

Анализ INTERNET-ресурсов спутниковых данных

Марина Владимировна Энгель

*Институт оптики атмосферы СО РАН, лаборатория распространения оптических волн
634055, г. Томск, пл. акад. Зюева, 1
angel@iao.ru*

Поступила в редакцию 23.05.2007 г.

Проведен анализ функциональных возможностей российских и зарубежных WEB-ресурсов по распространению спутниковых данных дистанционного зондирования, используемых при решении широкого круга научных и прикладных задач.

Ключевые слова: INTERNET-ресурс, спутниковые данные дистанционного зондирования.

Введение

Развитие методов и средств дистанционного зондирования, с одной стороны, и информационных технологий — с другой, позволило проводить научные исследования окружающей среды с использованием качественно новой информации, которая не имеет аналогов по своим пространственным и временным характеристикам. Эта информация представляет собой результаты измерений параметров поверхности земли и атмосферы из космоса. Спутниковые данные эффективно применяются, например, для решения различных задач атмосферной оптики, задач климатологии и метеорологии, задач экологического мониторинга атмосферы, а также земной и водной поверхности и т.д.

Глобальная сеть INTERNET стала основным информационным пространством для распространения научных знаний, будь то различного рода публикации, программное обеспечение (ПО) или результаты измерений. За последние десятилетия в центрах приема и обработки спутниковых снимков накоплены огромные архивы данных измерений различных спутниковых систем. Распространение данных дистанционного зондирования (ДДЗ) среди потребителей этой информации производится как традиционно, с использованием обычных почтовых коммуникаций, так и через INTERNET, что обеспечивает возможность свободного использования данной информации для различных научных групп исследователей во всем мире. Для представления и распространения спутниковых данных дистрибьюторы этой информации создают WEB-ресурсы разной функциональности и разной степени сложности.

В данной статье выполнен анализ информационного наполнения и функциональности российских и зарубежных WEB-ресурсов спутниковых данных дистанционного зондирования Земли из космоса, доступных для массового потребителя, даны оценки современного состояния ресурсов, рассмотрены пути их дальнейшего развития.

1. Классификация WEB-ресурсов спутниковой информации

Развитие инфраструктуры сети INTERNET и связанных с ней технологий происходит стремительными темпами и приводит к быстрому росту числа электронных ресурсов и изменению их функциональных возможностей. Говоря о тенденции развития WEB-ресурсов, можно выделить следующие «эволюционные» формы их существования в сети INTERNET:

- ресурсы, выполняющие исключительно функции хранения и распространения информации, — архивы данных и программ;
- ресурсы, выполняющие кроме функций хранения и распространения функции манипулирования данными, — базы данных (БД);
- ресурсы, реализующие кроме вышеперечисленных функций вычислительные алгоритмы для обработки информации, хранящейся в архивах и базах данных.

Архивы являются наиболее ранней и примитивной формой хранения информации. Возможности БД наиболее соответствуют требованиям к работе с информацией, и поэтому на современном этапе использование БД является стандартом.

До недавнего времени распространение ПО через INTERNET происходило через электронные архивы, т.е. исходные тексты программ с документацией или без таковой выкладывались на сайт, откуда потенциальные пользователи могли их забрать и попытаться использовать на своих компьютерах. При этом пользователи сталкиваются, как правило, с множеством проблем, таких как необходимость портирования программ на разных платформах, необходимость изучения документации, которая часто оставляет желать лучшего либо вообще отсутствует, необходимость разбираться с форматами данных и т.д. Все это часто приводит к слишком большим затратам на внедрение такого ПО, а иногда и к полной невозможности его ис-

пользования. Попытки разработчиков ПО как-то разрешить подобные проблемы привели к возникновению нового подхода к использованию и распространению научного ПО, выражающегося в создании WEB-ресурсов, обладающих не только информационными, но и вычислительными возможностями. При таком подходе пользователь получает доступ к данным, алгоритмам обработки и результатам обработки через WEB.

В настоящее время во всемирной паутине научные сайты являются, в основном, информационными ресурсами. Вместе с тем количество информационно-вычислительных ресурсов в различных областях науки также растет.

2. Зарубежные электронные ресурсы

Среди множества зарубежных государственных и коммерческих структур, занимающихся исследованиями Земли из космоса, можно назвать три несомненных лидера:

– Национальное управление аэронавтики и космонавтики, США (National Aeronautics and Space Administration – NASA, USA);

– Национальная администрация по океанам и атмосфере, США (National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA, USA);

– Европейское космическое агентство, страны Евросоюза (The European Space Agency – ESA, EU).

В этом ряду необходимо также упомянуть о французской космической системе изучения природных ресурсов Земли (Systeme Probatoire d'Observation de la Terre – SPOT).

Рамки журнальной статьи не позволяют перечислить и описать сайты, созданные для распространения ДДЗ в мировом информационном пространстве. Здесь мы ограничимся анализом электронных ресурсов, созданных крупнейшими государственными структурами зарубежных стран – лидеров космических исследований (в первую очередь, США): NASA, NOAA, ESA.

2.1. Информационные WEB-ресурсы NOAA

Среди многих направлений деятельности NOAA одним из основных является поддержание спутниковой группировки, в которую входят спутники, различные по характеристикам и назначению. Полярно-орбитальные ИСЗ серии NOAA POES (polar-orbiting environmental satellites) и геостационарные ИСЗ серии NOAA GOES (geostationary operational environmental satellites) являются основными поставщиками информации для метеорологических служб всего мира.

Данные измерений аппаратуры NOAA POES уже много лет предоставляют ценную информацию для решения задач климатологии и океанографии, изучения озонового слоя и содержания аэрозолей в атмосфере, изучения снежного и ледового покрова, мониторинга опасных природных явлений из космоса. Широкому использованию этих данных в научных исследованиях способствовала политика их распространения, заключающаяся в предостав-

лении доступа к приему и распространению данных NOAA POES на некоммерческой основе. Руководствуясь этими соглашениями, дистрибьюторы распространяют информацию NOAA POES бесплатно или условно-бесплатно, включая в цену только затраты на работу с архивами и рассылку данных.

В структуре NOAA существует сеть приемных центров спутниковых данных, в которых накоплены электронные архивы результатов измерений за много лет. На базе этих архивов создан WEB-портал Comprehensive Large Array-data Stewardship System (CLASS) [<http://www.class.noaa.gov/>]. Через этот портал предоставлен доступ к архивам телеметрии различных спутниковых измерительных систем и тематических продуктов, содержащих параметры окружающей среды, восстановленные на основе этой телеметрии. Сюда входят следующие типы информации.

Данные измерений аппаратуры спутников программы DMSP (the Defense Meteorological Satellite Program) министерства обороны США – та ее часть, которая открыта для широкого использования.

Данные измерений аппаратуры спутников системы NOAA GOES. Измерения проводятся для западного полушария.

Данные измерений аппаратуры спутников системы NOAA POES.

Данные измерений аппаратуры канадского природоресурсного спутника RADARSAT.

Различные тематические продукты.

Особенности использования системы CLASS

Доступ к системе CLASS предоставляется зарегистрированным пользователям, для чего в системе реализована процедура регистрации, в результате которой пользователь получает уникальный идентификатор для работы с системой.

Для электронных архивов, входящих в систему CLASS, реализованы следующие сервисы:

– автоматический режим для занесения данных и служебной информации;

– электронный каталог, доступный через INTERNET;

– система подготовки и хранения данных;

– коллекция метаданных.

Для пользователей системы CLASS предоставлены следующие возможности работы с электронными архивами:

– доступ к данным, хранящимся на ftp-серверах;

– поиск в электронном каталоге;

– средства визуализации, включающие обзорные снимки и композитные изображения;

– оперативный доступ к тематическим продуктам, хранящимся в архивах;

– заказ и получение данных через INTERNET;

– обслуживание по подписке;

– получение наборов данных.

Система CLASS предлагает удобный интерфейс для поиска и выбора данных, содержащихся в архиве. После выбора типа продукта через интерфейс системы пользователь определяет критерии поиска, такие как тип данных, пространственный

и временной интервал или имя набора данных, а также получает доступ к ссылкам на информацию о продукте, метаданным, соответствующей документации.

Система CLASS по своим функциональным характеристикам может служить примером удачной реализации типичного подхода к созданию WEB-ресурса для хранения и распространения спутниковой информации и тематических продуктов, полученных на ее основе.

2.2. Информационные WEB-ресурсы NASA

В 1991 г. в рамках программы по изучению глобальных изменений климата (U.S. Global Change Research Program) в NASA была разработана и принята программа The Earth Science Enterprise (ESE), целью которой является комплексное изучение планеты Земля. Основными составляющими программы ESE являются:

- 1) серии искусственных спутников Земли (Earth Observing System – EOS), предназначенных для комплексного изучения глобальных изменений;
- 2) распределенная компьютерная сеть (The Earth Observing System Data and Information System – EOSDIS) для обработки, хранения и распространения данных, полученных в рамках программы;
- 3) научные коллективы по всему миру для анализа этих данных.

Для реализации программы ESE была проделана огромная научная, методическая и организационная работа. На орбиту были выведены спутники системы EOS, предназначенные для проведения

долговременных глобальных наблюдений поверхности суши, биосферы, океана и атмосферы. Ключевыми спутниками этой системы являются EOS-AM1 – Terra (1999), EOS-PM1 – Aqua (2002) и EOS-Chem1 – Aura (2004) [<http://eosps.nasa.gov/index.php>]

Огромный объем данных, производимый измерительной аппаратурой спутников EOS, используется при решении широкого круга задач (табл. 1).

На основе результатов измерений аппаратуры спутников EOS производятся стандартные тематические продукты, содержащие восстановленные значения параметров окружающей среды [<http://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/index.php>]. Тематические продукты подразделяются на пять групп – CALIBRATION, ATMOSPHERE, LAND, CRYOSPHERE, OCEAN – в соответствии с тематической направленностью.

Особый интерес для специалистов в области оптики и физики атмосферы представляют основные продукты группы ATMOSPHERE, распространяемые через LAADS WEB-ресурс (Level 1 and Atmosphere Archive and Distribution System) [<http://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/>]:

MOD04 – характеристики аэрозоля,

MOD05 – общее влагосодержание,

MOD06 – характеристики облачности,

MOD07 – профили параметров атмосферы (температуры, влажности, озона).

Прием, хранение и обработка данных спутников EOS производятся в центрах хранения и обработки спутниковых данных (Distributed Active Archive Centers – DAAC). Система EOSDIS объединяет электронные архивы сети DAAC. Названия и адреса центров приведены в табл. 2.

Таблица 1

Спутник	Задачи, для решения которых предназначена информация спутниковых EOS
Terra	Изучение динамики и химического состава атмосферы, физических и энергетических характеристик облаков; измерение концентрации в атмосфере углекислого газа и водяного пара; анализ процессов энергетического взаимодействия атмосферы и поверхности суши; измерение вертикальных профилей CO и метана; решение некоторых вулканологических задач
Aqua	Изучение динамики атмосферы, включая водооборот и процессы глобального теплообмена, формирования облаков и выпадения осадков; наблюдения снежного и ледового покровов; измерения температуры моря
Aura	Изучение динамики и химического состава атмосферы; контроль энергетического и водного баланса планеты

Таблица 2

Центр	Адрес
Alaska Satellite Facility (ASF) DAAC	http://www.asf.alaska.edu/
GSFC Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC) DAAC	http://daac.gsfc.nasa.gov/
Global Hydrology Resource Center (GHRC)	http://ghrc.msfc.nasa.gov/
Land Processes (LP) DAAC	http://lpdaac.usgs.gov/
NASA Langley Atmospheric Science Data Center (LaRC) DAAC	http://eosweb.larc.nasa.gov/
National Snow and Ice Data Center (NSIDC) DAAC	http://nsidc.org/daac/
Oak Ridge National Laboratory (ORNL) DAAC	http://www.daac.ornl.gov/
Physical Oceanography (PO) DAAC	http://podaac.jpl.nasa.gov/
Socioeconomic Data and Applications Data Center (SEDAC)	http://sedac.ciesin.columbia.edu/

Для огромного количества типов данных программы EOS создана единая информационная среда, основанная на использовании единого формата для хранения и распространения данных и стандартного программного обеспечения для его обработки. В качестве такого формата был выбран формат HDF-EOS (Hierarchical Data Format for storing data from the Earth Observing System) [<http://hdf.ncsa.uiuc.edu/index.html>], являющийся расширением формата HDF, предназначенного для записи научных данных и разработанного в National Center for Supercomputing Application's (NCSA), University of Illinois, Urbana-Champaign [<http://hdf.ncsa.uiuc.edu/index.html>].

В рамках программы EOS создана сеть WEB-ресурсов, предоставляющая доступ к архивам спутниковых данных, программному обеспечению для первичной и тематической обработки, научной и методической литературе. Для поиска и распространения данных созданы WEB-порталы, объединяющие распределенные электронные архивы [<http://redhook.gsfc.nasa.gov/~imswww/pub/imswelcome/>].

2.3. Информационные WEB-ресурсы ESA

ESA развивает и поддерживает свою спутниковую группировку, основными элементами которой являются космические аппараты (КА) ERS-2 (European Remote Sensing satellite) и Envisat (ENVironmental SATellite). Данные измерений ERS-2 и его предшественника ERS-1 используются для уточнения прогнозов погоды на основе измерения направления ветра и температуры морской поверхности, картирования ледяных покровов, выявления зон загрязнения морской поверхности, контроля состояния прибрежных зон, решения океанографических задач. Данные измерений КА Envisat используются для решения широкого круга океанографических задач, мониторинга снегового и ледового покровов, получения информации о химическом составе атмосферы, водообороте и энергетическом балансе.

Политика распространения спутниковой информации, полученной в рамках научных программ ESA, отличается от правил, принятых в NASA и NOAA. Условия, на которых предоставляется информация, зависят от целей ее применения. Для использования в научных исследованиях спутниковые данные распространяются либо бесплатно, либо по льготным ценам, включающим только затраты на производство этих данных. Для получения необходимой информации пользователь должен составить заявку с описанием научной задачи, при решении которой предполагается использовать спутниковые данные. По окончании работы пользователь должен предъявить отчет, в котором изложены результаты, полученные на основе предоставленной спутниковой информации.

ESA развивает свою сеть электронных ресурсов, предназначенных для распространения спутниковой информации и тематических продуктов на

ее основе, ведущим из которых является WEB-портал ESA EO PIP (Earth Observation Principal Investigator Portal) [<http://eopi.esa.int/esa/esa>]. В состав тематических продуктов, распространяемых ESA, входят данные о температуре подстилающей поверхности, газовом составе атмосферы, вертикальных профилях температуры и влажности и т.д.

Для обеспечения доступа пользователей к электронным каталогам и архивам спутниковой информации разработаны и функционируют следующие программно-информационные продукты:

EOLI-Web [<http://eoli.esa.int/servlets/template/welcome/entryPage2.vm>],

EOLI-SA [<http://eoli.esa.int/geteolisa/index.html>],

DESCW [<http://earth.esa.int/descw/>],

IONIA [<http://dup.esrin.esa.it/ionia/>],

ATSR Global Fire Atlas [<http://dup.esrin.esa.int/ionia/wfa/index.asp>].

Характерной особенностью ресурсов ESA является то, что пользователю предоставляется возможность работы с каталогами электронных архивов не только в online-, но и в offline-режиме. Программы EOLI-Web, EOLI-SA, DESCW функционируют в качестве клиентского приложения на локальных компьютерах и предоставляют пользователю возможности для поиска, просмотра обзорных снимков и формирования заказов в режиме offline. Копии каталогов, необходимые для работы, регулярно обновляются и выставляются на ftp-сервер. Программы реализованы на языке java, что обеспечивает возможность их использования в основных операционных системах (Windows 95/98/ME/2000/NT/XP, Linux, Solaris, MacOSX и др.).

2.4. Программа SPOT

Программа SPOT финансируется государственными и коммерческими организациями Франции, Бельгии, Швеции и ряда других европейских стран. Данные аппаратуры спутниковой группировки SPOT являются, в основном, данными высокого и среднего пространственного разрешения и используются при решении задач картографирования, землепользования, сельского и лесного хозяйства и т.д. Информация распространяется на коммерческой основе. Для поиска, просмотра и заказа данных SPOT создан электронный каталог SICORP-SIRIUS (Spot Image online catalogue) [<http://sirius.spotimage.fr/anglais/welcome.htm>].

Для научных исследований особый интерес представляют результаты измерений радиометров Vegetation (VGT), установленных на спутниках SPOT-4, -5. Прибор предназначен для наблюдения растительного покрова, мониторинга и предсказания урожайности посевов, а также изучения процессов взаимодействия биосферы и геосферы.

Продукты, полученные на основе измерений радиометров Vegetation, распространяются через специально созданные электронные ресурсы. Продукты, синтезированные на основе десятидневных измерений, через 3 мес после получения записываются в электронный архив [<http://free.vgt.vito.be/>]

и распространяются свободно. Условия, на которых предоставляются другие продукты SPOT/Vegetation [<http://www.spot-vegetation.com/>], зависят от цели их использования. Для научных исследований цена данных SPOT/Vegetation включает только затраты на носители и пересылку.

3. Российские электронные ресурсы

Российских дистрибьюторов спутниковых данных условно можно разделить на две группы:

– государственные центры приема и обработки, возникшие и существующие на базе крупных государственных научно-производственных структур, сформировавшиеся, как правило, в советское время;

– частные коммерческие фирмы, работающие в области приема, обработки и распространения данных дистанционного зондирования, образовавшиеся в постсоветский период.

Несмотря на то что в российских условиях распространение данных через INTERNET не всегда возможно (это связано, в основном, с недостаточно развитой телекоммуникационной инфраструктурой), дистрибьюторы ДДЗ стараются развивать свои WEB-сервисы для представления и распространения информации в сети INTERNET.

3.1. Научно-производственные организации

Среди научных организаций, создающих и поддерживающих информационные системы для работы с ДДЗ, прежде всего надо назвать Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН), Фрязинское отделение Института радиотехники и электроники РАН (ФИРЭ РАН), Научный центр оперативного мониторинга Земли Росавиакосмоса (НЦ ОМЗ), Научно-исследовательский центр «Планета» (НИЦ «Планета»), Государственный научно-исследовательский и производственный центр «Природа» (Госцентр «Природа»).

Безусловным лидером в разработке программных комплексов, предназначенных для распространения спутниковых данных, является лаборатория технологий спутникового мониторинга (ЛТСМ) ИКИ РАН. В России именно в ЛТСМ ИКИ РАН впервые была поставлена и решена задача создания автоматизированной системы приема, обработки и распространения спутниковых данных нового поколения (Space Monitoring Information Support – SMIS) [<http://smis.iki.rssi.ru>], реализующей следующие основные функции [1]:

- входной контроль и усвоение данных;
- хранение данных в непосредственном доступе;
- долговременное хранение данных;
- оперативный доступ к данным удаленных пользователей;
- предоставление данных системам обработки;
- удаленное управление системой.

Система предоставляет удаленный доступ к определенным электронным архивам, расположен-

ных в центрах приема и обработки спутниковых данных, в число которых входят ИКИ РАН, ИСЗФ РАН, Центр космических наблюдений (ЦКН Росавиакосмос), НИЦ «Планета» (Росгидромет) и др.

Система SMIS предоставляет пользователям следующие сервисы:

- просмотр каталогов;
- просмотр обзорных изображений и текстовых аннотаций;
- поиск и выбор данных по определенным критериям;
- возможность заказа и получения данных по сети INTERNET.

Создание такой системы, несомненно, можно считать успехом ее авторов.

Сервер «Спутник» [<http://sputnik.infospace.ru>] является совместным проектом НИЦ «Планета», Росгидромета и ИКИ РАН. На сервере находится информация о российских метеорологических спутниках и архивы данных измерений этих спутников, собранные в центрах НИЦ «Планета» и ИКИ РАН. Приведены краткие описания геостационарного метеорологического спутника «Электро», КА «Метеор-3» и Метеор-3М, океанографических спутников «Океан-01» и «Океан-О», природоресурсных спутников «Ресурс-01».

Архивы содержат данные измерений приборов МСУ-Э (КА «Ресурс 1–3», «Метеор-3М», 1991–1993, 1995–2000, 2003–2006) и МСУ-СК (КА «Ресурс 1–3», «Океан-О», 1991–2002). Кроме информации о российских метеорологических спутниках, сервер «Спутник» предоставляет доступ к телеметрии спутников серии NOAA POES и к тематическим продуктам, полученным на основе данных этой телеметрии (картам температуры морской поверхности, композитным изображениям облачности). Данный сервер разработан и сопровождается ЛТСМ ИКИ РАН.

Центр обработки и хранения космической информации ИРЭ РАН (ЦОХКИ ИРЭ) [<http://www.ire.rssi.ru/cpsi/cpsi.htm>].

На сайте представлен электронный архив спутниковых данных ЦОХКИ ИРЭ, содержащий данные высокого разрешения, полученные измерительной аппаратурой российских спутников прошлого столетия.

Научный центр оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ) [<http://ntsomz.ru/>]. Электронные архивы НЦ ОМЗ содержат данные дистанционного зондирования различного пространственного разрешения, полученные с российских спутников – «Ресурс-ДК», «Монитор-Э», «Метеор-3М» № 1, «Метеор-М», «Электро-Л», «Ресурс-01», «Океан-О» и с зарубежных спутников – QUICKBIRD, IKONOS, EROS, SPOT, IRS, LANDSAT, RADARSAT, TERRA (радиометр MODIS, ASTER), NOAA (радиометр AVHRR), ERS. Наборы данных, находящихся в архиве, имеют метаданные, обзорное изображение, оценку качества. Электронный ресурс НЦ ОМЗ имеет поисковую систему, которая позволяет осуществлять поиск по различ-

ным критериям, выбор и заказ данных, предоставляет пользователю удобный интерфейс.

Электронный ресурс НЦ ОМЗ информативен, хорошо документирован, регулярно поддерживается.

3.2. Коммерческие организации

Коммерческие фирмы, занимающиеся обработкой и распространением различных продуктов на основе ДДЗ, работают преимущественно с информацией высокого пространственного разрешения. Обзор электронных ресурсов, созданных в этой области, выходит за рамки данной статьи. Вместе с тем анализ российских электронных ресурсов ДДЗ не будет полным без упоминания инженерно-технологического центра «СканЭкс» (ИТЦ «СканЭкс») [<http://www.scanex.ru/>].

ИТЦ СканЭкс, несомненно, является лидером среди коммерческих организаций, занимающихся приемом, обработкой и распространением ДДЗ и продуктов их тематической обработки. Начав с производства приемных комплексов спутниковой информации, компания в настоящий момент предлагает широкий спектр услуг по приему и обработке спутниковых данных. Компания имеет лицензии на прямой прием данных искусственных спутников Земли от компаний, являющихся ведущими операторами дистанционного зондирования Земли.

Для распространения ДДЗ компания создала и поддерживает следующие электронные ресурсы: – интерактивный каталог спутниковых снимков Земли, хранящихся в архивах ИТЦ СканЭкс [<http://catalog.scanex.ru/>];

– сайт некоммерческого партнерства «Прозрачный мир» [<http://www.transparentworld.ru/>], на котором представлены коллективные библиотеки данных (Landsat-4,5,7), свободные для копирования;

– сервис по оперативному предоставлению данных MODIS через INTERNET в режиме реального времени [<http://eostation.scanex.ru/>];

– Интернет-магазин: фотографии Земли из космоса, GPS-карты, постеры, геопривязки, туристические карты [<http://www.kosmosnimki.ru/>].

Ресурсы предоставляют средства для поиска, просмотра и заказа данных, хранящихся в архиве ИТЦ СканЭкс, через INTERNET.

Для функционирования и поддержки WEB-ресурсов в ИТЦ СканЭкс созданы различные программные продукты. Компания также успешно занимается разработкой коммерческого ПО для первичной и тематической обработки ДДЗ.

3.3. Региональные центры приема ДДЗ

В России существует сеть региональных центров для приема и обработки спутниковых данных (РЦПОД), принадлежащих различным государственным структурам – Министерству чрезвычайных ситуаций (МЧС), Росгидромету, Министерству природных ресурсов (МПР).

Росгидромет. В структуру Росгидромета входят три крупных центра приема и обработки спутниковых данных (РЦПОД) – ГУ НИЦ «Планета»

(с пунктами приема в гг. Москве, Обнинске и Долгопрудном), ЗС РЦПОД (г. Новосибирск) и ДВ РЦПОД (г. Хабаровск), обеспечивающие получение спутниковой информации по всей территории России. Центры приема Росгидромета осуществляют прием, обработку и распространение потребителям данных, получаемых со всех российских и ряда зарубежных КА (NOAA, Meteosat, GMS и др.).

НИЦ «Планета» выполняет работы по оперативному обеспечению потребителей спутниковой информацией. Доведение информации до потребителей осуществляется по различным каналам связи. НИЦ «Планета» является также головной организацией Росгидромета по организации и обеспечению доступа пользователей к архивным спутниковым данным российских природно-ресурсных и океанографических КА.

Архив НИЦ «Планета» является разделом Госфонда РФ спутниковой природно-ресурсной и океанографической информации (данные КА серий «Ресурс» и «Океан»). Кроме того, НИЦ «Планета» осуществляет подготовку информационных продуктов для раздела Госфонда по спутниковой метеорологической информации. Полный объем как исходных данных, так и подготовленных информационных продуктов также хранится в НИЦ «Планета».

Электронные каталоги архивов телеметрии аппаратуры спутников NOAA POES и MODIS, находящихся в НИЦ «Планета», ЗапСибРЦПОДе, ДВОРЦПОДе, доступны через систему SMIS.

Байкальский региональный центр приема данных дистанционного зондирования Земли из космоса МПР России (Байкальский РИКЦ) также занимается коммерческим распространением ДДЗ. На сайте РИКЦ [<http://www.geol.irk.ru/bricc.htm>] заявлены данные наблюдений аппаратуры следующих КА: EOS AM-1 (MODIS), IRS – 1C/1D (LISS-III, WIFS, PAN), Meteor-3M (МСУ-Э), NOAA POES (ATOVS, AVHRR).

На данном сайте реализован WEB-интерфейс для работы с каталогом снимков, сделанных аппаратурой спутников IRS-1C/1D (приборы PAN и LISS-III) за период с марта 2002 по декабрь 2003 г. Интерфейс позволяет выбирать снимки по типу прибора, временным и географическим параметрам и заполнять электронную форму предварительного заказа. На сайте также предоставлены архивные и оперативные обзорные снимки, полученные по результатам мониторинга оз. Байкал и прилегающей территории (оценка снежного покрова, ледового состояния и температуры суши) и мониторинга лесных пожаров.

Кроме этого сайта Байкальский РИКЦ имеет сайт, определенный как «Web-интерфейс» к данным съемочного прибора MODIS, передаваемым из космоса спутниками дистанционного зондирования Земли Terra и Aqua в режиме «прямого вещания» [<http://eostation.irk.ru:8000/index.html>]. ПО данного ресурса разработано ИТЦ СканЭкс. На сайте представлены технические сведения общего характера, расписание пролетов спутников, полезные ссылки. В свободном доступе предоставляются

данные тематической обработки, которые включают все продукты по Байкальской природной территории и карты лесных пожаров для Иркутской области и Республики Бурятия. Специализированная информация является платной.

4. Развитие информационно-вычислительных WEB-ресурсов

Обзор существующих INTERNET-ресурсов спутниковых данных позволяет выделить следующие основные возможности, предоставляемые пользователю спутниковой информации:

- просмотр обзорных снимков и аннотаций,
- получение первичных снимков (телеметрии),
- получение тематических продуктов (восстановленных значений параметров окружающей среды).

Вместе с тем пользователь сталкивается с рядом трудностей при использовании спутниковых данных для проведения научных исследований.

Во-первых, необработанные спутниковые снимки обычно имеют большой размер. Например, объем телеметрии аппаратуры NOAA POES около 70 Мбайт, объем телеметрии MODIS – 380 Мбайт. Получение даже одного такого файла по российским сетевым каналам для большинства пользователей является серьезной проблемой.

Во-вторых, использование «сырых» данных требует проведения процедур первичной обработки (геопривязки, калибровки).

В-третьих, спутниковые данные записаны в различных форматах. Так, например, все данные по программе EOS записаны в формате HDF-EOS, телеметрия NOAA принимается в 10-битовом представлении. Поэтому применение «сырой» спутниковой информации в различных исследованиях требует наличия дополнительных навыков и соответствующего аппаратного и программного обеспечения.

Предоставление готовых тематических продуктов на основе спутниковых данных имеет свои преимущества и свои недостатки. Во-первых, спектр тематических продуктов достаточно широк, что определяет их использование для различного рода исследований. Во-вторых, тематические продукты имеют существенно меньший объем по сравнению с телеметрией (например, объем файла типа MOD04 в пределах 1 Мбайт), что облегчает их получение по сети INTERNET. Но проблема различных форматов при этом остается. Точность таких данных зависит от качества алгоритма восстановления и использовавшегося ПО. Поэтому модификации алгоритма приводят к необходимости замены всей совокупности данных. Несмотря на разнообразие тематических продуктов, очевидно, что весь диапазон научных исследований не может быть обеспечен ограниченным набором данных. Тем не менее использование таких продуктов в научных исследованиях, безусловно, результативно. В ИОА (Институт оптики атмосферы) СО РАН на основе продуктов MOD04 и MOD05 проведены региональные исследования атмосферных характеристик

[2]. Тематические продукты MODIS Atmosphere Products положены в основу региональной базы данных атмосферных параметров [3].

В последние годы при создании электронных ресурсов научной направленности все чаще используется подход, при котором ПО для обработки данных встраивается в ресурс и возможность использования ПО предоставляется через WEB. При таком подходе пользователь получает доступ к данным, алгоритмам обработки и результатам обработки удаленно по сети INTERNET. Web-калькуляторы являются наиболее простой формой добавления вычислительных функций сайтам. Например, создан Web-калькулятор для проведения атмосферной коррекции снимков Landsat [<http://atmcorr.gsfc.nasa.gov/>]. Более сложно организованные WEB-ресурсы, сочетающие информационные и вычислительные возможности, в некоторых источниках называют также виртуальными лабораториями (ВЛ). В качестве примеров таких ресурсов можно привести виртуальную лабораторию для моделирования рассеяния электромагнитных волн и переноса излучения [<http://vl.nz.dlr.de/VL/>], созданную в DLR's Remote Sensing Technology Institutete; портал, объединяющий сайты по различным направлениям атмосферных исследований, созданный в ИОА СО РАН [<http://atmos.iao.ru/>].

Существующие WEB-ресурсы спутниковых данных являются информационными. Для использования этих данных в научных исследованиях пользователю необходимо разработать новое ПО либо использовать уже существующее. Поэтому представляется целесообразным создание WEB-ресурса спутниковой информации, сочетающего возможности БД спутниковой информации и вычислительной системы для ее тематической обработки. Такой ресурс явился бы полезным инструментом для проведения научных исследований на основе спутниковых данных.

Для расширения использования ДДЗ в научных исследованиях в ИОА СО РАН создан и развивается INTERNET-ресурс [4], в основе которого лежат базы данных цифровой спутниковой информации и алгоритмы тематической обработки спутниковых данных. Данный ресурс предназначен для обеспечения доступа к имеющимся архивам спутниковой информации и наработанному программному обеспечению для первичной и тематической обработки спутниковых данных в целях проведения комплексных региональных исследований по проблемам дистанционного зондирования характеристик атмосферы и земной поверхности и обучения методам тематической обработки спутниковых многоканальных изображений.

Ресурс разрабатывается с использованием современных технологий в области WEB-программирования и предназначен для широкого круга пользователей.

Заключение

Проведенный в статье анализ INTERNET-ресурсов спутниковых данных позволяет сделать следующие основные выводы.

1. В настоящее время WEB-ресурсы спутниковой информации содержат обширные, доступные для пользователя данные о параметрах окружающей среды, на базе которых проводятся научные исследования в различных областях знаний. В то же время российские WEB-ресурсы в основном ориентированы на распространение данных о дистанционном зондировании поверхности Земли.

2. Для решения широкого круга задач оптики и физики атмосферы, климатологии и метеорологии наиболее полезными по своим информационным и функциональным возможностям являются WEB-ресурсы ведущих зарубежных научных организаций:

– WEB-портал CLASS [<http://www.class.noaa.gov/>] (NOAA);

– WEB-ресурс для хранения и распространения первичных и тематических продуктов группы ATMOSPHERE LAADS WEB [<http://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/>] (NASA);

– WEB-портал ESA EO PIP [<http://eopi.esa.int/esa/esa>].

3. Современные электронные ресурсы спутниковых данных являются информационными системами, предназначенными, в основном, для хранения и распространения спутниковой информации. Перспективным направлением дальнейшего развития информационных систем такого рода представляется расширение функций системы за счет «встраивания» в систему алгоритмов обработки данных и добавления тем самым вычислительных возможностей, что позволит использовать INTERNET-

ресурсы спутниковой информации не только как источник данных, но и как инструмент для проведения исследований.

Автор выражает благодарность в.н.с. ИОА СО РАН Сергею Васильевичу Афонину за полезные консультации и методическую помощь, оказанные при подготовке этой статьи.

1. *Лузян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Технология построения автоматизированных систем сбора, обработки, хранения и распространения спутниковых данных для решения научных и прикладных задач // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М.: Полиграф сервис, 2004. С. 81–89.

2. *Афонин С.В., Белов В.В., Панченко М.В., Сакерин С.М., Энгель М.В.* Корреляционный анализ пространственных полей аэрозольной оптической толщи на основе спутниковых данных MODIS [Электронный ресурс] // Четвертая Всерос. открытая конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»: Сб. тез. конф. М.: ИКИ РАН. Ноябрь 2006. <http://d902.iki.rssi.ru/theses/cgi/thesis.pl?id=588>.

3. *Афонин С.В., Белов В.В., Энгель М.В., Кох А.М.* Разработка в ИОА СО РАН базы данных региональной спутниковой информации и программного обеспечения для ее обработки // Оптика атмосф. и океана. 2005. Т. 18. № 1–2. С. 52–60.

4. *Афонин С.В., Белов В.В., Куликов Г.Э., Энгель М.В.* Разработка программного обеспечения портала для использования региональной спутниковой информации в научных исследованиях // Вычисл. технол. 2006. Т. 11. Спец. вып. С. 133–143.

M.V. Engel'. Analysis of WEB-resources of satellite data.

The paper presents the results of analysis of functional capabilities of Russian and foreign WEB-resources for distribution of remote sensing satellite data used for solving a wide spectrum of scientific and applied problems.