

## Возможности работы с долговременным архивом данных спутников LANDSAT по территории России и приграничных стран

Е.А. Лупян, И.В. Балашев, М.А. Бурцев, В.Ю. Ефремов, А.А. Мазуров, Д.В. Мальцев,  
А.А. Матвеев, А.А. Прошин, В.А. Толпин, О.А. Халикова, Ю.С. Крашенинникова

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

Настоящая статья посвящена описанию возможностей системы, созданной в Институте космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) для работы с данными спутников LANDSAT. В статье описывается архитектура и основные возможности системы ведения долговременного архива данных спутников LANDSAT по территории России и пограничных государств. В архивах в ИКИ РАН имеется информация за период с 1989 год по настоящее время, при этом они постоянно пополняются как историческими, так и оперативными данными, получаемыми из центра Геологической службы США (USGS Landsat Global Archive). На начало августа 2012 года в архиве имелось более 200 000 сцен, которые фактически находятся в непосредственном доступе, что позволяет проводить их быстрый выбор и анализ. Для работы с этими данными созданы Web-интерфейсы, которые позволяют не только осуществлять выбор данных, но и проводить их анализ. Особо следует отметить, что специалистам, ведущим различные научные и некоммерческие проекты, обеспечен свободный доступ к архивам и интерфейсам анализа данных. В статье также рассказывается об опыте использования созданной системы в различных научных и прикладных проектах.

**Ключевые слова:** КА LANDSAT, дистанционное зондирование Земли, обработка спутниковых данных, архивы спутниковых данных.

Значение систем, обеспечивающих спутниковые наблюдения Земли для решения различных научных и прикладных задач, в настоящее время трудно переоценить. Эти системы сегодня дают возможность постоянно наблюдать и исследовать различные явления на всей поверхности нашей планеты. В настоящее время работает и постоянно предоставляет информацию более 100 космических аппаратов, ориентированных на решение задач наблюдения Земли. В то же время для решения многих задач требуются не отдельные съемки, а данные долговременных наблюдений. При этом необходимо, чтобы получаемая в различные моменты времени информация, была устойчива и позволяла строить и проводить анализ долговременных рядов данных. К сожалению, таких систем, которые с одной стороны предоставляют качественную, хорошо калиброванную информацию, а с другой стороны имеют ряды наблюдений, длина которых исчисляется десятилетиями, очень не много. Одной из таких систем является система спутников серии LANDSAT, первый из которых начал работать еще в 1972 году. В настоящее время на орбите постоянно работает спутник LANDSAT 7. В январе 2013 года планируется запуск спутника LANDSAT 8. О возможностях системы и планах ее развития можно узнать, в частности, на сервере Геологической Службы США. (<http://landsat.usgs.gov/index.php>).

Особо следует отметить, что программа LANDSAT является уникальной еще и потому, что она обеспечивает свободный доступ к данным, который осуществляется, в частности, через глобальную систему архивации данных LANDSAT Геологической службы США (USGS Landsat Global Archive), в котором сегодня имеется около 3 млн сцен, в том числе за период с 1990 года по настоящее время около 1,2 млн сцен. Возможность свободного массового доступа к спутниковым данным еще несколько лет назад имела только при работе с информацией метеорологических спутниковых систем, имеющих более низкое пространственное разрешение, чем спутники LANDSAT. Возможность свободного получения данных, естественно, расширило область возможного применения данной информации и позволило начать ее использование в задачах, решение которых требует использования зна-

чительных объемов данных и получение которых на основе различных коммерческих систем требует очень больших затрат. Поэтому в последние годы спрос на данные LANDSAT достаточно сильно возрос, в том числе и со стороны различных научных проектов.

В ИКИ РАН, который ведет значительное число программ по разработке систем, методов и технологий дистанционного мониторинга, также увеличилось число задач, для решения которых стали использоваться данные системы LANDSAT. Это потребовало с одной стороны организовать удобный и оперативный доступ к архивам данных этих спутников, а с другой стороны начать разработку новой технологии работы с подобной информацией. При этом основной задачей являлось создание системы, которая обеспечила бы не только эффективное хранение, в том числе удобные поиск и выбор информации, но и предоставила бы специалистам инструменты для анализа данных, а также позволила бы обеспечивать быструю и удобную интеграцию как архивов исходных данных, так информации, получаемой на их основе, в информационные системы различных проектов. Это, в свою очередь, должно обеспечить возможность проведения комплексного анализа информации, полученной на основе данных LANDSAT совместно с данными различных проектов. Работы по созданию такой системы были начаты в ИКИ РАН в 2009 году. Настоящая статья посвящена описанию текущих возможностей созданной системы, опыта ее использования и некоторых перспектив развития.

### Текущее состояние архива данных

В архиве данных спутников LANDSAT на начало августа 2012 года имелось более 210 тыс. сцен, полученных со спутников LANDSAT 4; 5 и 7. Первые данные в архиве относятся к 1989 году. Состав данных по годам приведен в Таблице 1, а зона покрытия представлена на рис. 1

**Таблица 1.** Состояние архива данных спутников серии LANDSAT, накопленного в ИКИ РАН на начало августа 2012 года.

год	Landsat 4	Landsat 5	Landsat 7	Всего	год	Landsat 4	Landsat 5	Landsat 7	Всего
1989	1176	362		1538	2001		1462		<b>1462</b>
1990	166	491		657	2002		580		<b>580</b>
1991	31	492		523	2003		1821	4245	<b>6066</b>
1992	409	255		664	2004		291	12431	<b>12722</b>
1993	53	423		476	2005		452	14122	<b>14574</b>
1994		692		692	2006		10556	12767	<b>23323</b>
1995		608		608	2007		13359	13894	<b>27253</b>
1996		217		217	2008		329	15161	<b>15161</b>
1997		113		113	2009		16357	13819	<b>30176</b>
1998		499		499	2010		11918	13775	<b>25693</b>
1999		119		119	2011		12099	16852	<b>28951</b>
2000		5086		5086	2012		12498		12498
					Итого	1835	78581	129564	209980

Накопленный в ИКИ РАН архив имеет достаточно большой объем на начало августа 2012 года; общий объем имеющихся в нем исходных данных LANDSAT составлял примерно 40,5 Тбт (в том числе данные LANDSAT 4 занимали около 0,3 Тбт, данные LANDSAT 5 – около

11,2 Тбт, данные LANDSAT 7 - около 29 Тбт). Кроме исходных данных в архиве имеется значительный объем продуктов, полученных на основе исходных данных. С этими продуктами пользователи архива могут работать с помощью специализированной системы интерфейсов, получая достаточно быстрый доступ к информации полного разрешения и имея возможность проведения ее анализа. На начало августа 2012 года общий объем архива продуктов составлял примерно 44 Тбт (в том числе результатов обработки данных LANDSAT 4 - около 0,1 Тбт, данные LANDSAT 5 - около 7,3 Тбт, данные LANDSAT 7 - около 36,6 Тбт).

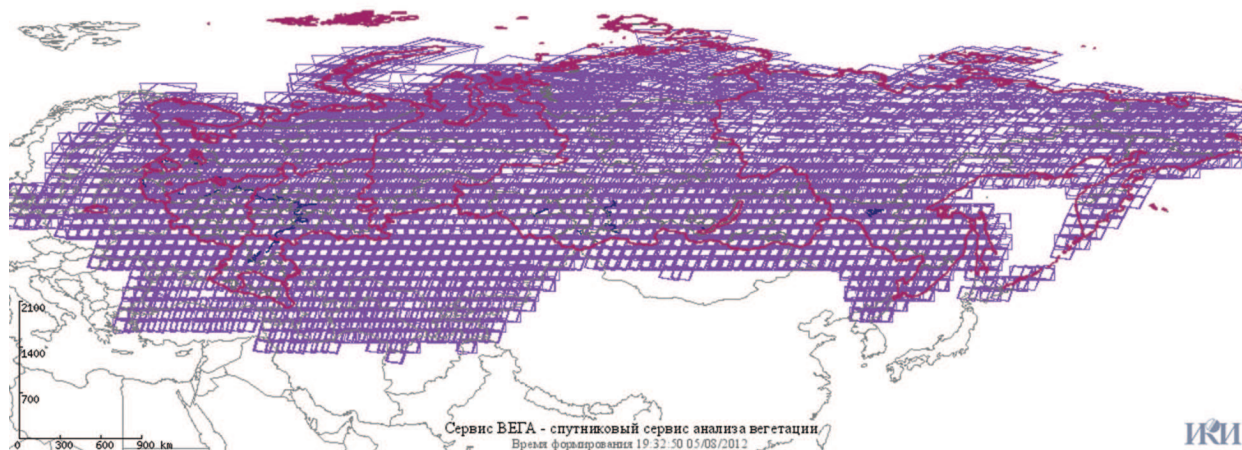


Рис. 1. Схема покрытия территории России и приграничных районов данными, хранящимися в архиве ИКИ РАН по состоянию на начало августа 2012 года

Исходные данные хранятся в виде запакованных, сжатых архивов, в которые помещается информация, соответствующая одной сцене. Результаты обработки хранятся в виде Tiff файлов с пирамидой разрешений, что позволяет достаточно быстро осуществлять выборку информации с различным уровнем пространственного сжатия.

### Система ведения пополнения архива

Как уже отмечалось выше источником данных для архивов ИКИ РАН является система архивации данных LANDSAT Геологической службы США (USGS Landsat Global Archive). Эта система обеспечивает сбор данных LANDSAT и ведение постоянно пополняющихся архивов. Доступ к данному архиву пользователей осуществляется через веб-интерфейсы «Earth Explorer» (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) и «Global Visualization Viewer» (<http://glovis.usgs.gov/>). При этом пользователи имеют возможность заказать и получить данные в интерактивном режиме или воспользоваться специализированными web-инструментами пакетного предоставления информации «<http://earthexplorer.usgs.gov/order/bulkdownload>» или специализированным клиентским программным обеспечением, также доступным на сайте USGS.

Поскольку задачи, решение которых обеспечивает система архивации данных LANDSAT в ИКИ РАН, в основном ориентированы на массовое использование данных, в том числе и на решение различных мониторинговых задач, для организации поступления из архивов USGS в ИКИ РАН была организована автоматизированная процедура получения информации.

При этом определенная сложность реализации подобной системы была связана с тем, что в архивах USGS в непосредственном доступе находится только незначительная часть

данных, имеющих в архивах. Для получения основных наборов по территории имеющих в архивах USGS необходимо совершить операцию их заказа с использованием приведенных выше web-интерфейсов и инструментов. Для решения задач автоматизированного получения данных в ИКИ РАН была разработана специализированная система, обеспечивающая пополнение архивов, которая состоит из следующих основных блоков:

- Блока обновления каталога доступных данных
- Блока построения очереди на скачивание данных
- Блока заказа данных, отсутствующих в непосредственном доступе
- Блока скачивания данных
- Блока экспорта данных в цепочку формирования продуктов
- Блока формирования статистики и отчетов по работе системы.

Блоки реализованы в виде набора сценариев и библиотек на языке Perl, БД управления получением данных реализована на СУБД MySQL. Вся система функционирует под управлением ОС FreeBSD версии 7.3 и выше.

Система обеспечила возможность автоматического получения оперативных данных, находящихся в непосредственном доступе, а также обеспечила возможность реализации следующего полностью автоматизированного алгоритма работы с данными, отсутствующими в непосредственном доступе, но имеющимися в архивах USGS. Работа системы происходит по следующему сценарию:

1. При запуске блок обновления каталога доступных данных проверяет наличие в каталоге USGS отсутствующих в каталогах ИКИ РАН данных, доступных для непосредственного скачивания, и данных, доступных под заказ. Эта информация заносится в специализированную БД управления получением данных.
2. По результатам работы блока обновления каталога запускается блок построения очереди на скачивание данных. Данные, находящиеся в непосредственном доступе, ставятся в очередь на скачивание, отсортированные по дате и времени съёмки сцены от наиболее оперативных данных к наиболее устаревшим. Каждый раз очередь создаётся заново, так как данные в каталоге USGS могут мигрировать из режима непосредственного доступа и обратно. Информация об очереди хранится в специализированной БД управления получением данных.
3. Информация о данных, доступных под заказ, передаются на вход блоку заказа данных. За один раз заказывается набор данных фиксированного размера (300 сцен) для обеспечения оперативности выполнения заказа. Данные из выполненных заказов переводятся в режим непосредственного доступа, и для их последующего скачивания никаких специальных действий не требуется (см. п.1-2).
4. Получение данных, находящихся в непосредственном доступе обеспечивает блок скачивания данных, который представляет собой утилиту, запрашивающую из БД следующую ожидающую скачивания сцену, скачивающую её, помещающую в заданное место на сервере скачивания и оставляющую в БД отчёт о скачивании. В силу особенностей реализации несколько утилит скачивания могут работать параллельно с одной БД.
5. Скачанные данные проходят специализированную обработку и заносятся в архив исходных данных LANDSAT ИКИ РАН.
6. Для постоянного контроля состояния архивов и процессов скачивания данных используется блок формирования статистики и отчётов, который обеспечивает регулярное получение подробной информации о данных LANDSAT, накопленных и поступивших за заданный период в архивы ИКИ РАН.

Описанный сценарий позволил реализовать полностью автоматизированный процесс получения отдельных сцен из архивов USGS, при котором каждая сцена проходит несколько последовательных состояний, от получения информации о ней из каталога USGS до занесения в архив ИКИ РАН. Граф состояний сцены приведен на рис 2.

Для управления и контроля подсистемы получения данных LANDSAT используется разработанный в ИКИ РАН программный пакет PMS (Process Management System) (Балашов и др., 2010), позволяющий получать информацию о выполнении процессов на Unix-серверах и оперативно реагировать на возникающие сбои.

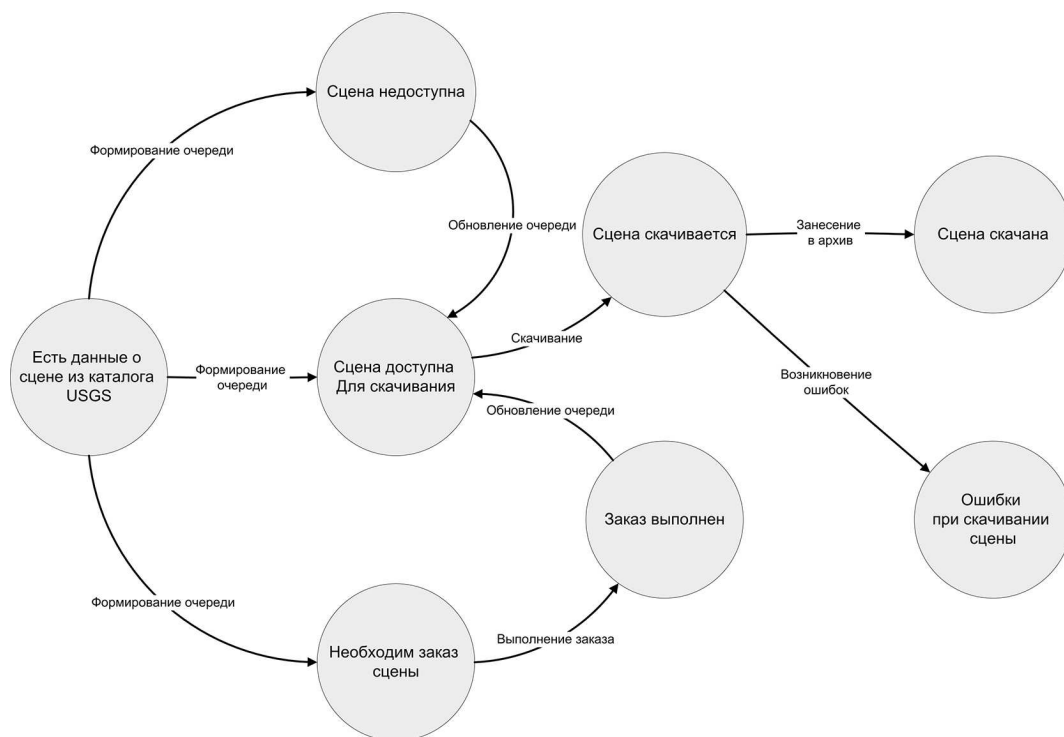


Рис. 2. Граф состояний сцены в процессе их автоматизированного получения из архивов USGS

Созданная подсистема обеспечивает получение из архивов USGS продуктов уровня L1, которые представляют собой сжатый архив, содержащий набор поканальных изображений в формате GeoTIFF и набор файлов метаданных с описанием параметров сцены и точек географической коррекции. Для сцен, полученных с КА LANDSAT 7, в этот набор добавлены маски пропусков по краям сцен. Средний размер файла с данными продукта L1 составляет около 145 Мб для LANDSAT 4 и LANDSAT 5, и около 230 Мб для Landsat 7. В настоящее время действующий вариант подсистемы скачивания обеспечивает ежедневное поступление в архивы ИКИ до 1300 сцен LANDSAT общим объемом около 300 Гб.

### Система автоматической обработки данных

Поступившие в ИКИ РАН сцены LANDSAT проходят полностью автоматизированную обработку, основной задачей которой является преобразование данных в вид, удобный организации быстрого доступа пользователей к информации, и проведение ее интерактивного и автоматизированного анализа. На этапе обработки проходит дополнительная калибровка данных и нормализация их на зенитный угол Солнца, при котором осуществлялись наблюдения. В процессе обработки формируется несколько видов продуктов, которые оказываются удобны для решения различных задач. Например: продукты:

1. LANDSAT\_342 — RGB-композит, RGB компонентами которого являются соответственно данные потока излучения в каналах 3,4,2.
2. LANDSAT\_345 — RGB-композит, RGB компонентами которого являются соответственно данные потока излучения в каналах 3,4,5.

3. LANDSAT\_FUSION — формируется на основе данных каналов 3,4,2 и по данным панхроматического канала 8, который имеет разрешение 15м. Формируется только для данных, поступивших со спутника LANDSAT 7, и обеспечивает “повышение” пространственного разрешения данных стандартных каналов.
4. LANDSAT\_CM — Маска облаков и теней, построенная на основе модифицированного алгоритма ACCA (Automatic Cloud Cover Assessment by Richard R. Irish) (Richard R. Irish, 2006) .
5. LANDSAT\_NDVI — нормализованный вегетационный индекс (NIR-RED)/(NIR+RED) для пикселей, свободных от облачности.

Все полученные информационные продукты записываются в формат GeoTIFF с пирамидой разрешений и помещаются в архив продуктов.

Полностью автоматизированная обработка осуществляется на основе программного комплекса обработки спутниковых данных созданного в ИКИ РАН (Егоров и др., 2004).

### Система архивации данных

Архивация как исходных данных LANDSAT, так и результатов их обработки реализована на базе технологии построения автоматизированных систем хранения спутниковых данных, разработанной в ИКИ РАН (Лупян и др., 2004, Ефремов и др., 2004). В рамках этой технологии хранение файлов данных реализовано на основе использования программного пакета FDB (File Data Base) (Ефремов и др., 2004), который обеспечивает возможность ведения файловых архивов данных под управлением специализированной БД. При этом метаданные, соответствующие спутниковым данным, заносятся в таблицы реляционной базы данных, а файлы – в специальном образом построенное файловое хранилище. Для контроля за функционированием системы архивации используется программный пакет PMS (Process Monitoring System) (Балашов и др., 2010), а также подсистема для контроля за своевременным поступлением данных в архивы (Балашов и др., 2010, Балашов и др., 2011). Автоматизированный запуск процессов архивации реализован на базе системного сервиса CRON. В качестве СУБД используется сервер MySQL, а в качестве WEB сервера — Apache. Программное обеспечение системы архивации реализовано на языках программирования Си и Perl с использованием специализированного пакета библиотек SDB (Satellite Data Base) (Ефремов и др., 2004). В качестве операционной системы используется ОС FreeBSD.

Для архивации исходных данных LANDSAT реализована база данных **landsat\_store**. Исходные сцены данных LANDSAT поступают в виде архивных файлов, содержащих наборы канальных данных в виде GeoTIFF файлов, а также файлов метаданных. После распаковки файлы канальных данных архивируются по отдельности, после чего заносятся в БД. Отдельное хранение канальных данных позволяет запрашивать на обработку только требуемые каналные изображения. В структуре базы данных **landsat\_store** за хранение информации о сценах исходных данных отвечает таблица **Archives**, а за хранение изображений по каналам – таблица **Files**.

Для архивации тематических продуктов, полученных на основе данных LANDSAT используется база данных **hrsat**. Продукты заносятся в архив в виде файлов в формате GeoTIFF, с насчитанной пирамидой разрешений. Таблица **fragments** содержит следующую информацию по каждому продукту: дата и время съемки, название спутника, идентификатор продукта, облачность снимка в процентах, координаты углов проекции, координаты углов сцены, масштабы и размеры изображения по долготе и широте, а также информацию о хранении соответствующего файла данных в хранилище. Таблица **in\_russia** также содержит признак принадлежности сцены территории России.

## Организация системы интерфейсов для работы с данными

Для работы с архивом LANDSAT, накопленном в ИКИ РАН, создана система картографических WEB-интерфейсов, обеспечивающих возможность работы с данными удаленных пользователей. Система создана на основе технологии GEOSMIS, разработанной в ИКИ РАН (Толпин и др., 2011). Интерфейсы позволяют осуществлять быструю и удобную навигацию по большому архиву данных (в том числе выбор данных за нужный период по заданному региону или объекту). Интерфейс обеспечивает возможность работы с различными продуктами в различном пространственном разрешении (в том числе и в полном). Они также позволяют осуществить выбор и заказ исходных сцен данных. Кроме этого в интерфейсах имеется достаточно развитый набор различных инструментов, обеспечивающих возможность анализа данных. Например:

- проведение линейных и площадных измерений, а также получение значений в каналах.
- контрастирование изображений;
- сравнение данных разновременных наблюдений (в том числе и построение цветосентезированных изображений с использованием разновременных данных) для анализа изменений, происходящих в лесах;
- выбор и анализ временных серий индексов и значений в каналах в произвольно заданных точках в произвольный период наблюдений.

Созданные интерфейсы позволяют во многих случаях исключить потребность в выборке данных из архива и проведения их анализа какими то специальными средствами, а позволяют анализировать непосредственно данные, находящиеся в архиве. Следует отметить, что функции анализа данных в интерфейсе легко расширяются и наращиваются, что позволяет достаточно быстро адаптировать интерфейс для решения различных научных и прикладных задач.

Особо следует отметить, что созданный интерфейс достаточно легко встраивается в системы картографических интерфейсов специализированных систем, ориентированных на работу с данными дистанционного зондирования, которые также построены на технологии GEOSMIS. Фактически он становится специализированным разделом таких интерфейсов и в этом случае позволяет проводить анализ данных LANDSAT совместно с различной информацией, используемой в конкретной системе.

### Примеры использования созданного архива LANDSAT для решения различных научных и прикладных задач

Созданная системы интерфейсов работы с архивами данных LANDSAT, ведущихся в ИКИ РАН, позволила достаточно эффективно интегрировать его в различные специализированные информационные системы. Сегодня возможности данного архива используются, например:

- Информационной системой дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ Рослесхоз) (Барталев и др., 2010, Ефремов и др., 2011). (<http://www.pushkino.aviales.ru/rus/main.sht>).
- Спутниковым сервисом ВЕГА, созданном в Институте космических исследований Российской академии наук для решения различных задач, связанных с мониторингом и дистанционной оценкой состояния растительного покрова. Сервис, в частности рассчитан на работу с долговременными архивами спутниковых данных (Лупян и др., 2011, Лупян и др., 2011). (<http://vega.smislab.ru>)
- Отраслевой системой мониторинга Федерального агентства по рыболовству (Солодилов, Пырков 2011).
- Объединенной системой каталогов данных научного центра оперативного мониторинга Земли (Российское космическое агентство) (Бурцев и др., 2010). ([http://thema.ntsomz.ru/geocover\\_v4/ntsomz.sht](http://thema.ntsomz.ru/geocover_v4/ntsomz.sht)).

- Объединенной системой доступа к данным Европейского, Сибирского и Дальневосточного центров приема и обработки спутниковых данных НИЦ «Планета» (Бурцев и др., 2009, Бурцев и др., 2011). (<http://moscow.planeta.smislab.ru/>)
- Спутниковым сервисом See the Sea, созданным в ИКИ РАН, и ориентированным на решение задач, связанных с исследованием различных процессов на поверхности океана (Лупян и др., 2012). (<http://ocean.smislab.ru/>)

В заключение, обратим внимание, что специалисты, ведущие различные исследования с использованием данных спутникового дистанционного зондирования Земли, могут воспользоваться всеми описанными в данной работе возможностями работы с архивами LANDSAT, ведущимися в ИКИ РАН. Они, в частности, могут получить свободный доступ к архиву спутникового сервиса ВЕГА (<http://vega.smislab.ru/>).

Работы по созданию технологий и элементов базового программного обеспечения необходимы для автоматизированного ведения описанного архива и поддержки возможности постоянной работы с ним удаленных пользователей. Работы по постоянному ведению архива и его обновлению выполняются при поддержке следующих научных проектов и программ, в том числе программ РАН (тема «Мониторинг», программа президиума РАН П-4 и П 27), РФФИ (проекты 11-07-12028-офи-м-2011, 11-07-12026-офи-м-2011, 11-07-12025-офи-м-2011), Миннауки (проект 2011-1.4-514-045-087).

## Литература

1. *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.
2. *Балашов И.В., Ефремов В.Ю., Мазуров-мл. А.А., Мамаев А.С., Матвеев А.М., Прошин А.А.* Особенности организации контроля и управления распределенных систем дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т.8. № 3. С.161-166.
3. *Барталев С.А., Ершов Д.В., 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.
4. *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.
5. *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.
6. *Бурцев М.А., Ефремов В.Ю., Балашов И.В., Мазуров А.А., Прошин А.А., Лупян Е.А., Милехин О.Е.* Система доступа к данным Европейского, Сибирского и Дальневосточного центров приема Росгидромета. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 3. С. 113-119.
7. *Егоров В.А., Ильин В.О., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин Р.Р., Флитман Е.В.* Возможности построения автоматизированных систем обработки спутниковых данных на основе программного комплекса XV\_SAT // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2004. Вып. 1. С. 431-436.
8. *Ефремов В.Ю., Балашов И.В., Котельников Р.В., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Толпин В.А., Уваров И.А., Флитман Е.В.* Объединенный картографический интерфейс для работы с данными ИСДМ Рослесхоз // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 3. С. 229-239.



9. 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. С.437-443.
10. Лупян Е.А., Матвеев А.А., Уваров И.А., Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Бочарова Т.Ю. Спутниковый сервис See the Sea - инструмент для изучения процессов и явлений на поверхности океана // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т.9. № 2. С. 251-261.
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. Выпуск 1. С.81-89.
12. Лупян Е.А., Савин И.Ю., Барталев С.А., Толпин В.А., Балашов И.В., Плотников Д.Е. Спутниковый сервис мониторинга состояния растительности («ВЕГА») // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 1. С. 190-198.
13. Лупян Е.А., Савин И.Ю., Толпин В.А., Балашов И.В. Спутниковый Сервис «ВЕГА» // Земля из космоса, 2011. Выпуск 9. С.30-35.
14. Солодилов А.В., Пырков В.Н. Комплексный спутниковый мониторинг судов рыбопромыслового флота // Аэрокосмический курьер, 2011. № 2 (74). С.68-70.
15. Толпин В.А., Балашов И.В., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Прошин А.А., Уваров И.А., Флитман Е.В. Создание интерфейсов для работы с данными современных систем дистанционного мониторинга (система GEOSMIS) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т.8. № 3. С.93-108.
16. Richard R. Irish, John L. Barker, Samuel N. Goward, and Terry Arvidson Characterization of the Landsat-7 ETM+ Automated Cloud-Cover Assessment (ACCA) Algorithm Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 72, No. 10, October 2006, pp. 1179–1188.

## **Opportunities To Work With Long-Term Archive Of LANDSAT Satellite Data On The Territory Of Russia And Neighboring Countries**

**E.A. Loupian, I.V. Balashov, M.A. Burtsev, V.Yu. Efremov, A.A. Mazurov, D.V. Maltsev, A.A. Matveev, A.A. Proshin, V.A. Tolpin, O.A. Khalikova, Yu.S. Krashenninnikova**

*Space Research Institute of RAS  
84/32 Profsoyuznaya Str, Moscow, 117997, Russia  
E-mail: smis@smis.iki.rssi.ru*

This article describes the capabilities of the system developed by the Space Research Institute of Russian Academy of Sciences (IKI RAN) for work with LANDSAT satellite data. The paper describes the architecture and main features of the system for maintenance and use of long-term archive of LANDSAT satellite data for Russia and neighboring states. The archive hosted at Space Research Institute contains information for the period from 1989 to present time, and it is constantly updated with the historical and operational data obtained from the U.S. Geological Survey (USGS LANDSAT Global Archive). As of August, 2012 the archive provides direct access to more than 200,000 scenes, thus allowing rapid data selection and analysis. A set of Web-interfaces has been developed to facilitate online selection and analysis of satellite data. The experts leading various scientific and non-profit projects benefit from free access to archives and interface analysis. The article describes the experience of using the system in a variety of scientific and application projects.

**Keywords:** LANDSAT, Earth remote sensing, satellite data processing, satellite data archives.