446.
 34. *Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Наглин Ю.Ф., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Управление и контроль работоспособности распределенных систем обработки спутнико-

- вых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса 2004. С. 467-475.
35. *Балашов И.В., Ефремов В.Ю., Мазуров-мл. А.А., Мамаев А.С., Матвеев А.М., Прошин А.А.* Организация контроля за функционированием распределенных систем сбора, обработки и распространения спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. Т.7. № 4. С.34-41.
 36. *Матвеев А.М., Мамаев А.С., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Организация контроля над функционированием распределенной системы ИСДМ Рослесхоз // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2009. Выпуск 6. Т. 2 С.535-541.
 37. *Мамаев А.С., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Создание системы документирования и контроля распределенных информационных систем // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2008. Выпуск 5. Т. 2. С.557-560.
 38. *Абушенко Н.А., Барталев С.А., Беляев А.И., Еришов В.В., Коровин Г.Н., Кошелев В.В., Е.А. Лупян, Ю.С. Крашенинникова, А.А. Мазуров, Минько Н.П., Р.Р. Назиров, А.А. Прошин, Е.В. Флитман* Система сбора, обработки и доставки спутниковых данных для решения оперативных задач службы пожароохраны лесов России. Научные технологии. 2000. Т. 1. N 2. С. 4-18.
 39. *Коровин Г.Н., Котельников Р.В., Лупян Е.А., Щетинский В.Е.* Основные возможности и структура информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ Рослесхоз) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. Т.7. № 2. С.97-105.
 40. *Толпин В.А., Барталев С.А., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Савин И.Ю., Флитман Е.В.* Возможности информационного сервера СДМЗ АПК // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. Т.7. № 2. С.221-232.
 41. *Лупян Е.А., Барталев С.А., Савин И.Ю.* Технологии спутникового мониторинга в сельском хозяйстве России // Аэрокосмический курьер, 2009. № 6. С.47-49.
 42. *Нестеренко А.А., Романов А.А., Андреев М.В., Лупян Е.А.* Общесистемное обеспечение отраслевой системы мониторинга Госкомрыболовства // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2004. Выпуск 1. Т.1. С.204-212.
 43. *Андреев М.В., Лаврова О.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Митягина М.И., Наглин Ю.Ф., Солодилов А.В., Нестеренко А.А., Проценко И.Г., Прошин А.А., Пырков В.Н.* Использование данных спутниковых РЛС для решения задач контроля позиционирования промысловых судов // Электронный журнал «Исследовано в России», 2007. № 021. С.211-222.
 44. *Бурцев М.А., Воронин А.А., Еремеев В.В., Злобин В.К., Кузнецов А.Е., Лупян Е.А., Милехин О.Е., Соловьев В.И.* Комплекс оперативной обработки гидрометеорологической спутниковой информации // Исследование Земли из космоса, 2009. № 1. С.16-23.

Technologies for building remote monitoring information systems

E. Loupian, A. Mazurov A., R. Nazirov, A. Proshin, E. Flitman, Yu Krasheninnikova

Space Research Institute RAS

117997 Moscow, 84/32 Profsoyuznaya str.

E-mails: evgeny@smis.iki.rssi.ru

Discussed in the paper are the problems of developing systems for remote monitoring of environment, natural and anthropogenic objects. The paper analyzes the lifecycle specifics of remote sensing information in modern information systems. The principal components of systems are explained, their main specifics and possible development approaches are analyzed. The paper provides a review of basic technologies and software solutions, utilized for implementation of various components in systems for satellite data collection, processing and dissemination, developed in Space Research Institute of Russian Academy of Sciences (IKI RAN) during last years. Examples of application of these technologies for development of different specialized remote monitoring systems are provided in the paper.

Keywords: automated information systems, satellite Earth-observation systems, monitoring systems, automated data processing technologies.